



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO DE AGROECOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD**

## **EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL AGROECOSISTEMA HORTÍCOLA DE RIEGO “POZO ZAMORANO”, HIDALGO**

**DAMARIS ITAMAR MEJIA DE LA ROSA**

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

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO**

**2021**



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL AGROECOSISTEMA HORTÍCOLA DE RIEGO “POZO ZAMORANO”, HIDALGO**, realizada por la estudiante: **Damaris Itamar Mejía de la Rosa**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS  
AGROECOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

DR. JULIO SÁNCHEZ ESCUDERO

ASESOR

DR. IGNACIO OCAMPO FLETES

ASESOR

DR. DIEGO FLORES SÁNCHEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, diciembre de 2021

# EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL AGROECOSISTEMA HORTÍCOLA DE RIEGO “POZO ZAMORANO”, HIDALGO

Damaris Itamar Mejia de la Rosa, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2021

## RESUMEN

El estudio tuvo un alcance local, la unidad de estudio fue el agroecosistema, considerando como la superficie total de 27 hectáreas de riego en régimen de propiedad privada, pertenecientes a los integrantes de la sociedad de “Pozo Zamorano” Hidalgo, que siembran ocho cultivos entre forrajes, granos básicos y hortalizas. variables como la tecnología empleada, formas de uso de agua de riego, costos de producción, ciclos productivos, insumos utilizados, entre otros, fueron necesarios para evaluar a través de indicadores, el estado de sustentabilidad del agroecosistema por medio del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), comparando al agroecosistema presente (Tiempo1) con un sistema orgánico (ideal). Los resultados muestran que el agroecosistema en general se encuentra en un estado bueno con potencial para alcanzar los valores óptimos ya que, de los 16 indicadores evaluados, uno muestra valores por debajo del óptimo, considerándolo como punto crítico que atenta gravemente contra el estado de sustentabilidad; también existe poca inclusión de las mujeres en la organización del “Pozo Zamorano”; sin embargo, es importante su aportación en mano de obra pagada y familiar no remunerada, aunque se les reserva de trabajos pesados; asimismo, la organización social para la administración del manejo del agua, aporta sustancialmente para una mejora de la sustentabilidad del agroecosistema evaluado.

**Palabras clave:** Sustentabilidad, hortícola, agroecosistema, riego, indicadores.

# EVALUATION OF THE SUSTAINABILITY OF THE IRRIGATION HORTICULTURAL AGROECOSYSTEM "POZO ZAMORANO", HIDALGO

Damaris Itamar Mejia de la Rosa, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2021

## ABSTRACT

The study had a local scope, the unit of study was the agroecosystem, considering as the total area of 27 hectares of irrigation under private property, belonging to the members of the society of "Pozo Zamorano" Hidalgo, who plant eight crops between fodder, basic grains and vegetables. Variables such as the technology used, forms of use of irrigation water, production costs, production cycles, inputs used, among others, were necessary to evaluate, through indicators, the state of sustainability of the agroecosystem through the Framework for the Evaluation of Natural Resources Management Systems incorporating Sustainability Indicators (MESMIS), comparing the present agroecosystem (Time 1) with an organic system (ideal). The results show that the agroecosystem in general is in a good state with the potential to reach optimal values since, of the 16 indicators evaluated, one shows values below the optimal, considering it as a critical point that seriously threatens the state of sustainability. ; There is also little inclusion of women in the organization of the "Pozo Zamorano"; however, their contribution in paid and unpaid family labor is important, although they are reserved for heavy work; Likewise, the social organization for the administration of water management contributes substantially to an improvement in the sustainability of the evaluated agroecosystem.

**Key words:** Sustainability, horticulture, agroecosystem, irrigation, indicators.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el financiamiento para la realización de mis estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados campus Montecillo, por permitirme estudiar en esta institución y al programa de Agroecología y Sustentabilidad.

A los Doctores Julio Sánchez Escudero, Diego Flores Sánchez, Ignacio Ocampo Fletes, integrantes de mi consejo particular, ya que con su experiencia y profesionalismo hicieron posible que este estudio se llevara a cabo de la mejor manera.

Al Dr. Julio Sánchez Escudero por su obstinada dedicación a lo largo de la investigación, por permitirme trabajar con él, recibirme como una hija más, brindarme la confianza y aprender que no siempre podemos tener el control de todo, un increíble ser humano, así como su esposa la Dra. Clarisa.

A los productores de la sociedad “Pozo Zamorano”, así como autoridades del pueblo, por facilitarme la obtención de datos y permitirme realizar el trabajo de campo.

A todos los integrantes académicos y estudiantes del posgrado de Agroecología y Sustentabilidad por su amistad y compañerismo, por hacer más amena la estadía.

A mis amigas; Elizabeth, Nancy, Yunnuel, Shamed, Dulce, Erik, por siempre animarme a seguir y brindarme sus sabios consejos.

A mi novio Daniel B. por el apoyo, paciencia y amor incondicional siempre mostrado.

A toda mi familia; mis dos abuelitas, tíos, primos, muchas gracias por confiar en mí y apoyarme siempre en todo.

## DEDICATORIA

A Dios por la sabiduría, paciencia y dedicación.

A mi comunidad Zamorano, Huichapan Hidalgo.

A los productores de la comunidad de Zamorano, por ser mi inspiración para realizar este estudio.

A mis padres Irma V. y Gustavo M. y mis hermanos Asiel S. y Gustavo J. por ser mi apoyo en momentos difíciles y tener siempre una palabra de ánimo en cada nuevo proyecto.

A mi familia Mejia- De la Rosa, por su apoyo económico y moral a principios de maestría, nunca olvidare el gran gesto de generosidad mostrado para mí, de corazón gracias.

A mi fallecida abuela Maria C. quien comenzó conmigo la aventura y a medio camino se adelantó, siempre recordare tu apoyo incondicional.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	iii
ABSTRACT .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
DEDICATORIA .....	vi
LISTAS DE CUADROS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	6
2.1 Objetivos .....	6
2.1.1 General .....	6
2.1.2 Específico .....	6
2.2 Hipótesis: .....	6
2.2.1 General .....	6
2.2.2 Específicas .....	6
III. REVISIÓN DE LITERATURA .....	7
3.1 Modelo agrícola convencional o agroindustrial .....	7
3.2 Enfoque de la agroecología .....	9
3.2.1 Agroecología como ciencia .....	9
3.2.2 Agroecología como práctica .....	10
3.2.3 Agroecología como movimiento social .....	11
3.2.4 Agroecosistema .....	12
3.3 Sustentabilidad .....	14
3.4 Agricultura sustentable .....	15
IV. MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
4.1 Área de estudio .....	17
4.2 Unidad de estudio .....	18
4.3 Enfoque de la investigación .....	18
4.4 Técnicas de investigación .....	19
4.4.1 Encuesta .....	19
4.4.2 Observación participante .....	21

4.4.3	Talleres.....	21
4.4.4	Revisión documental .....	23
4.5	Evaluación de la Sustentabilidad .....	23
4.5.1	Descripción del marco MESMIS.....	25
4.5.2	Ciclo de evaluación.....	25
4.5.3	Atributos generales.....	28
4.6	Análisis de datos.....	28
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL .....	30
	Paso 1. Definición del objeto de la evaluación.....	30
	Paso 2. Identificación de los puntos críticos del sistema .....	32
	Paso 3. Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores .....	33
	Paso 4. Medición y monitoreo de los indicadores .....	38
	Atributo de productividad .....	38
	Atributo de estabilidad, resiliencia, confiabilidad.....	52
	Atributo de equidad .....	60
	Atributo de autodependencia (autogestión).....	69
	Paso 5. Presentación e integración de resultados.....	82
VI.	CONCLUSIÓN.....	96
VII.	LITERATURA CITADA .....	98

## LISTAS DE CUADROS

Cuadro 1. Enunciados de los puntos críticos identificados del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” .....	33
Cuadro 2. Criterios de diagnóstico, indicadores, método de medición y área o dimensión para medir la sustentabilidad en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”. .....	34
Cuadro 3. Eficiencias en el uso de agua para el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” y situación óptima orgánica.....	40
Cuadro 4. Eficiencia en el uso de agua en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” (situación presente) y bajo producción orgánica (situación óptima). .....	42
Cuadro 5. Rendimientos por cultivo del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” y orgánicos reportados por el SIACON para el ciclo O-I 2019. ....	43
Cuadro 6. Producción total (por subsistemas) del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” en ciclo O-I. 2019.....	44
Cuadro 7. Costo, ingresos y relación beneficio costo promedio por cultivo del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” y situación óptima orgánica. ...	45
Cuadro 8. Costos, ingresos y relación beneficio costo por cultivo y por subsistema agrícola del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”. .....	46
Cuadro 9. Número de jornales por hectárea y cultivo para el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.....	49
Cuadro 10. Número de empleos permanentes generados en el sistema orgánico y en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.....	51
Cuadro 11. Número de empleos permanentes generados en el sistema orgánico y en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.....	52
Cuadro 12. Mecanismos de resolución de conflictos entre los regantes del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.....	54
Cuadro 13. Adopción de prácticas para uso eficiente de agua en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.....	58
Cuadro 14. Nuevos arreglos sobre la infraestructura del agua y riego para el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.....	60

Cuadro 15. Presencia de mano de obra familiar en productores de Zamorano. ....	61
Cuadro 16. Distribución de maquinaria y equipo entre los productores del agroecosistema hortícola de riego Zamorano. ....	61
Cuadro 17. Dotación o distribución y adjudicación de sus recursos: mano de obra familiar, maquinaria y equipo agrícola. ....	62
Cuadro 18. Distribución del beneficio agua del sistema. ....	63
Cuadro 19. Superficie sembrada de granos básicos en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”. ....	64
Cuadro 20. Distribución de ganado y consumo de semillas y forraje en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.....	65
Cuadro 21. Soberanía alimentaria en maíz y frijol en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”. ....	65
Cuadro 22. Opinión de regantes del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”, sobre la participación por género en actividades agrícolas. ....	67
Cuadro 23. Productos químicos y orgánicos empleados en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.....	71
Cuadro 24. Cantidad de insumos agrícolas introducidos al agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” para el ciclo O-I 2019.....	73
Cuadro 25. Número de insumos para cosecha requeridos por cultivo. ....	73
Cuadro 26. Tenencia y dependencia de maquinaria y equipo. ....	74
Cuadro 27. Requerimiento de insumos externos en el agroecosistema. ....	77
Cuadro 28. Consenso de acuerdo y sanciones en la organización social “Pozo Zamorano”.....	81
Cuadro 29. Valores óptimos y de la situación presente de los indicadores evaluados del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.....	84
Cuadro 30. Caracterización de los indicadores por atributo, por su efecto en el agroecosistema “Pozo Zamorano”. ....	95

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la comunidad “El Zamorano”, Huichapan, Hidalgo. ....	17
Figura 2. Ciclo de evaluación en el MESMIS .....	26
Figura 3. Esquema general del MESMIS: relación entre atributo e indicadores. ....	27
Figura 4. Caracterización del sistema hortícola de usuarios del pozo Zamorano, Hidalgo. ....	32
Figura 5. Mapa de pozo, línea principal y secundarias para riego “Pozo Zamorano” ...	55
Figura 6. Sustentabilidad del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”. ....	87
Figura 7. Sustentabilidad ecológica del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”. .....	93
Figura 8. Sustentabilidad socioeconómica del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” .....	94

## I. INTRODUCCIÓN

La estructura y dinámica funcional de los ecosistemas naturales, ofrece servicios ecosistémicos a las necesidades humanas; entre ellos, el agua tiene una vital importancia para la subsistencia, mantenimiento y conservación de una amplia gama de especies. Dada su multifuncionalidad, el agua es indispensable en todos los sectores, particularmente en la agricultura y es suministrada, por los ecosistemas, a través de las cuencas hidrográficas por los escurrimientos de la lluvia, la formación de cuerpos de agua superficiales y a través de su infiltración y flujo en los mantos freáticos (Balvanera, 2012; CONAGUA, 2019).

En México, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en la ley de aguas nacionales (LAN) y su reglamento 2012, en su título primero artículo uno, destaca: “La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable” (CONAGUA, 2012, p. 7).

Al respecto, la FAO indica que la gestión y uso de este recurso por las comunidades agrícolas, debe de optimizarse, considerando la necesidad de un manejo sustentable que se plantea en la declaración y objetivos del desarrollo del milenio (ODM) y del desarrollo sostenible (ODS), ya que “cuando el abastecimiento de agua es suficiente y los suelos son fértiles, la agricultura puede sostener la vida humana pero cuando alguno de estos elementos no se encuentra en equilibrio, se disminuye la producción y se pueden originar problemas de abasto y accesibilidad de alimentos” (FAO, 1996, párr. 1).

La Ley de Aguas Nacionales, en el artículo 3, numeral XXI, define que: “desarrollo sustentable en materia de recursos hídricos, es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y

protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras” (CONAGUA, 2012, p. 10).

Esta LAN, destaca a la cuenca hidrológica e indica que “conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos”; asimismo, define el distrito de riego como: “conformado por una o varias superficies previamente delimitadas y dentro de cuyo perímetro se ubica la zona de riego, el cual cuenta con las obras de infraestructura hidráulica, aguas superficiales y del subsuelo, así como con sus vasos de almacenamiento, su zona federal, de protección y demás bienes y obras conexas, pudiendo establecerse también con una o varias unidades de riego”.

En esa misma Ley de Aguas Nacionales, se define como “unidad de riego: Área agrícola que cuenta con infraestructura y sistemas de riego, distinta de un distrito de riego y comúnmente de menor superficie que aquél; puede integrarse por asociaciones de usuarios u otras figuras de productores organizados que se asocian entre sí libremente para prestar el servicio de riego con sistemas de gestión autónoma y operar las obras de infraestructura hidráulica para la captación, derivación, conducción, regulación, distribución y desalajo de las aguas nacionales destinadas al riego agrícola” (CONAGUA, 2012, párr. 51)

Por su parte, (Silva-Ochoa, 2000, p. 1) define a las Unidades de Riego (UR) como el “espacio físico que abarcan las obras de pequeña irrigación en México y son sistemas esencialmente independientes, manejados formal o informalmente por los usuarios desde su formación”.

De acuerdo a lo reportado para los años 2017-2018 por la CONAGUA “la superficie irrigada en México era de 7.32 millones de hectáreas, de las cuales aproximadamente 3.3 estaban bajo la jurisdicción de los Distritos de Riego, mientras que en las (UR) se tenían inventariadas alrededor de 4.02 millones de hectáreas” (CONAGUA, 2019, párr. 1).

Los sistemas de grande irrigación, se administran a través de los distritos de riego, determinados como áreas geográficas donde se proporciona el riego a partir de vasos de almacenamiento, derivaciones directas, plantas de bombeo, pozos con sus canales y

sus caminos. Estas características permiten diferenciar el pequeño riego de la grande irrigación (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2002).

De acuerdo con Escobedo (1997), existen obras que mediante redes de usuarios forman sistemas de tamaño considerable, pero no se ajustan a la grande irrigación, por lo que son considerados como sistemas de pequeño riego. Algunos tipos de obras características de este grupo son: presas derivadoras, norias, pozos artesianos, canales, galerías filtrantes, pozos profundos y jagüeyes (Hunt, 1998).

Escobedo (1997); Palerm Viqueira & Martínez Saldaña (2000) destacan que los sistemas de pequeño riego, son autorregulados y autoadministrados por los propios regantes, quienes han logrado formar organizaciones autogestivas con capacidad para conservar la infraestructura y manejar el agua; a diferencia de la grande irrigación, administrada y controlada por instituciones del estado.

Por otra parte, de acuerdo al SIAP (2015) “México ha sido centro de origen y/o domesticación de diversos cultivos básicos, pero también lo es de diferentes hortalizas con importancia nacional e internacional, destacando el chile, jitomate, papa, tomate de cáscara, calabaza y chayote; asimismo, estas hortalizas han presentado un incremento en la producción en los últimos 13 años”.

Al respecto, Macías Macías (2009) indica, que el cultivo de hortalizas ha provocado que existan formas de organización diversas entre agricultores y compradores, de acuerdo con las características del producto, de los mercados y actores involucrados. Esto genera una diversidad de estructuras organizativas entre cada uno de los actores involucrados, así como organización en los procesos de infraestructura y manejo del agua, además de la gran cantidad de empleos que se dan a lo largo del ciclo productivo, propiciando un crecimiento económico local y mejorando la calidad de vida de las personas, reduciendo factores como migración, desempleo y pobreza.

Sin embargo, los cultivos hortícolas, cultivados bajo el modo de uso industrial de los recursos, son vulnerables a la sustentabilidad por la ineficiencia, despilfarro y manejo irracional del agua, maquinaria agrícola e insumos químicos, así como el efecto que estos últimos causan en el medioambiente, con la posible contaminación difusa de suelo,

agua y las propias plantas que se cultivan de esa manera (FAO, 2019; Pérez Espejo, 2012).

Esa lógica productiva ha tenido como resultado manejo inadecuado de los agroecosistemas donde se presenta la baja fertilidad del suelo, la presencia recurrente de plagas y enfermedades, resistencia de estas a los agroquímicos, contaminación de suelo y agua por el uso excesivo de estos productos, además de gran dependencia de insumos e incremento en los costos de producción, lo cual reflejan el grado de insustentabilidad, que hace que se recurra reiteradamente a todos esos insumos (Altieri & Nicholls, 2000a; Gliessman, 1998).

Por otra parte, Guzman Casado et al. (2000), destacan que los agroecosistemas que son manejados bajo esa lógica convencional no han considerado a estos espacios productivos como sistemas complejos en donde ocurren procesos tanto ecológicos como tecnológicos y socioculturales.

Por lo anterior, la Agroecología propone considerar, la evaluación integral de tales sistemas productivos o agroecosistemas, con el objetivo de analizar su nivel de sustentabilidad y profundizar en el conocimiento de sus principios y lógica productiva, permitiendo destacar tanto la capacidad de resiliencia de los agroecosistemas evaluados, por su retorno a la sustentabilidad (Guzman Casado et al., 2000; Omar Masera et al., 2000; Sarandón & Flores, 2009).

Con base en lo anterior, se estudió el caso de la comunidad de Zamorano, perteneciente al municipio de Huichapan Hidalgo, donde anteriormente sembraban en su mayoría maíz y frijol de temporal, ahora ha cobrado importancia en el sector agrícola como zona productora de hortalizas, por contar con agua de pozo profundo que les ha permitido cultivarlas y abastecer mercados de los estados de Hidalgo y Querétaro; sin embargo, se ha producido una gran demanda y dependencia de los insumos químicos para el cultivo haciendo que el manejo del agroecosistema se empleen varias prácticas del modelo industrial.

Desde hace 16 años, los productores se han organizado como Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada (S.P.R. de R.L.), “Pozo Zamorano” y de esta forma

han logrado avanzar en cuestiones económico-sociales que les ha permitido dar continuidad a la actividad agrícola, de la que dependen la mayoría de sus habitantes.

Con base en lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar a través de indicadores sociales, ambientales y económicos, el estado de sustentabilidad del agroecosistema hortícola del Pozo Zamorano, conformado por los usuarios que integran la sociedad, con la finalidad de determinar cuáles son los factores que la afectan o favorecen.

## **II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### **2.1 Objetivos**

#### **2.1.1 General**

Evaluar la sustentabilidad del agroecosistema hortícola de riego Zamorano. manejado por productores de la sociedad “Pozo Zamorano”, Hidalgo.

#### **2.1.2 Específico**

Identificar, a través de indicadores ecológicos, sociales, y económicos, los que limitan y fortalecen la sustentabilidad del agroecosistema.

### **2.2 Hipótesis:**

#### **2.2.1 General**

El agroecosistema hortícola de riego, “Pozo Zamorano”, Hidalgo, muestra un estado de baja sustentabilidad provocado por el manejo de prácticas del modelo agroindustrial, no obstante, su organización social para el manejo del agua se considera eficiente.

#### **2.2.2 Específicas**

- El alto uso de agroquímicos es el indicador que más limita la sustentabilidad del agroecosistema.
- La organización social y la productividad económica son indicadores que fortalecen la sustentabilidad del agroecosistema.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

El presente estudio se analizó con el enfoque agroecológico con fines de realizar un acercamiento a la sustentabilidad del agroecosistema. Primeramente, se analizó la agricultura convencional para comprender cómo este tipo de agroecosistemas han transitado hacia este tipo de agricultura. Posteriormente se discute el enfoque agroecológico como un marco conceptual basado en la complejidad de la sustentabilidad.

#### **3.1 Modelo agrícola convencional o agroindustrial**

Se conoce como "agricultura convencional" al tipo que tiene una lógica de producción de bienes para el mercado y que se caracteriza por el uso extensivo componentes tecnológicos como: semillas mejoradas, agroquímicos y maquinaria agrícola, que puede ser desarrollada bajo modalidad de temporal o de riego y por pequeñas unidades de producción, así como por grandes explotaciones agrícolas. Este tipo de agricultura opera bajo la lógica empresarial de producir un bien para el mercado, teniendo como objetivo fundamental la obtención de la mayor rentabilidad económica al menor costo monetario posible. Consideraciones sobre la calidad ecológica de los recursos naturales y del producto, así como la cultural alimentaria son secundarias, y cuando las hay, siempre se subordinan a la lógica de la rentabilidad económica. Como consecuencia, se producen bienes comercializables que no necesariamente son los más inocuos desde el punto de vista ecológico y sanitario, ni tampoco son los productos de mayor aceptación cultural para su consumo (Altieri & Nicholls, 2000).

Las prácticas de monocultivo, el uso de agroquímicos, la manipulación génica, el mal uso del riego y la labranza intensiva, contribuyen a un desequilibrio en los procesos naturales (Gliessman, 2002). Los agroquímicos contaminan el suelo y el agua, la materia orgánica es escasa en los suelos erosionados, al tiempo que la diversidad de flora y fauna disminuye. La tendencia de la agricultura convencional también tiene efectos sociales, pues la forma como se practica conlleva una dependencia de insumos externos, además de que desplaza el poder de toma de decisiones de los campesinos a las empresas,

frecuentemente transnacionales, que producen estos insumos (Jansen & Vellema, 2004; Van der Ploeg, 2010).

En la medida en que la modernización agrícola avanzó, la relación entre la agricultura y la ecología fue quebrada en la medida en que los principios ecológicos fueron ignorados y/o sobrepasados. Múltiples evidencias se han acumulado que muestran que aun cuando el sistema agrícola intensivo de capital y tecnología ha sido extremadamente productivo y competitivo, también ha traído consigo una serie de problemas económicos, sociales y ambientales (Conway & Pretty, 1991).

Gliessman (2002, p. 3) destaca que: “Las seis prácticas básicas que constituyen la columna vertebral de la agricultura moderna son: labranza intensiva, monocultivo, irrigación, aplicación de fertilizantes inorgánicos, control químico de plagas y manipulación genética de los cultivos. Cada una de ellas es usada por su contribución individual a la productividad, pero como un conjunto de prácticas forman un sistema en el cual cada una depende de la otra reforzando la necesidad, de usar todas las prácticas”. Asimismo, indica que el mayor impacto de estas tecnologías para las comunidades agrícolas tradicionales ha sido la pérdida de control sobre la producción agrícola, pues “El manejo basado en la experiencia acumulada a lo largo de los años ha sido sustituida por insumos externos, ocasionándose que se requiera cada vez de más capital, energía y recursos no renovables”.

El autor antes referido, destaca que así se instalaron las bases del modelo agroindustrial en donde “el trabajo manual se minimiza y se maximiza el uso de insumos con fuerte base tecnológica para incrementar la eficiencia y la productividad”, asimismo, indica que es altamente dependiente de los combustibles fósiles; también, los límites y la vulnerabilidad de este modelo son en gran parte debido a su alta especialización, baja diversidad y a su reducida base genética y que la realidad es que “la agricultura moderna es insostenible, a largo plazo pues está erosionando las condiciones y el potencial que la hacen posible (Gliessman, 2002, p. 3).

Los movimientos sociales proponen a la agroecología como solución a crisis modernas como el cambio climático y la desnutrición, en contraste con el modelo agrícola industrial

dominante basado en el uso de insumos externos. El objetivo es transformar la agricultura para construir sistemas alimentarios de relevancia local que fortalezcan la viabilidad económica de las áreas rurales basados en cadenas de comercialización cortas y una producción de alimentos justa y segura. Esto implica el apoyo a diversas formas de producción de alimentos a pequeña escala y agricultura familiar, agricultores y comunidades rurales, soberanía alimentaria, conocimiento local, justicia social, identidad y cultura locales, y derechos indígenas a semillas y razas (Altieri & Toledo, 2011; Nyéléni, 2015; Rosset et al., 2011).

Ese modelo tendrá que reducir drásticamente la dependencia en insumos y equipos externos; asimismo, considerar que la sobreproducción como los altos costos de producción son resultados de la misma tecnología productivista, responsable del aprieto económico en el que se encuentra los agricultores, tanto del lado de los costos como el de los precios de venta (Rosset, 2001).

### **3.2 Enfoque de la agroecología**

A partir de la década de 1970, la agroecología continuó definiéndose como una disciplina científica, pero también emergió gradualmente como movimiento y como un conjunto de prácticas a partir de la década de 1980. A continuación, se describen estas tres dimensiones:

#### **3.2.1 Agroecología como ciencia**

Como disciplina científica Francis et al. (2003); Gliessman et al. (2007); Hecht (1995) señalan que durante las décadas de 1960 y 1970 hubo un aumento gradual en la aplicación de la ecología a la agricultura, en parte como respuesta a la Revolución Verde que creó una mayor intensificación y especialización.

La agroecología se definió como una forma de proteger los recursos naturales, con pautas para diseñar y gestionar agroecosistemas sostenibles (Altieri & Hecht, 1989; Gliessman, 1997). Gliessman (2002) y aún más Conway (1987) desarrolló el concepto e identificó cuatro propiedades principales de los agroecosistemas: productividad, estabilidad, sostenibilidad y equidad.

La agroecología como disciplina científica implicó una definición nueva como 'el estudio integrador de la ecología de todos los sistemas alimentarios, que abarca las dimensiones ecológica, económica y social, o más simplemente la ecología de los sistemas alimentarios' (Francis et al., 2003).

Por su parte Altieri & Nicholls (2000a), definen a la agroecología como la disciplina científica que estudia a la agricultura desde una perspectiva ecológica; surge como un nuevo enfoque que amplía los objetivos y criterios agrícolas para abarcar en conjunto la sustentabilidad, seguridad alimentaria, estabilidad biológica, conservación de los recursos, equidad y producción.

Sarandón (2002), considera que la Agroecología no es, un conjunto de técnicas o recetas que se proponen para reemplazar las generadas por la Revolución Verde, e indica que no se pretende reemplazar el dogma “productivista” por un “dogma Agroecológico”. Así que la Agroecología podría definirse o entenderse como: “Un nuevo campo de conocimientos, un enfoque, una disciplina científica que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica y un fuerte componente ético, para generar conocimientos y validar y aplicar estrategias adecuadas para diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables”.

Esta disciplina proporciona los conocimientos y métodos necesarios para diseñar y manejar agroecosistemas que sean por una parte ambientalmente sanos y altamente productivos y por otra socialmente equitativos y económicamente viables (Altieri & Nicholls, 2005); por lo tanto, trabajar con un enfoque agroecológico nos permite entender y estudiar a los sistemas agrícolas en términos holísticos, ya que los ciclos minerales, las transformaciones de energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas existentes dentro de los ecosistemas agrícolas son analizados como un todo (Altieri & Nicholls, 2000).

### **3.2.2 Agroecología como práctica**

Como un conjunto de prácticas agrícolas, la agroecología busca formas de mejorar los sistemas agrícolas aprovechando los procesos naturales, creando interacciones

biológicas beneficiosas y sinergias entre los componentes de los agroecosistemas (Gliessman, 1990), minimizando los insumos externos sintéticos y tóxicos y utilizando procesos ecológicos y servicios ecosistémicos para el desarrollo e implementación de prácticas agrícolas (Wezel et al., 2014).

La agroecología reivindicó y apoyó a los agricultores tradicionales, indígenas campesinos a mejorar sus prácticas agrícolas como alternativa a una agricultura intensiva (Altieri & Hecht, 1989; Altieri, 1995; Gliessman et al., 2007).

Gliessman et al. (2007); Gliessman (2002), consideran que, en la práctica, la agroecología es: “la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles”, tomando en cuenta todos los componentes del sistema; ecológicos, sociales, económicos y ambientales.

Por su parte Altieri et al. (2021), indican que esta corriente se centra en documentar los efectos de las prácticas que evitan el uso de insumos químicos y de alta energía, aprovechando las propiedades emergentes de todo el sistema agrícola (es decir, reciclando nutrientes, construyendo la materia orgánica del suelo, preservando la agrobiodiversidad y los recursos, entre otros), así como también hace hincapié en las prácticas sociales colaborativas y comunitarias, como el intercambio de conocimientos a través de métodos pedagógicos innovadores y colectivos como Campesino a Campesino.

### **3.2.3 Agroecología como movimiento social**

En el contexto de los movimientos sociales rurales Rosset & Martínez-Torres (2012); Sarandón y Flores (2014) plantean una definición de la agroecología proveniente de la experiencia práctica de “la Vía Campesina”, un movimiento rural que reúne a los campesinos de diversos países, como una ciencia que estudia y trata de explicar el funcionamiento de los agroecosistemas”, con un conjunto de principios que guían las prácticas agronómicas y productivas para producir alimentos e, incluye la seguridad y soberanía alimentaria, como derechos de los pueblos, comunidades y países, no solo para contar con alimentos nutritivos y culturalmente adecuados, accesibles, producidos

en forma sostenible y ecológica, sino también con el derecho a definir sus propias políticas agrícolas.

Los movimientos sociales proponen a la agroecología como solución a crisis modernas como el cambio climático y la desnutrición, en contraste con el modelo agrícola industrial dominante basado en el uso de insumos externos. El objetivo es transformar la agricultura para construir sistemas alimentarios de relevancia local que fortalezcan la viabilidad económica de las áreas rurales basados en cadenas de comercialización cortas y una producción de alimentos justa y segura. Esto implica el apoyo a diversas formas de producción de alimentos a pequeña escala y agricultura familiar, agricultores y comunidades rurales, soberanía alimentaria, conocimiento local, justicia social, identidad y cultura locales, y derechos indígenas a semillas y razas (Altieri & Toledo, 2011; Nyéléni, 2015; Rosset et al., 2011).

Altieri & Toledo (2011) sostienen que la agroecología es un enfoque eficaz para lograr beneficios ambientales, económicos y políticos para los pequeños productores y las comunidades rurales e indican que la “revolución agroecológica” ha extendido sus prácticas en toda América Latina, con puntos fuertes en Brasil, la región Andina, México, América Central y Cuba. Este movimiento se compone de tres aspectos: el epistemológico, el técnico y el social. Estos aspectos se unen para “restaurar la autosuficiencia social, conservar y regenerar la diversidad biológica agrícola, la producción de alimentos sanos y de bajo costo” y “darles poder a los movimientos campesinos”.

Por su parte, Sevilla-Guzmán (2006), sitúa la agroecología en un contexto social y lo presenta como un aspecto clave de la “reconstrucción” de la soberanía alimentaria, como una respuesta a los efectos negativos del modo de uso industrial de los recursos naturales, los cuales han impactado sobre la naturaleza y la sociedad. Para él, la agroecología critica el pensamiento científico convencional en el sentido de que busca la respuesta a la producción equitativa de alimentos más allá de una agricultura basada en agroquímicos.

#### **3.2.4 Agroecosistema**

El agroecosistema es el objeto de estudio de la agroecología, y se define como un sitio de producción agrícola creado por el hombre mediante la manipulación y alteración de un ecosistema natural (Gliessman et al., 2007). Este sistema de manejo que fue artificializado y transformado con el objetivo de obtener productos animales, agrícolas y forestales, está compuesto por un conjunto de elementos relacionados entre sí: sus componentes (físicos, biológicos y socioeconómicos), la interacción entre componentes, las entradas, las salidas y los límites del sistema (Maser et al., 2000).

Por su parte León-Sicard (2009), considera que el agroecosistema no termina en los límites del campo de cultivo o de la finca, puesto que influye y es influenciado por factores de tipo cultural. Sin embargo, su límite social, económico o político es difuso, puesto que está mediado por procesos de decisión intangibles que provienen tanto del ámbito del agricultor como de otros actores individuales e institucionales. Asimismo, aunque la matriz de vegetación natural circundante y las características de los demás elementos biofísicos influyen en la dinámica de los agroecosistemas, las señales de los mercados y las políticas nacionales agropecuarias también determinan lo que se producirá, cuándo, con qué tecnología, a qué ritmos y para qué clase de consumidores, abriendo más el espectro de lo que puede entenderse como borde o límite de los agroecosistemas.

Respecto a este último elemento Gliessman (2002) lo considera muy importante para comprender cómo son los agroecosistemas; estos límites, al igual que en los ecosistemas naturales son designados arbitrariamente de acuerdo al objetivo de estudio, pero en la práctica, un agroecosistema puede ser el espacio que ocupa una finca, parcela, milpa, etc., o el conjunto de estas unidades. Sin embargo, Altieri et al. (1999) mencionan que un punto importante a considerar a la hora de delinear los límites de un agroecosistema, es tener presente que estos son sistemas abiertos que interactúan con el exterior recibiendo insumos y brindando productos; de igual forma, es relevante tener claro que son sistemas dinámicos, ya que constantemente están cambiando debido a la influencia de diferentes factores y procesos, tales como la disponibilidad de recursos; los precios de insumos y productos; las políticas públicas, las variaciones en el ambiente físico; el crecimiento poblacional, etc.

Aunque cada finca, parcela o unidad de producción es diferente, algunas muestran similitudes en el manejo y los cultivos, así como en sus características biofísicas, económicas, sociales y culturales, de modo que pueden agruparse como un tipo de agricultura o agroecosistema (Altieri et al., 1999; Maserá et al., 2000).

El agroecosistema es un conjunto de ecosistemas especializados, que son controlados para la generación de productos agropecuarios. El agroecosistema como proceso de producción se diseña para satisfacer las necesidades materiales de bienes y servicios de la sociedad. El controlador del proceso es el hombre que se encuentra en un contexto local, nacional y global de factores sociales determinantes con elementos naturales que condicionan su acción (Platas-Rosado et al., 2017).

Es “un trozo de naturaleza que puede ser reducido a una última unidad como arquitectura, composición y funcionamiento propios y que posee un límite teóricamente reconocible (...)” (González De Molina, 2011, p. 20).

### **3.3 Sustentabilidad**

La sustentabilidad hace referencia a la capacidad de mantener la producción, en el tiempo. Ello significa, reemplazar la maximización de la producción (ganancia) en el corto plazo, como meta primaria, por una nueva perspectiva que considera la habilidad de mantener la producción, en el tiempo y espacio. Dicha producción supone, la creación de sistemas productivos que no destruyan los ecosistemas, base material de la producción. Bajo el paradigma de la sustentabilidad, los agroecólogos convalidan las formas de apropiación del ecosistema entre cada cultura humana estudiada, mediante el análisis comparativo (Martínez Castillo, 2002).

“La sustentabilidad debe ser hecha operacional en cada contexto específico, a escalas relevantes para alcanzarla, y deben ser diseñados métodos apropiados para su medición a largo plazo” (Maserá & López-Ridaura, 2000).

En el ámbito internacional la sustentabilidad, propuesta por la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo (1988), la define como “la relación entre los sistemas humano y ecológico que permite mejorar y desarrollar la calidad de vida, manteniendo al

mismo tiempo, la estructura, las funciones y la diversidad de los sistemas que sustentan la vida”. Otra definición es la señalada por (Mayer, 2008) como el nivel de consumo y actividad humana que puede continuar dentro de un futuro previsible, a fin de que los sistemas que proporcionan bienes y servicios a los seres humanos persistan indefinidamente.

### **3.4 Agricultura sustentable**

Este concepto se refiere a un modo de agricultura que intenta proporcionar un rendimiento sostenido a largo plazo, a través la gestión de tecnologías ecológicamente racionales. Siendo necesario que la investigación no se enfoque en la obtención de altos rendimientos de un producto en particular, sino a la optimización del sistema en su conjunto (Altieri, 1992).

Otra definición la conceptualiza como “la agricultura que perdura a través del tiempo enfatizando en la calidad del ambiente y de los recursos naturales base de los cuales dependen los alimentos y las fibras necesarios para la humanidad y que deben ser económicamente viables y elevar la calidad de vida de los productores y de la sociedad en su conjunto” (Sociedad Americana de Agronomía, citado por Stockle et al., 1994).

Una concepción más, es la que destaca los aspectos culturales, económicos y sociales como lo plantea Masera et al. (2000), al definir a la agricultura sustentable como: “...la que persigue una distribución justa y equitativa de los costos y beneficios asociados con la producción, se preocupa por el rescate crítico de prácticas de manejo utilizadas por diferentes etnias, de igual manera busca reducir las desigualdades actuales de acceso a los recursos productivos e intenta, así mismo, desarrollar tecnologías y sistemas adaptados a la diversidad de condiciones ecológicas, sociales y económicas locales, además de tener que ser rentable”.

Agricultura sustentable es “el manejo efectivo de los recursos naturales para satisfacer las necesidades cambiantes de la humanidad, mientras se mantiene o se mejora la base de los recursos y se evita la degradación ambiental, asegurando a largo plazo un desarrollo productivo y equitativo” (De Camino & Mueller, 1993)

Masera et al. (2000), proponen hacer operativo el concepto para su medición, para lo cual plantean una serie de atributos, dentro de los cuales se hace posible definir criterios de diagnóstico que pueden medir o expresar el grado de sustentabilidad, a través de indicadores de las diversas dimensiones que conforman la dinámica de los agroecosistemas.

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la comunidad El Zamorano, población perteneciente al municipio de Huichapan, en el Estado de Hidalgo, con una población de 266 habitantes y se localiza a 2026 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Pueblosamerica.com, 2021).

El municipio se encuentra ubicado al oeste del Estado de Hidalgo, entre los paralelos 20° 22´ 24" de latitud norte, a los 99° 38´ 56" de longitud oeste (Figura 1).

Sus colindancias son: Al norte con el Municipio de Tecozautla, al sur con los Municipios de Nopala y Chapantongo, al oeste con el Estado de Querétaro, al este con el Municipio de Alfajayucan (INAFED.gob, 2021).

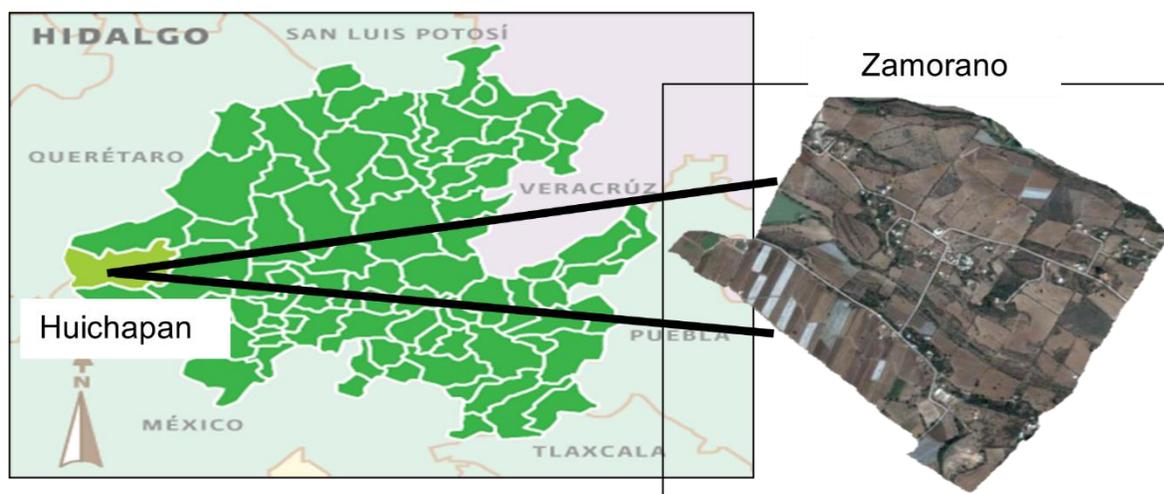


Figura 1. Localización de la comunidad "El Zamorano", Huichapan, Hidalgo.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INAFED 2021 y Google Earth.

### Aspectos físicos

Presenta un clima templado-frío, con una temperatura anual de 16°C; precipitación pluvial media de 437 milímetros por año con un periodo de lluvias en los meses de mayo a septiembre (INAFED.gob, 2021).

La misma fuente menciona que el suelo es de las eras secundaria, terciaria, cuaternaria y mesozoica; es semidesértico y rico en materia orgánica y nutrientes, el uso principal de la tierra es agrícola y agostadero, en segundo lugar, el uso forestal como los pastos

naturales, bosque o selva. Es un suelo de buena calidad predominando el tipo feozem en un 70%, vertisol en un 20%, planasol 8% y renbzina en una mínima parte.

#### Actividades económicas

Las actividades económicas principales que se realizan en Zamorano son: la albañilería, comercio, agricultura, ganadería, laminado de cantera y una pequeña parte a los servicios profesionales. En el caso de la agricultura, la practican el 95% de las familias y produce para venta en el mercado local de Ixmiquilpan, Hidalgo, y para autoconsumo familiar y alimentos para el ganado. La comunidad dispone de un pozo profundo de agua para uso agrícola que abastece a los terrenos para el cultivo de hortalizas, granos básicos y forrajes; en otra sección de la comunidad se producen bajo condiciones de temporal. Dentro de la comunidad existen dos empresas independientes: el rancho ganadero “La Bonanza” y el invernadero “Trabajadores Unidos”; éstas son de suma importancia, ya que son fuentes de empleo para los habitantes de Zamorano, mejorando la calidad de vida de sus familias.

#### **4.2 Unidad de estudio**

La unidad de estudio fue el agroecosistema, considerando como el área física que ocupan las parcelas agrícolas de los 27 usuarios socios, que son regadas con el agua de pozo de la sociedad “Pozo Zamorano” Hidalgo, México.

#### **4.3 Enfoque de la investigación**

Se realizó una investigación participativa más allá de la participación funcional o por estímulos. Se busca el logro de la organización, la autogestión y la autonomía comunitaria, y de acuerdo con (Hellin et al., 2006) “el fortalecimiento de las capacidades locales y en el caso de los individuos que participan en el proceso, la generación de mayor confianza en sí mismos y en sus conocimientos”, lo cual implica procesos de mayor alcance en el tiempo y en los resultados; es decir, una participación más funcional e interactiva hasta llegar al autodesarrollo (Geilfuis, 2001).

La investigación participativa con agricultores en el marco del conocimiento agroecológico representa una alternativa de integración y acercamiento entre el

conocimiento tradicional y el conocimiento científico convencional; “Esto implica un diálogo mediante la comunicación intercultural revalorizadora, para dinamizar el saber de la comunidad rural tal como es, así se aproxima al punto de vista en que se desenvuelve el actor orientado como agente del sistema social” (San Martín, 2002).

La investigación participativa es una forma de hacer investigación que está siendo ampliamente utilizada para lograr que los agricultores no solamente participen de manera tangencial en los proyectos de desarrollo, sino que también avancen hacia dinámicas de organización y autogestión para la solución de las múltiples problemáticas que se presentan a los agricultores de economía campesina (Cárdenas Grajales, 2009).

Altieri (1995) y Toledo (2005) destacan que la agroecología reconoce a la investigación participativa, como un principio fundamental de la investigación agroecológica que sustenta el “diálogo de saberes”, ya que, aporta a la construcción de los fundamentos y métodos científicos de una agricultura alternativa en donde se valoren y rescaten los saberes locales para mantener y acrecentar, entre otros, la variedad genética, los policultivos, la diversidad de prácticas productivas y la heterogeneidad paisajística.

Considerando lo anterior, para este estudio fue muy importante hacer partícipes a los productores en los talleres que se organizaron, por lo que se propició que cada integrante (hombre y/o mujer de la sociedad de riego), manifestara su opinión y compartiera su experiencia para buscar estrategias de mejora en sus actividades y priorizar los problemas a los que se enfrentaban y así sugerir alternativas.

#### **4.4 Técnicas de investigación**

Las técnicas para generar información fueron las siguientes:

##### **4.4.1 Encuesta**

León y Montero (1993), denotan que la encuesta es una técnica de recogida de datos, una forma concreta, particular y práctica de un procedimiento de investigación y la define como “una investigación destinada a conocer características de una población de sujetos a través de un conjunto de preguntas”. Para Arnau (1995), la encuesta abarca: un conjunto de técnicas e instrumentos de recopilación de datos que permite registrar o

medir una gran cantidad de variables dependientes sin la manipulación activa de las condiciones de producción de los fenómenos o variables independientes; así mismo, afirma que “tiene una gran versatilidad, variedad de campos de aplicación, así como su capacidad de describir las características sociales de los colectivos estudiados e inferir conclusiones extensivas a la totalidad de dichos colectivos”.

Calduch (2013) señala que con ella también se puede adquirir información de interés sociológico, mediante un cuestionario previamente elaborado, a través del cual se puede conocer la opinión o valoración del sujeto seleccionado en una muestra sobre un asunto dado. En la encuesta a diferencia de la entrevista, el encuestado lee previamente el cuestionario y lo responde por escrito.

Como instrumento se utilizó un cuestionario, considerado como un procedimiento clásico en las ciencias sociales para la obtención y registro de datos. Su versatilidad permite utilizarlo como instrumento de investigación y como instrumento de evaluación de personas, procesos y programas de formación. Es una técnica de evaluación que puede abarcar aspectos cuantitativos y cualitativos. Su característica singular radica en que, para registrar la información solicitada a los mismos sujetos, ésta tiene lugar de una forma menos profunda e impersonal, que el "cara a cara" de la entrevista. Al mismo tiempo, permite consultar a una población amplia de una manera rápida y económica (García Muñoz, 2003).

Para poder obtener información sobre los cultivos y los sistemas de riego de los productores del “Pozo Zamorano”, se aplicó un cuestionario a cada uno de los 27 usuarios socios del pozo (Anexo 7.1.2). El cuestionario se dividió en apartados que incluyeron; datos del productor y su familia, sobre el agua de riego, su participación en la organización para gestión del agua, tecnología de producción y jornales, asesoría externa, comercialización de hortalizas, opinión personal, autoridades de la sociedad y documentos oficiales; algunos de los entrevistados se ayudaban consultando sus reportes o anotaciones que llevan en casa para su administración personal.

El cuestionario permitió obtener información sobre aspectos ambientales, tecnológicos, sociales, económicos relacionados con la producción de alimentos, manejo del agua de

riego y del sistema agrícola de los ocho cultivos del agroecosistema, las prácticas tecnológicas y nuevos acuerdos sociales que se han establecido entre los regantes.

Se aplicaron en forma individual, cada uno contestaba de forma escrita u oral, propiciando el diálogo con el propósito de enriquecer y profundizar sobre el manejo particular del agroecosistema.

#### **4.4.2 Observación participante**

Alberich et al. (2009) indican, que más que una técnica sistematizada, la observación participante se trata de una actitud que debe estar presente a lo largo de todo el proceso de investigación. Consiste, en no dejar escapar detalles, aunque puedan parecer insignificantes, que aparecen en cualquier momento, ya sea en reuniones, talleres, contactos informales. Ellos consideran que es conveniente tomar algunas notas sencillas relativas al lugar, las personas, los hechos y las circunstancias observadas e igualmente recoger frases textuales sobre el tema escuchadas en cualquier circunstancia, pues todas esas anotaciones, añadidas a los resultados de las entrevistas y la recogida de datos e informaciones, complementan, de manera muy enriquecedora, la visión general de la realidad social que se está investigando.

Al respecto, el asistir a reuniones mensuales de la sociedad, permitió presenciar la toma de acuerdos sobre la infraestructura para distribuir el agua y la organización para realizar actividades en grupo, y permitió un acercamiento sobre el ambiente que se vive entre los productores miembros de la sociedad de riego. Participar en algunas actividades de cosecha o labores culturales, fue posible conocer sobre su experiencia en el manejo del cultivo.

En otras ocasiones, con los encargados del mantenimiento de la infraestructura de riego, se realizaron recorridos para conocer las rutas principales y secundarias de la tubería; así mismo, las personas narraban las acciones que habían realizado debido a algunos inconvenientes presentados.

#### **4.4.3 Talleres**

Ganuzza et al. (2010) destacan, que los talleres son espacios de participación y diálogo de saberes, por lo que, el enfoque participativo de trabajo en grupos, es una metodología que fue diseñada para optimizar los seminarios y talleres; los cuales tienen en cuenta la motivación del grupo a la participación por medio de preguntas, alternándolo con trabajos en pequeños grupos de plenarias.

Los mismos autores señalan que “el objetivo que se propone con un taller participativo es crear un espacio público que permita a los participantes hablar en unas condiciones horizontales, lo cual exige así una organización y un papel muy claro de quienes son los responsables de llevarlo a cabo, y que las condiciones de ese espacio sean preservadas”.

Con base en lo anterior, con la participación del grupo de 27 socios del “Pozo Zamorano”, se realizó un primer taller denominado “Hablando sobre la actividad hortícola de producción de alimentos: intercambio de saberes”, realizado el 05 de mayo del 2019.

Una vez realizados los actos protocolarios de presentación del evento y participantes, se procedió a exponer el proyecto de investigación a desarrollar y a explicar diversos conceptos fundamentales del tema de estudio, tales como la durabilidad o sustentabilidad de los recursos productivos como el agua, así mismo, se planteó la importancia de realizar el diagnóstico del agroecosistema hortícola de Zamorano, a través de indicadores, para identificar los factores que afectan la durabilidad.

La dinámica del taller permitió interactuar y obtener información, a través de la conformación de grupos, de acuerdo a las edades de los hombres (jóvenes, adultos y adultos mayores), y un grupo de mujeres. Una vez conformados, se les pidió, con base en la metodología recomendada por Geilfus (2002) y Dumont et al. (2020) colocar en una línea del tiempo, sobre una hoja de cartulina, las diferentes actividades que consideraron importantes y que determinaron el paso de cultivos básicos a productores de hortalizas, así mismo, se les solicitó que se indicara, en la parte baja, los acontecimientos relevantes como usuarios del “Pozo Zamorano”.

Al finalizar, los representantes de cada grupo expusieron sus resultados plasmados en su hoja de cartulina, lo cual sirvió de manera general, realizar un listado de los principales

problemas presentes; asimismo, en la misma manera gráfica, se pudieron identificar los aspectos que afectan su organización de regantes en la sustentabilidad del agroecosistema.

Como conclusión, la sociedad de regantes consideró importante aprender a elaborar productos alternativos orgánicos para la protección fitosanitaria y la fertilización orgánica (biopreparados) de sus cultivos, considerando que esto podría mejorar al medio ambiente y su economía al minimizar el riesgo toxicológico y reducir costos de insumos externos, por lo que solicitaron el apoyo para la búsqueda de ponentes y la organización del taller.

Por lo anterior, la coordinadora del Laboratorio Reprodutor de Organismos Benéficos (NAFEX) y un Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) del campo experimental Las Huastecas, San Luis Potosí, fueron invitados a desarrollar el taller “Cerrando el 8” los días 05 y 06 de octubre del 2019.

#### **4.4.4 Revisión documental**

Como una parte importante de la investigación, se revisaron los documentos oficiales de su constitución, el reglamento de la dinámica del riego, formas de organización, sanciones y acuerdos en el uso del agua.

#### **4.5 Evaluación de la Sustentabilidad**

Para la evaluación de la sustentabilidad del agroecosistema del Pozo Zamorano, se utilizó el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), bajo la consideración de lo expresado por Astier & Hollands (2007); Astier et al. (2008); Borges et al. (2020); Speelman et al. (2007) que destacan que la estructura del MESMIS, así como su visión multidimensional e interdisciplinaria de la sustentabilidad, han sido elementos clave para la aplicación de la metodología en un gran número de estudios de caso en a nivel mundial, destacando los realizados en México y América Latina. Esta metodología ha demostrado ser una herramienta útil para la evaluación de sistemas de referencia y alternativos, identificando sus ventajas y desventajas y para la toma de decisiones en los

procesos de evaluación de sustentabilidad; además, ha probado su flexibilidad para ser aplicada y adaptada en diferentes condiciones biofísicas y socioeconómicas.

En adición a lo anterior Arévalo Pacheco & García Rojas (2015) indican que es muy versátil ya que, aunque es una metodología utilizada para evaluar sistemas agrícolas, forestales o ganaderos, les fue útil para hacer operativo el concepto y evaluar la sustentabilidad de la actividad turística, logrando la descripción de los atributos adaptado a dicha actividad y estableciendo los indicadores respectivos. Borges et al. (2020) basado en el protocolo para realizar revisiones sistemáticas de literatura, descrito por Sampaio & Mancini (2007) realizó una revisión bibliográfica del periodo de 1999 al 2019, sobre publicaciones que utilizaron el método MESMIS (Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad), encontrando la primera publicación en el 2005, además de que su uso ha venido aumentando sobre la medición de la sostenibilidad de las actividades agropecuarias, realizadas mayoritariamente en el continente americano y europeo pero también algunos en otros continentes; asimismo, en 138 artículos de los cuales en 96 casos, los resultados mostrados se refieren a estudios que ocurrieron simultáneamente en más de un continente mediante la realización de análisis transversales para comparar diferentes territorios, lo que muestra que el método se puede utilizar para medir la sostenibilidad en condiciones diversas.

Por su parte Tonolli & Ferrer (2018) analizaron comparativamente, por ser ampliamente utilizados en la Latinoamérica, el MESMIS diseñado por Masera et al. (1999) con el marco "Evaluación de agroecosistemas mediante indicadores de sustentabilidad" (EAMIS) desarrollado por (Sarandón, 2003).

Ellos consideraron los artículos en los que se origina y desarrollan conceptualmente los marcos metodológicos, además de las publicaciones, según categorías que consideraron, y así obtuvieron las semejanzas, las diferencias, las ventajas y las limitantes de los marcos de evaluación analizados.

Sus resultados muestran que en ambos marcos existen fases similares para analizar de manera integral los agroecosistemas; asimismo, presentan una estructura simple, ordenada y conducente, por lo que concluyen que globalmente ninguno de los dos

marcos presenta características superiores al otro; sin embargo, el enfoque sistémico del marco MESMIS le otorga mayor poder en la propuesta de resolución de problemas.

#### **4.5.1 Descripción del marco MESMIS**

Una característica importante que destacan Masera et al. (2000), sobre esta metodología, es la visión multidimensional de la sustentabilidad, que se integran en siete atributos básicos que debe de tener un sistema de producción sustentable que incluyen: 1) productividad, 2) estabilidad, 3) resiliencia, 4) confiabilidad, 5) adaptabilidad o flexibilidad, 6) equidad, y 7) autodependencia o autogestión.

Con base a estos atributos Masera et al. (2000), definen a los sistemas de producción sustentable como aquellos que permitan, entre otros: tener un alto nivel de productividad mediante el uso eficiente y sinérgico de los recursos naturales y económicos; proporcionar una producción confiable, estable y resiliente a perturbaciones mayores en el transcurso del tiempo; adaptarse a nuevas condiciones del entorno económico y biofísico mediante procesos de innovación y aprendizaje; distribuir equitativamente los costos y beneficios del sistema entre diferentes grupos y generaciones involucradas; y poseer un nivel aceptable de autodependencia para poder responder y controlar los cambios inducidos desde el exterior, manteniendo su identidad y sus valores.

#### **4.5.2 Ciclo de evaluación**

La aplicación de la metodología del MESMIS propuesta por Masera et al. (2000) se lleva a cabo mediante un ciclo de evaluación integrado por seis pasos que comprenden los siguientes:

1. Determinación del objeto de la evaluación. Se definen los sistemas de manejo que se han de evaluar, sus características y el contexto socioambiental de la evaluación.
2. Determinación de los puntos críticos que pueden incidir en la sustentabilidad de los sistemas de manejo que se van a evaluar.
3. Selección de indicadores. Se determinan los criterios de diagnóstico y se derivan los indicadores estratégicos para llevar a cabo la evaluación.

4. Medición y monitoreo de los indicadores. Incluye el diseño de los instrumentos de análisis y la obtención de la información deseada.
5. Presentación e integración de resultados. Se compara la sustentabilidad de los sistemas de manejo analizados y se indican los principales obstáculos para la sustentabilidad, así como los aspectos que más la favorecen.
6. Conclusiones y recomendaciones. Se hace una síntesis del análisis y se proponen sugerencias para fortalecer la sustentabilidad de los sistemas de manejo analizados, así como para mejorar el proceso mismo de evaluación.

Al realizar estos seis pasos, se habrán conceptualizado los sistemas y los aspectos que se desea mejorar, para hacerlos más sustentables, y con esto se da inicio a un nuevo ciclo de evaluación (Figura 2).

Los autores antes mencionados, señalan que la sustentabilidad solamente puede evaluarse de manera comparativa o relativa, ya sea comparando un mismo sistema a través del tiempo, o un sistema de manejo alternativo con uno de referencia; ambas opciones se pueden realizar de manera transversal o longitudinal; esto conlleva a obtener juicios que establezcan la sustentabilidad mayor o menor de un sistema con otro.

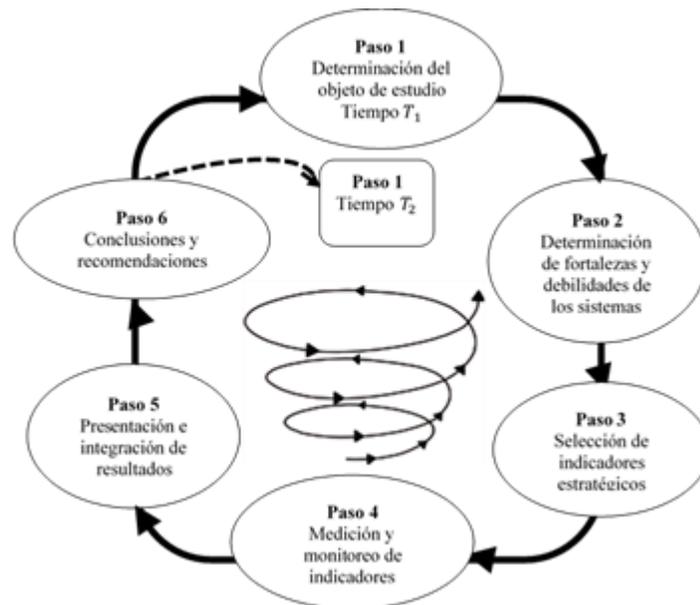


Figura 2. Ciclo de evaluación en el MESMIS

Fuente: Masera et al. (2000).

Operativamente Masera et al. (2000), señalan que, para dar concreción a los atributos generales, se definen una serie de puntos críticos para la sustentabilidad del sistema de manejo que se relacionan con tres áreas de evaluación (ambiental, social y económica). En cada una de ellas se definen criterios de diagnóstico e indicadores, lo que asegura una relación clara entre los indicadores y los atributos de sustentabilidad del agroecosistema (Figura 3).

La información obtenida, mediante los diferentes indicadores, se integra utilizando técnicas de análisis multicriterio, con el fin de emitir un juicio de valor sobre los sistemas de manejo comparados o referidos y brindar sugerencias para mejorar su perfil socioambiental.



Figura 3. Esquema general del MESMIS: relación entre atributo e indicadores.

Fuente: Masera et al. (2000).

Para la estructuración del MESMIS Masera et al. (2000) consideraron que la determinación de los atributos debe partir de las propiedades sistémicas fundamentales del manejo de recursos naturales. Asimismo, el conjunto de ellos debe cubrir íntegramente aquellos aspectos que tienen un efecto sobre el comportamiento de un sistema de manejo.

### **4.5.3 Atributos generales**

Masera et al. (1999) plantearon y definieron siete atributos generales que incluyeron los siguientes:

1. Productividad. Capacidad del agroecosistema para proveer el nivel requerido de bienes y servicios.
2. Equidad. Habilidad del sistema para distribuir la productividad (beneficios o costos) de una manera justa.
3. Estabilidad. Propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable, de manera tal que se mantenga la productividad del sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo bajo condiciones promedio o normales
4. Resiliencia. Es la propiedad de retornar al estado de equilibrio o mantener el potencial productivo después de que el sistema haya sufrido perturbaciones graves.
5. Confiabilidad. Se refiere a la capacidad del sistema de mantenerse en niveles cercanos al equilibrio ante perturbaciones normales del ambiente.
6. Adaptabilidad (o flexibilidad). Es la posibilidad del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio que le permita continuar siendo productivo ante cambios de largo plazo en el ambiente.
7. Autodependencia (o autogestión, en términos sociales). Habilidad de regular y controlar sus interacciones con el exterior.

### **4.6 Análisis de datos**

La información obtenida de los cuestionarios se ingresó a una base de datos con ayuda del programa "Microsoft Excel", se ordenó en una hoja de cálculo y se clasificaron por aspectos de cultivo, datos del productor y de la sociedad, así mismo, se generaron diversas bases de datos por cultivo y una general para comparar costos, mano de obra familiar y pagada. Por otra parte, se realizaron operaciones estadísticas básicas tales como media, moda, máximos, mínimos, así como las gráficas de cada aspecto estudiado.

Este mismo programa se utilizó para graficar los resultados obtenidos del nivel de sustentabilidad del sistema hortícola del Zamorano, para lo cual, se utilizaron valores de referencia óptimos, intermedios y bajos de los indicadores considerados. El resultado fue una gráfica radial que permite observar el área donde fluctúan los diferentes valores obtenidos, dando como resultado una figura conocida también como ameba o telaraña.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL

Resulta importante destacar que, para el desarrollo de este capítulo, se siguen en estricto los pasos de la metodología del MESMIS; asimismo, de manera orientativa fue considerada la estructura, el desarrollo, en su mayoría los indicadores usados y los métodos de medición empleados por Ocampo Fletes (2004) en su tesis doctoral: “Gestión del agua y sustentabilidad de los sistemas de pequeño riego. El caso del canal San Félix, Atlixco, México”. En este estudio se evaluó la sustentabilidad de un agroecosistema diversificado con hortalizas, flores, cultivos aromáticos, forrajeros, básicos y frutales, con un sistema de riego intermunicipal e intercomunitarios, con una organización social con cuatro niveles administrativos y operativos para manejar la infraestructura de riego y el agua para el uso agrícola.

### **Paso 1. Definición del objeto de la evaluación**

Para esta investigación se consideró como agroecosistema, el sistema agrícola de pequeño riego, que consiste del área física que ocupan las parcelas agrícolas regadas y manejadas por el grupo de usuarios organizados en la sociedad “Pozo Zamorano”. La escala espacial ocupó 27 hectáreas de riego en una escala temporal que comprendió el ciclo Otoño-Invierno (O-I) 2019.

Los valores óptimos para algunos indicadores se establecieron con información de un sistema alternativo orgánico para compararlo con el de referencia. El orgánico se consideró como la forma de producción donde no se emplean insumos químicos, sino sustitutos orgánicos; así mismo, muchas de las actividades son realizadas de forma manual, y otras con maquinaria agrícola.

Se realizó la caracterización del sistema, tomando en consideración los datos obtenidos a través de la observación participante y de la aplicación de las encuestas que incluyeron: la organización de la sociedad, los cultivos sembrados en las parcelas, insumos empleados a lo largo del ciclo productivo, tipo de riego, así como la infraestructura empleada y la tecnología de manejo de producción, entre otros.

El ambiente donde se desarrolló el sistema de referencia presenta un clima semi seco templado, con suelos en su mayoría franco arcillosos, la vegetación original es de maguey, pirul, mezquite, entre otros.

Los cultivos que se siembran en el sistema son: calabacita, pepino, tomate verde, jitomate, chile jalapeño, maíz, frijol ejotero y alfalfa. Durante el año se obtienen dos cosechas, ciclo primavera-verano y otoño-invierno, se realiza rotación de cultivos en la gran mayoría de parcelas y ofrece una vista diversa de los policultivos presentes. La tecnología usada es un sistema mixto (convencional y presencia de prácticas e insumos tradicionales) para el manejo de suelos e insectos plagas, arvenses y enfermedades, así mismo, se usa el tractor y la yunta. También hay presencia de ganado en casi la totalidad de las unidades de producción.

Las características socioeconómicas de los productores indican un nivel económico bueno, pues les permite mantener un capital de inversión para la agricultura y la ganadería, manteniendo así la producción de alimentos para el mercado y el autoabasto; asimismo, la escala de producción familiar en promedio es de una hectárea.

Los 27 usuarios integran la Sociedad de riego "Pozo Zamorano", con una hectárea de superficie propia, siendo esta la forma de organización social existente para el manejo de la infraestructura y del agua de pozo para riego, constituyendo de esta forma la unidad de análisis.

El tipo de organización es una Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada (S.P.R. de R.L.).

En la Figura 4, se muestra el sistema hortícola con sus subsistemas, entradas, salidas y relaciones entre los componentes.

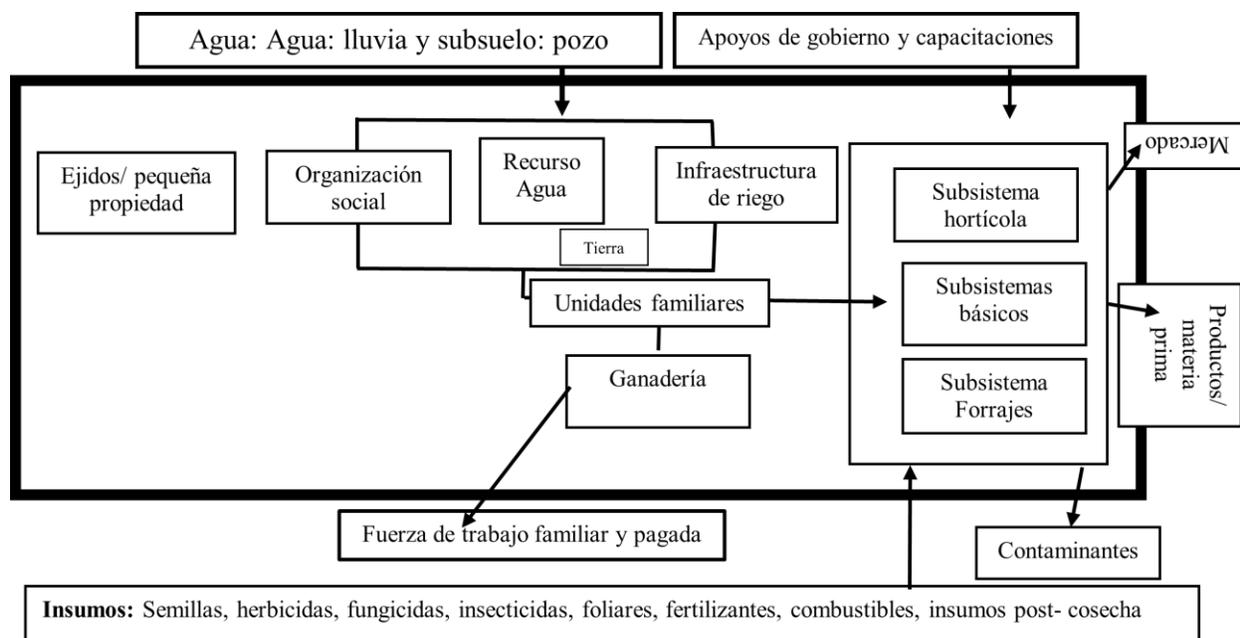


Figura 4. Caracterización del sistema hortícola de usuarios del pozo Zamorano, Hidalgo.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en los talleres participativos

## Paso 2. Identificación de los puntos críticos del sistema

Fueron identificados los aspectos y procesos más vulnerables y los que fortalecen el sistema que pudieran provocar un desequilibrio en el funcionamiento y ser los causantes de las pérdidas de sustentabilidad del sistema hortícola a evaluar.

En el Cuadro 1, se integran los puntos críticos por atributo, definidos a través de la revisión bibliográfica, la caracterización del sistema hortícola y de la dinámica con los usuarios del Pozo Zamorano, en la actividad de los talleres organizados.

Cuadro 1. Enunciados de los puntos críticos identificados del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.

<b>Atributo</b>	<b>Punto crítico</b>
Productividad	Alto costo de mano de obra Alto costo de insumos externos (más del 40% de los costos es para insumos externos).
Estabilidad, resiliencia, confiabilidad	Inestabilidad en los precios del mercado Alto uso de agroquímicos
Adaptabilidad	Altos cambios tecnológicos (manejo y conservación) y sociales en la gestión del agua de riego.
Equidad	Alta presencia de mano de obra familiar, tenencia o disponibilidad de equipos y herramientas por familia.
Autogestión	Alta dependencia de recursos externos (maquinaria, bombas de motor, equipo e infraestructura de riego)

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en talleres.

### **Paso 3. Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores**

Para el caso de estudio, se identificaron los criterios de diagnóstico y los indicadores que permitieran evaluar la sustentabilidad del agroecosistema hortícola de riego Zamorano, ambos elementos se eligieron cubriendo las dimensiones ecológica, económica y social.

En el Cuadro 2, se muestran en forma agrupada los atributos, criterios de diagnóstico, indicadores estratégicos y específicos, el método de medición y al área o dimensión a la que pertenecen cada indicador, todos los cuales se encuentran agrupados por atributo; asimismo, cada indicador estratégico y específico requirió de un método de medición cuya información fue recogida a través de distintas técnicas cuantitativas y cualitativas descritas anteriormente.

Cuadro 2. Criterios de diagnóstico, indicadores, método de medición y área o dimensión para medir la sustentabilidad en el agroecosistema hortícola "Pozo Zamorano".

Atributo	Criterio de diagnóstico	Indicador estratégico e indicadores específicos	Método de medición	Área o dimensión
Productividad	Eficiencia	1. Eficiencia en el uso del agua a) Producción por metro cubico de agua (kg/m <sup>3</sup> )	Eficiencia en el uso del agua: $E = \frac{\text{producción (kg)}}{\text{agua utilizada (m}^3\text{)}}$	Ecológica
	Rendimiento	2. Volumen de producción del sistema a) Rendimiento por cultivo  b) Producción total del sistema	Rendimientos en toneladas por hectárea (Tm/ha) $t ha^{-1}$  Producción total del sistema (Tm)	Ecológica
	Eficiencia económica (rentabilidad)	3. Rentabilidad económica a) Relación beneficio costo (relación B/C)	R B/C por cultivo R B/C por sistema	Económica
	Generación de empleo	4. Generación de empleo a) Número de jornales- hombre generados  b) Número de empleos permanentes por sistema y por familia	Número de jornales/ha  Número de jornales del sistema	Social-económica
	Diversidad ecológica	5. Diversidad ecológica a) Número de cultivos manejados en el sistema (diversidad agrícola).	Número de cultivos por sistema	Ecológica

<b>Atributo</b>	<b>Criterio de diagnóstico</b>	<b>Indicador estratégico e indicadores específicos</b>	<b>Método de medición</b>	<b>Área o dimensión</b>
<b>Estabilidad, resiliencia confiabilidad</b>	Orden social	<b>6.</b> Estabilidad social de la organización de regantes a) Mecanismos de resolución de conflictos (arreglos internos y decisiones externas)	Tipos de conflictos Reglamentos internos Tipo de sanciones Arreglos internos	Social
	Superficie sembrada	<b>7.</b> Superficie sembrada y regada con agua del pozo a) Superficie sembrada en relación a la cantidad de agua de derecho por socio	Superficie regada con el agua disponible: ha totales/l. p. s	Ecológico
<b>Adaptabilidad</b>	Capacidad de cambio tecnológico	<b>8.</b> Nuevas prácticas tecnológicas para manejo de agua. a) Prácticas de uso eficiente de agua (cintas de goteo)  b) Estanques de almacenamiento  c) Uso de acolchados plásticos	Nuevas prácticas tecnológicas	Ecológico-social
	Capacidad de cambio social	<b>9.</b> Cambios sociales en la gestión de la infraestructura y del agua de riego a) Nuevos arreglos sobre la infraestructura y el agua de riego	Nuevos arreglos Nueva organización	Social
<b>Equidad</b>	Distribución de recursos y beneficios; (distribución y adjudicación)	<b>10.</b> Distribución de recursos a) Distribución de la mano de obra agrícola, maquinaria y equipo agrícola	N. ° de personas que trabajan en la unidad familiar	Social-económica

Atributo	Criterio de diagnóstico	Indicador estratégico e indicadores específicos	Método de medición	Área o dimensión
	de sus recursos: mano de obra familiar, maquinaria y equipo agrícola).	<b>11. Beneficios del sistema</b> a) Distribución del agua (tandeo y usuario individual)	N. ° de equipos y herramientas por familia  Tandeo por roles de distribución (períodos: N.º de horas de agua por período de tiempo)	Social
	Seguridad alimentaria	<b>12. Autosuficiencia</b> a) Producción de granos básicos b) Consumo humano de grano básico c) Consumo animal de granos básicos d) Consumo animal de forraje	Producción de maíz destinada a autoconsumo $t\ ha^{-1}$  Superficie sembrada, ha	Social-económico
	El papel de la mujer	<b>13. Igualdad de género; Distribución de tareas agrícolas por género y participación de la mujer en la organización social.</b> a) Distribución de las tareas agrícolas por género. b) Participación de la mujer en la organización social de regantes	Tipo de actividades que realiza la mujer N.º de mujeres socias y que han ocupado cargos en la estructura organizativa	Social

<b>Atributo</b>	<b>Criterio de diagnóstico</b>	<b>Indicador estratégico e indicadores específicos</b>	<b>Método de medición</b>	<b>Área o dimensión</b>
<b>Autodependencia (autogestión)</b>	Recursos externos	<b>14.</b> Grado de dependencia respecto a insumos externos <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Dependencia de insumos agrícolas externos; semillas, agroquímicos e insumos para cosecha</li> <li>b) Dependencia de maquinaria y equipo</li> <li>c) Asesoría externa</li> <li>d) Dependencia de apoyos gubernamentales</li> </ul>	Toneladas de agroquímicos y semilla que entran al sistema.  Número de unidades de maquinaria y equipos que entran al sistema Número de pláticas al mes  Programas de gobierno	Ecológica-económica  Económica  Económica-social Económica-social
	Organización	<b>15.</b> Control social del proceso de infraestructura y del agua <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Estructura y funcionamiento de las organizaciones locales</li> <li>b) Leyes y acuerdos</li> <li>c) Sistemas de sanciones</li> </ul>	Existencia de una organización  Redes sociales de control Normas, leyes o acuerdos de funcionamiento	Social
	Control	<b>16.</b> Derechos de propiedad <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Reconocimiento de derechos colectivos e individuales del agua</li> </ul>	Reglas sobre el uso Cumplimiento de leyes consuetudinarias	Social

Nota: Los puntos críticos están interrelacionados entre las dimensiones ambiental, económica y social.

#### **Paso 4. Medición y monitoreo de los indicadores**

Para medir cada uno de los indicadores, se utilizó la información primaria que se obtuvo de las encuestas y entrevistas aplicadas, los talleres realizados y de la observación participante.

También se realizó una revisión bibliográfica para obtener óptimos de cada indicador, así mismo el manejo del agroecosistema hortícola del Pozo Zamorano se consideró como convencional para compararlo, en su momento, con una situación de óptimo de producción de hortalizas orgánicas, para el caso de los indicadores del 8-15, se creó un criterio de decisión, con prácticas que valoraban cuál era el porcentaje de participación de los productores en dicho indicador.

#### **Atributo de productividad**

Eficiencia

Eficiencia (Ef.) en el uso del agua

Producción por metro cúbico de agua ( $\text{kg}(\text{m}^3)$ )

Palacios-Vélez et al. (2018) indican que, en su experiencia en distritos de riego, la eficiencia en el uso del agua rodada está determinada por varios factores, entre los que se destacan; su almacenamiento, conducción y su aplicación a las parcelas de los regantes, por lo que plantea que se hace necesario optimizar este importante y escaso recurso en las zonas agrícolas de México, pues es una condicionante para mejorar la productividad.

En adición a lo anterior Ramos-Cruz et al. (2018) agregan que, a nivel nacional y mundial, la eficiencia en el uso del agua de riego rodado es baja, llegando a pérdidas del 60% durante la conducción y distribución.

Por su parte Falck & Yáñez (2011), consideran que para calcular la “eficiencia en el uso del agua (EUA)” o “productividad del agua (PA)” se puede utilizar la relación existente entre la biomasa presente en un cultivo por unidad de agua utilizada, en un determinado momento.

$$\text{Ef agua} = \frac{\text{Producción (kg)}}{\text{Agua utilizada (m}^3\text{)}}$$

Para el presente estudio, esta eficiencia se determinó para todos los cultivos, utilizando el peso de la biomasa aérea de la planta para la alfalfa y para el maíz se incluyó el peso del grano; asimismo para los cultivos: calabacita, tomate verde, ejote, chile jalapeño, pepino y jitomate únicamente se cuantificó el peso de los frutos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Eficiencias en el uso de agua para el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” y situación óptima orgánica.

Agroecosistema hortícola Zamorano									
Cálculo por hectárea					Cálculo para el sistema total				
Cultivo	<i>Rend</i> <sup>2</sup> Producto cosechado (kg)	Consumo de agua por ciclo (hrs)	Volumen m <sup>3</sup> /h	Eficiencia	Promedio de eficiencia	Superficie ha	<i>Rend</i> <sup>2</sup> Producto cosechado (kg)	Volumen m <sup>3</sup> /h	Promedio de eficiencia
Alfalfa	23,460	70	5,544	4.23	<b>8.54</b>	2	46,920	11,088	<b>11.1</b>
Maíz	9,600	40	3,168	3.03		1	9,600	3,168	
Frijol ejotero	8,500	20	1,584	5.37		2	17,000	3,168	
Calabacita	33,462	31	2,455	13.63		13	435,006	31,917	
Chile jalapeño	18,000	30	2,376	7.58		2	36,000	4,752	
Jitomate	45,000	30	2,376	18.94		2	90,000	4,752	
Pepino	37,500	35	2,772	13.53		4	150,000	11,088	
Tomate	18,000	30	2,376	7.58		1	18,000	2,376	
<b>Total</b>	<b>193,522</b>		<b>22,651</b>				<b>802,526</b>	<b>72,310</b>	
Sistema óptimo orgánico									
Cálculo por hectárea					Cálculo para el sistema total				
Cultivo	Producto cosechado (kg)	Volumen m <sup>3</sup> /h	Eficiencia	Promedio de eficiencia	Superficie ha	Producto cosechado (kg)	Volumen m <sup>3</sup> /h	Promedio de eficiencia	
Alfalfa	20,000	5,544	3.61	<b>8.8</b>	2	40,000	11,088	<b>11.3</b>	
Maíz	5,000	3,168	1.58		1	5,000	3,168		
Frijol ejotero	3,984	1,584	2.52		2	7,968	3,168		
Calabacita	34,962	2,455	14.24		13	454,506	31,915		
Chile jalapeño	18,462	2,376	7.77		2	36,924	4,752		

Jitomate	77,602	2,376	32.66	2	155,204	4,752
Pepino	25,833	2,772	9.32	4	103,332	11,088
Tomate	14,179	2,376	5.97	1	14,179	2,376
<b>Total</b>	<b>200,022</b>	<b>22,651</b>			<b>817,113</b>	<b>72,307</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo para 2019 para la situación actual y datos de orgánicos SIACON, 1980-2019, consultado en <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>, 06-08-2020.

Los registros de la bitácora de uso del agua del Pozo Zamorano, indicaban un volumen de extracción de 79.2 m<sup>3</sup>/h, este valor se multiplicó por la cantidad de horas de bombeo que se emplearon para cada ciclo del total de cultivos del agroecosistema y así se obtuvo el volumen total del consumo para el ciclo agrícola otoño-invierno para cada uno de los ocho cultivos.

La eficiencia promedio en el agroecosistema hortícola de Zamorano resultó de 11.1, lo que significa que, por cada metro cúbico de agua, se producen 11.1 kilogramos de producto (biomasa, grano y fruto), como se observa en el Cuadro 4.

Por otra parte, al comparar los registros de SIACON (2019) (Cuadro 4), sobre la producción orgánica para los cultivos del agroecosistema evaluado (Anexo 7.1.6), no se mostró diferencia entre ambos sistemas. (Cuadro 4).

Cuadro 4. Eficiencia en el uso de agua en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” (situación presente) y bajo producción orgánica (situación óptima).

<b>Concepto</b>	<b>Sistema hortícola Zamorano</b>	<b>Situación óptima (orgánica)</b>
Kilogramos de producto cosechado	802,526	817,113
Metros cúbicos de agua	72,310	72,307
Eficiencia ( <i>kg/m<sup>3</sup></i> )	<b>11.1</b>	<b>11.3</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo del año 2019 y SIACON (2019).

## Rendimiento

### 2. Volumen de producción del sistema

#### a) Rendimiento por cultivo

Los rendimientos de cada cultivo por productor en el ciclo otoño-invierno del año 2019, se obtuvieron mediante las técnicas ya señaladas, y ya conjuntados están expresados en toneladas por hectárea: (Tm/ha), observados en el cuadro 5.

Cuadro 5. Rendimientos por cultivo del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” y orgánicos reportados por el SIACON para el ciclo O-I 2019.

Cultivo	Rendimiento Tm/ha	
	Agroecosistema “Pozo Zamorano”	Sistema Orgánico
Alfalfa	23.5	20.0
Maíz	9.6	5.0
Frijol ejotero	8.5	3.9
Calabacita	33.5	35.0
Chile jalapeño	18.0	18.5
Jitomate	45.0	77.6
Pepino	37.5	25.8
Tomate	18.0	14.2
<b>Promedio</b>	<b>24.2</b>	<b>25.0</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo para 2019 y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Humano, Pesca y Alimentación, Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON) 2019.

Por el tipo de cultivo, los rendimientos que más aportan al agroecosistema en su conjunto son: jitomate, pepino, calabacita, y alfalfa, el chile jalapeño y tomate presentan valores medios, mientras que el maíz y frijol ejotero, son los de menos contribución.

b) Producción total del sistema

Para obtener este indicador, se multiplicó la superficie sembrada de cada cultivo por el rendimiento por hectárea; luego se sumó la producción del total de cada cultivo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Producción total (por subsistemas) del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” en ciclo O-I. 2019.

Cultivos agrupados por subsistemas	Superficie sembrada total (ha)	Rendimiento	Producción total
		Tm/ha	(Tm)
<b>Forrajes:</b>			
Alfalfa	2	23.46	46.9
<b>Básicos:</b>			
Maíz	1	9.6	9.6
Frijol ejotero	2	8.5	17
<b>Hortalizas:</b>			
Calabacita	13	33.46	435.01
Chile jalapeño	2	18	36
Jitomate	2	45	90
Pepino	4	37.5	150
Tomate	1	18	18
<b>Total</b>	<b>27</b>		<b>802.526</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo para 2019.

La producción total del agroecosistema hortícola de Zamorano fue de 802.526 toneladas para el ciclo O-I 2019 (Cuadro 6), la cual es alta si se compara con los rendimientos reportados de los cultivos por el SIAP en ese año para el estado de Hidalgo (Anexo 7.2.2). Al comparar la producción del agroecosistema de Zamorano con los rendimientos reportados para los cultivos en producción orgánica (Cuadro 3), se observa una notable diferencia en el sistema actual con relación al orgánico.

Eficiencia económica (rentabilidad).

### 3. Rentabilidad económica (R B/C)

#### a) Costos.

Para el establecimiento y desarrollo de los ocho cultivos del agroecosistema, se requirió una inversión promedio de \$61,619.42 para el ciclo Otoño-Invierno 2019, de éstos, el 11.61% se dispone para maquinaria, 19.29% para pago de jornales y 69.17% para insumos externos (Cuadro 7), lo cual muestra la gran dependencia en este último rubro, desglosado más adelante en el apartado de grado de dependencia de insumos externos.

Cuadro 7. Costo, ingresos y relación beneficio costo promedio por cultivo del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” y situación óptima orgánica.

<b>Agroecosistema hortícola Zamorano</b>								
<b>Subsistema agrícola</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Costos (\$)</b>				<b>Beneficios (\$)</b>		<b>R B/C por cultivo</b>
		<b>Maquinaria</b>	<b>Insumos externos</b>	<b>Jornales</b>	<b>Totales</b>	<b>Bruto</b>	<b>Neto</b>	
Forrajes	Alfalfa	22,220.00	23,250.50	13,750.00	59,220.50	91,800.00	32,579.50	1.58
Básicos	Maíz	6,500.00	10,200.00	7,000.00	23,700.00	43,200.00	19,500.00	1.82
	Frijol ejotero	2,850.00	22,072.00	12,250.00	37,172.00	65,750.00	28,578.00	1.77
Hortalizas	Calabacita	4,984.62	54,899.23	15,752.50	75,257.08	91,307.69	15,014.62	1.18
	Chile jalapeño	7,500.00	67,112.53	11,710.00	86,322.53	144,000.00	57,677.47	1.65
	Jitomate	4,300.00	64,048.00	7,700.00	76,048.00	150,000.00	69,452.00	1.96
	Pepino	5,100.00	59,680.25	12,465.00	77,245.25	127,000.00	49,879.75	1.64
	Tomate	3,800.00	39,740.00	14,450.00	57,990.00	84,000.00	26,010.00	1.44
<b>Promedio</b>		<b>7,156.82</b>	<b>42,625.31</b>	<b>11,884.68</b>	<b>61,619.42</b>	<b>99,632.21</b>	<b>37,336.41</b>	<b>1.63</b>
<b>Sistema óptimo orgánico</b>								
<b>Subsistema agrícola</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Costos (\$)</b>				<b>Beneficios (\$)</b>		<b>R B/C por cultivo</b>
		<b>Maquinaria</b>	<b>Insumos externos</b>	<b>Jornales</b>	<b>Totales</b>	<b>Bruto</b>	<b>Neto</b>	
Forrajes	Alfalfa	18,940.00	42,850.00	21,440.00	83,230.00	100,800.00	17,570.00	1.21
Básicos	Maíz	2,940.00	6,590.00	10,160.00	19,650.00	79,340.00	59,650.00	4.04
	Frijol ejotero	2,900.00	15,819.00	21,480.00	40,199.00	62,640.00	22,441.00	1.56
Hortalizas	Calabacita	3,700.00	42,299.00	24,180.00	70,179.00	132,600.00	62,421.00	1.89
	Chile jalapeño	4,300.00	53,045.00	17,480.00	74,825.00	156,750.00	81,925.00	2.09
	Jitomate	4,600.00	65,911.00	27,420.00	97,931.00	256,500.00	158,569.00	2.62
	Pepino	3,800.00	46,737.00	11,440.00	61,977.00	90,000.00	28,023.00	1.45
	Tomate	2,600.00	35,899.00	16,400.00	54,899.00	108,000.00	53,101.00	1.97
<b>Promedio</b>		<b>5,472.50</b>	<b>38,643.75</b>	<b>18,750.00</b>	<b>62,861.25</b>	<b>123,328.75</b>	<b>60,462.50</b>	<b>2.10</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo Julio -diciembre de 2019 y datos de SIACON 2019.

El costo total de los cultivos que conforman el agroecosistema hortícola Pozo Zamorano fue de \$1,886,539.10 (Cuadro 8); asimismo por el tipo de cultivo, los valores más elevados fueron en orden creciente: chile jalapeño, pepino, jitomate, calabacita y tomate. Sin embargo, el cultivo de calabacita ocupa el primer lugar con un 51.9% del costo total de inversión del sistema, considerando que se siembra en una mayor superficie (13 hectáreas), lo que muestra una estrategia individual y colectiva consistente, pues casi la mitad de los productores lo siembra, debido a que es una hortaliza que requiere baja inversión por hectárea y una vez que llega la cosecha, el productor mantiene un ingreso consistente, puesto que la cosecha se realizan cada tercer día; así mismo, tiene mucha demanda en el mercado, por ello es un cultivo presente en los dos ciclos agrícolas en el agroecosistema.

Cuadro 8. Costos, ingresos y relación beneficio costo por cultivo y por subsistema agrícola del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.

Subsistema agrícola y cultivo	Superficie sembrada total (ha)	Costos totales (\$)	Beneficios (\$)		R B/C
			Bruto	Neto	
<b>Forrajes:</b>					
Alfalfa	2	118,441.00	183,600.00	65,159.00	1.58
<b>Básicos:</b>					
Maíz	1	23,700.00	43,200.00	19,500.00	1.82
Frijol ejotero	2	74,344.00	131,500.00	57,156.00	1.77
<b>Hortalizas:</b>					
Calabacita	13	978,342.04	1,187,000	195,190.06	1.18
Chile jalapeño	2	172,645.06	288,000.00	115,354.94	1.65
Jitomate	2	152,096.00	300,000.00	138,904.00	1.96
Pepino	4	308,981.00	508,000.00	199,519.00	1.64
Tomate	1	57,990.00	84,000.00	26,010.00	1.44
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>1,886,539.10</b>	<b>2,725,299.97</b>	<b>816,793.00</b>	<b>1.63</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de los productores (Datos de campo de Julio - diciembre de 2019).

b) Relación beneficio costo (relación B/C)

En el Cuadro 8, se nota que todos los cultivos generan una ganancia ya que el promedio total de la relación beneficio/costo fue de 1.63, es decir, ganancias de 63% por cada peso invertido, las cuales van de 0.18 y 0.96 pesos.

El jitomate con un valor alto de 1.96 presentó la mayor relación B/C, seguido del maíz (1.82), lo cual indica que, para autoconsumo y mercado, es una inversión redituable, a este cultivo le sigue en orden decreciente: chile jalapeño, pepino, tomate y calabacita, por su parte, alfalfa y el frijol ejotero tienen valores intermedios. La relación beneficio costo del sistema de referencia es menor al del sistema alternativo orgánico, indicando que se obtienen mayores ganancias con esta forma de producción, reduciendo de forma importante los costos de maquinaria e insumos, dirigiéndose a pago de jornales.

En el Cuadro 8, se muestra que el sistema es económicamente rentable, pero es importante considerar que los altos costos de producción y la gran incertidumbre de los precios en el mercado, implican una interesante dinámica económica al interior y exterior del sistema. Los productores mencionan que “Esto es un juego, o te arriesgas y le pegas al precio, o te quedas mirando a los demás cosechar”.

#### Generación de empleo

#### 4. Generación de empleo

##### a) Número de jornales-hombre generados por cultivo

Las hortalizas y en general todos los cultivos que se encuentren en condiciones de riego requieren mucho trabajo y mano de obra, lo cual se traduce en empleos generados.

Para evaluar este indicador se obtuvo información sobre la tecnología de producción de cada cultivo y los jornales totales que requieren los productores para cada práctica, considerando tanto los pagados como los de mano de obra familiar no remunerada.

Para el cálculo total del número de jornales del sistema, se multiplicó esa cantidad por hectárea y después se calculó por la superficie de cada cultivo.

El análisis por hectárea (Cuadro 9), muestra que el cultivo que más jornales requiere es la calabacita (190), seguido de chile jalapeño (146), pepino (137) y tomate (133); así mismo, en estos cultivos, a decir de los entrevistados, las mujeres tienen mayor presencia, debido a que son preferidas por el cuidado, delicadeza y paciencia que ponen en las labores y al momento de la cosecha; sin embargo, para el cultivo de la alfalfa (93)

ellas no tienen presencia, debido a que en las actividades que se realizan a lo largo del ciclo (regar, cegar, cargar pacas) requieren de mayor fuerza y destreza manual por lo cual la realizan los hombres. El cultivo que demanda menos mano de obra es el maíz (60), seguido de la alfalfa (93), y el jitomate (124), ya que la cosecha no es tan constante como en las demás hortalizas.

El maíz fue el cultivo con menor superficie registrada (1ha) como el que menos mano de obra demandada (60); asimismo, en orden creciente de jornales le siguieron: la alfalfa, el jitomate, tomate, chile jalapeño, frijol, pepino y calabacita (2,482) este último, el de mayor superficie registrada (13 ha).

A nivel de todo el agroecosistema del Pozo Zamorano, se generaron 2,542 jornales pagados, a los que se agrega la mano de obra familiar no remunerada con 1,720 participaciones, sumando en total 4,262 jornales requeridos.

Resulta importante destacar que, de ese número, el 40% corresponden a la mano de obra familiar no remunerada, lo cual da evidencia de la pervivencia de esta estrategia campesina y muestra la importancia de las unidades familiares para absorber los costos que significaría realizar pago por los trabajos requeridos; asimismo, la participación de la mujer es muy importante, pues de los empleos pagados, el 51% corresponde a la contratación de mujeres. De la mano de obra familiar, el 41.08% es con la acción de ellas (Cuadro 9).

Los cultivos como: frijol ejotero, chile jalapeño y jitomate, generan empleos en la unidad familiar y representan el 40% de la mano de obra total requerida, cobrando importancia su aporte al reducir considerablemente los costos de inversión monetaria que, de otra manera, tendría que desembolsar el productor.

Cuadro 9. Número de jornales por hectárea y cultivo para el agroecosistema hortícola "Pozo Zamorano".

Subsistema agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Jornales pagados		Mano de obra familiar (MOF)		P/cultivo		P/hectárea
			H	M	H	M	Total pagado	Total MOF	
<b>Forrajes</b>	Alfalfa	2	150	0	36	0	150	36	93
<b>Básicos</b>	Maíz	1	31	4	18	7	35	25	60
	Frijol ejotero	2	42	102	82	96	144	178	161
	Calabacita	13	730	888	448	416	1618	864	191
	Chile jalapeño	2	56	76	112	48	132	160	146
	Jitomate	2	62	24	120	42	86	162	124
<b>Hortalizas</b>	Pepino	3	83	126	118	81	209	199	136
	Tomate	2	92	76	67	29	168	96	132
<b>Total</b>		27	1,246.00	1,296	1,001	719	2542	1720	158
			<b>2,542</b>		<b>1,720</b>		<b>Total del sistema 4,262</b>		
			49.01% (H)		58.19% (H)		<b>50.64%</b>		
			50.98% (M)		41.80% (M)		<b>40.35%</b>		
							<b>(pagados)</b>		
							<b>(MOF)</b>		

Fuente: Elaboración propia (Datos de campo. Julio -diciembre de 2019).

b) Número de empleos permanentes por sistema y familia

Para estimar el número de empleos permanentes se dividieron los totales (4,262) entre 140 días del ciclo otoño-invierno 2019, quitando los 43 domingos que descansaron, resultando 30.44 empleos permanentes a nivel del sistema y al dividirlo entre los 27 regantes, resultó que en cada familia se generaron 1.12 empleos permanentes, lo cual favorece a la economía local.

Al comparar con el sistema orgánico y considerar las labores de fertilización y fitosanitarias que ahí se practican, resultó que, para cada uno de los cultivos, se incrementó el número de empleos generados en el sistema, debido a que las actividades realizadas en este tipo de manejo requieren mayor mano de obra (Cuadro 10).

Cuadro 10. Número de empleos permanentes generados en el sistema orgánico y en el agroecosistema hortícola "Pozo Zamorano".

<b>Agroecosistema hortícola Zamorano</b>							
Subsistema agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Jornales pagados		Mano de obra familiar		N° de Jornales por sistema
			H	M	H	M	
<b>Forrajes</b>	Alfalfa	2	150	0	36	0	186
	Maíz	1	31	4	18	7	60
<b>Básicos</b>	Frijol ejotero	2	42	102	82	96	322
	Calabacita	13	730	888	448	416	2,482
<b>Hortalizas</b>	Chile jalapeño	2	56	76	112	48	292
	Jitomate	2	62	24	120	42	248
	Pepino	3	83	126	118	81	408
	Tomate	2	92	76	67	29	264
<b>Total</b>		27	1,246.00	1,296	1,001.00	719	<b>4,262</b>
				2,542		1,720	

<b>Sistema óptimo orgánico</b>							
Subsistema agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Jornales pagados		Mano de obra familiar		N° de Jornales por sistema
			H	M	H	M	
<b>Forrajes</b>	Alfalfa	2	232	0	24	0	256
	Maíz	1	53	0	20	10	83
<b>Básicos</b>	Frijol ejotero	2	40	200	29	130	399
	Calabacita	13	616	1,230	169	338	2,353
<b>Hortalizas</b>	Chile jalapeño	2	105	105	25	80	315
	Jitomate	2	100	176	50	24	350
	Pepino	3	66	150	42	70	328
	Tomate	2	74	100	26	50	250
<b>Total</b>		27	1,286.00	1,961.00	385.00	702.00	<b>4,334.00</b>
				<b>3,247</b>		<b>1,087</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo del año 2019.

Los resultados arrojan una pequeña diferencia en favor del manejo orgánico, generando 1.14 empleos permanentes por familia, en contraste al 1.12 en el sistema hortícola del Zamorano, lo cual lo ubica ligeramente debajo del nivel óptimo determinado (Cuadro 11).

Cuadro 11. Número de empleos permanentes generados en el sistema orgánico y en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.

<b>Concepto</b>	<b>Sistema orgánico (Óptimo)</b>	<b>Agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”</b>
Superficie (ha)	27	27
Total de jornales	4,334	4,262
Nº de empleos permanentes	30.95	30.44
Empleos generados por familia	1.14	1.12

Fuente: Elaboración propia a partir de literatura y los datos de campo del año 2019.

### **Atributo de estabilidad, resiliencia, confiabilidad**

Diversidad ecológica

#### 5. Diversidad ecológica

Para este estudio se consideró como indicador el número de cultivos que los productores han preferido producir en su agroecosistema.

##### a) Número de cultivos manejados en el sistema (diversidad agrícola).

Se manejan ocho cultivos, predominando las hortalizas, las cuales representan el 62.5% del total. La calabacita junto con el pepino pertenece a la familia de las Cucurbitáceas (*Cucúrbita pepo* y *Cucumis sativus*), siendo el resto Solanáceas: chile jalapeño (*Capsicum annum*), Jitomate (*Solanum lycopersicum*), y tomate verde (*Physalis ixocarpa*).

En el grupo de básicos y forrajes incluyen una gramínea (*Zea maíz*) y dos leguminosas (*Phaseolus spp.* y *Medicago sativa*), los cuales suman en conjunto el 37.5%.

El sistema mantiene una diversidad alta frente al mercado al no estar especializado en una sola hortaliza, aunque es notoria la mayor cantidad sembrada de calabacita, el sistema podría ser más resiliente, tanto a los precios de venta, pues los mercados son inciertos y esa diversidad les puede permitir disminuir el riesgo, al obtener de otro cultivo

beneficio económico o bien para la alimentación de su ganado y para el autoconsumo en las unidades familiares.

Para el sistema alternativo, se consideró que fueran 10 el número de cultivos establecidos, añadiendo dos más a los cultivos ya presentes en el sistema de referencia, en relación a lo demostrado por el experimento de Héctor et al., (1999) en Europa, donde la disminución de la diversidad traía como consecuencia una menor productividad total del sistema.

## Orden social

### 6. Estabilidad social de la organización de regantes

#### a) Mecanismos de resolución de conflictos (arreglos internos y decisiones externas).

Es usual que en sociedades civiles se presenten situaciones de conflicto entre los integrantes, es por ello que resultó importante monitorear el estado social de los regantes de la sociedad “Pozo Zamorano”, en cuanto a la administración y manejo del agua, como recurso de uso común.

Para lograr monitorear este indicador, se consideró la opinión de los regantes sobre los mecanismos para solucionar los conflictos.

Se encontró que el 66% no presenta conflictos con compañeros de sociedad, el 26.6% los tuvo por robo de agua y daños ocasionados por ganado, el 3.7% mencionó que se han presentado por tener diferentes opiniones o puntos de vista en las asambleas generales y el 3.7% indicó que el conflicto se presentó por envidias con integrantes.

Cabe resaltar que el 11% de los regantes, han sido responsables y no han faltado a ninguna asamblea, lo cual se hace obligatorio para todos los socios titulares; por lo contrario, más de la mayoría (89%) si ha sido sancionado, por lo menos en una ocasión, por inasistencia a asambleas generales donde, no se aceptan representantes.

Se encontró, de manera general, que el “dialogo” entre las partes afectadas es la mejor manera de solucionar conflictos (Cuadro 12), tales como cuando algún integrante de otro grupo de riego no cierra a tiempo su “cruce” o cabezal de control de toma del agua y

al siguiente en turno no le llega el recurso con la presión suficiente para poder regar su parcela. Cuando las acciones son mayores, como la toma completa del turno siguiente, amerita una sanción económica que se ha establecido en las asambleas generales y que deben cubrir para poder tener acceso al turno solicitado de riego; asimismo, en algunas ocasiones se paga con trabajo.

Es importante resaltar, que los reglamentos internos de la sociedad de regantes del Pozo Zamorano, localmente han servido como un referente para establecer, de manera eficiente, un orden en el uso de recursos comunes, tal es el ejemplo de reglamentos para el manejo de agostaderos en el ejido comunal.

Por otra parte, cuando algún integrante de la sociedad no está conforme con las decisiones tomadas como mayoría, debe someterse a lo establecido y cumplirlo, de lo contrario será acreedor a multas o sanciones. Asimismo, hubo consenso en indicar que no ha ocurrido el caso en que una institución externa deba intervenir para solucionar algún conflicto, por lo que siempre lo han abordado de manera interna.

Cuadro 12. Mecanismos de resolución de conflictos entre los regantes del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.

<b>Mecanismos</b>	<b>Productores</b>	
	<b>Número</b>	<b>%</b>
Arreglos internos		
Asamblea		
(Reglamentos)	17	63
Diálogo	27	100
Sanciones	24	89
Decisiones externas;		
Instituciones y	0	0
tribunales		

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

La sociedad tiene mecanismos de resolución de conflictos eficientes que han permitido hasta la fecha mantener orden con los integrantes, sin necesidad de llegar a violencia, el diálogo siempre está presente como una herramienta indispensable para mantener la armonía y el orden dentro de la sociedad de regantes del agroecosistema “Pozo Zamorano”.

Para el sistema óptimo se consideró que el total (27 productores) opinaran que con mecanismos internos se resuelven los conflictos, igualando sus valores para ambos escenarios (óptimo y presente).

## Superficie sembrada

### 7. Superficie sembrada y regada con agua del pozo

#### a) Superficie sembrada en relación a la cantidad de agua de derecho por socio

El volumen de agua que tienen permitido extraer es de 144,180.00 metros cúbicos anuales, por lo que a cada socio le corresponden 70 horas por acción al año y al ser 27 integrantes de la sociedad, en total son 27 acciones. Este volumen de agua permite abastecer a una superficie de 27 hectáreas, la cual es el área total del agroecosistema de riego "Pozo Zamorano" (Figura 5).

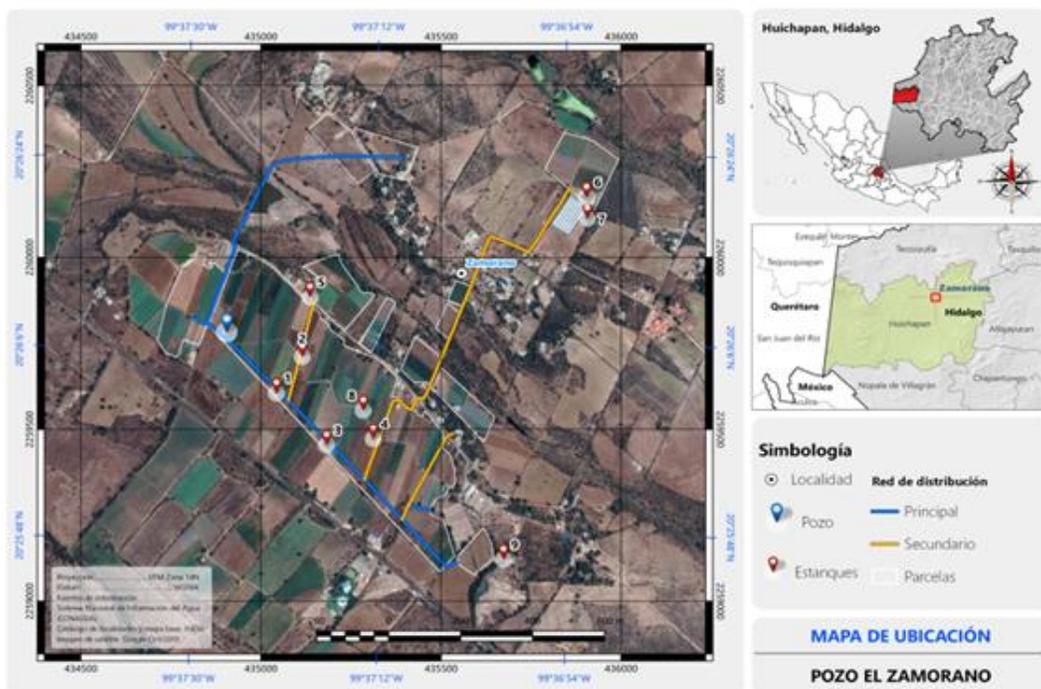


Figura 5. Mapa de pozo, línea principal y secundarias para riego "Pozo Zamorano"

Fuente: Palacios Espinosa Carlos (2021), a partir de datos obtenidos por Google Earth, CONAGUA, INEGI.

## **Atributo de adaptabilidad**

En esta investigación, la adaptabilidad se entiende como la habilidad del sistema para adecuarse a nuevas situaciones que se presentan en el manejo del agua y que le permite al agroecosistema mantener un nivel productivo y estable en la producción de hortalizas.

Para monitorear este atributo se consideraron indicadores del ámbito ecológico-social que permiten medir la capacidad de los productores para adaptarse a cambios tecnológicos y sociales en la gestión del agua.

### Capacidad de cambio tecnológico

#### 8. Nuevas prácticas de uso eficiente de agua.

En el agroecosistema hortícola de Zamorano, están presentes tres prácticas para el buen uso del recurso agua: cintas de goteo, acolchados plásticos y estanques de almacenamiento, mismas que han generado cambios en cuanto a la organización para suministrar el riego y que son descritas más adelante en el atributo de adaptabilidad.

##### a) Cintas de goteo

A decir del grupo de regantes del pozo Zamorano, algunos productores en el año 2000 empezaron a utilizar cintillas para el riego por goteo, sin embargo a partir del año 2006, fue impulsado mayormente a través de un programa de gobierno que indicaron, era “en apoyo a los pequeños productores en transición”, en el cual se buscaba tecnificar el sistema de riego proponiéndolo como un enfoque más sustentable en ahorro del agua, suministrando menos volumen, pero haciendo aplicaciones continuas, lo que podía permitir a los cultivos retener por más tiempo la humedad.

Esta técnica de riego fue bien vista por los productores, ya que actualmente el 88.8% lo ha adoptado (Cuadro 13), ellos indican que les facilita el 80% del trabajo y ahorran tiempo, así la fertilización se suministra por medio del Venturi o fertirriego y también solo tienen que abrir y cerrar la válvula a la hora acordada por el grupo o si fuera el caso, por el usuario que está solicitando el riego de forma individual.

b) Acolchados plásticos

Junto con la técnica de goteo, a los productores del pozo Zamorano se les propuso en el 2006 la utilización del acolchado con plástico, lo cual podría reducir la evaporación, mejorar el microambiente de las raíces de los cultivos y promover un mejor desarrollo de la planta, aumentando así la eficiencia del uso del agua, ya que puede permitir a los cultivos retener humedad por más tiempo.

Esta propuesta también ha tenido una gran aceptación ya que está presente en el 81.4 % de los usuarios del Pozo Zamorano, quienes además reconocen un incremento en el rendimiento de los cultivos (Cuadro 13).

c) Estanques de almacenamiento

En el agroecosistema hortícola del Zamorano, ocho productores, han tenido economía para construir estanques en donde van almacenando agua del pozo, conforme les toca su turno y de acuerdo a las horas a las que tiene derecho como socios; asimismo, ellos pueden enviarla, en el momento que lo requieran, a la parcela que han declarado en ese ciclo para el uso del riego, aun cuando alguna se encuentre alejada como es el caso de dos productores (Figura 5).

La principal ventaja de dichos estanques, radica en tener acceso al recurso en el momento que se requiera, aun cuando la parcela se encuentre alejada y no se tenga conformado a un grupo de riego, solo se pide el turno de forma individual y se realiza el riego según requiera el cultivo a lo largo del ciclo. Por otra parte, el criterio de evaluación sobre el grado de adopción de las prácticas y aceptación de los nuevos arreglos para las formas de riego, se definió, considerando que un 50% de los productores haya adoptado dos de las tres prácticas descritas (Cuadro 13).

Cuadro 13. Adopción de prácticas para uso eficiente de agua en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.

Criterio	Valoración	Participación	
		N.º	%
Si al menos el 50% de los regantes adoptaron las 2 de las 3 prácticas para el uso eficiente del agua	Si existe adopción y aceptación de las nuevas prácticas para el uso eficiente del agua	19	70.3
	No existe adopción y aceptación de las nuevas prácticas para el uso eficiente del agua	8	29.6
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100</b>
Nuevas prácticas	Cintas de goteo	24	88.8
	Acolchados plásticos	22	81.4
	Estanques de almacenamiento	8	29.6
	Adopción de 2 de las 3 prácticas	19	70.3
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

De esta manera con el sistema de riego por goteo y la implementación de acolchados agrícolas, se redujo de manera notable el volumen de agua consumido por los cultivos, ya que antes, el que se concediera se ajustaba para distribuir 50 horas a cada socio y en sistema de riego por gravedad solo alcanzaba para sacar una cosecha, y ahora se han logrado dos e incluso tres con cultivos precoces, así, no solo se incrementaron las horas que se distribuyen a cada regante sino que se da un mejor aprovechamiento de agua y se valora y cuida el recurso de uso común.

Para el sistema óptimo se consideró el valor de 27 (total de productores) que adoptaron dos de las tres prácticas tecnológicas encontradas, resultando que el sistema de referencia presenta valores menores al alternativo, pues apenas el 70.3% ha adoptado el uso de acolchados plásticos y cintas de goteo.

## Capacidad de cambio social

### 9. Cambios sociales en la gestión de la infraestructura y del agua de riego

#### a) Nuevos arreglos sobre la infraestructura y el agua de riego

Debido a los cambios ocurridos en el agroecosistema, la capacidad de los usuarios para adaptarse a las nuevas formas de organización y gestión para hacer uso del recurso e infraestructura de riego, es una característica importante y común en sociedad de regantes.

Primero, cuando recibieron el pozo y la tierra, se adaptaron a manejar el sistema de riego por gravedad, conducido por canales de revestimiento, con lo cual se cultivaban diversas hortalizas como: calabacita, tomate y jitomate. A partir del 2005, se incorporaron a las nuevas tecnificaciones del sistema de goteo con tuberías de PVC e incluyeron nuevos cultivos, tales como chile, frijol ejotero y pepino, incrementando el uso de insumos y agroquímicos.

Sin embargo, esto representaba un reto, pues no adoptaron en su totalidad el sistema de goteo, por lo que algunos siguen regando por gravedad, lo que implicó tener una organización consensada, ya que el riego rodado se solicita de forma individual, y para el de goteo se conformaron grupos de riego, donde se usan entre 3 y 5 horas de bombeo y se distribuyen de acuerdo a la superficie de cada regante; así mismo, quienes poseen estanques de almacenamiento, el uso del agua lo pueden gestionar de manera individual o en grupo (Cuadro 14).

En general podemos decir que la totalidad de los regantes se están adaptando a los cambios sociales que se presentan en el sistema, permitiendo mantener su productividad y reflejar la capacidad autogestiva de administrar el agua y su infraestructura de riego.

Para el caso del sistema orgánico, se consideró como valor óptimo al total de regantes (27) que adaptaron los cambios sociales en gestión de la infraestructura y el agua, resultando el sistema de referencia en los valores ideales establecidos en el alternativo.

Cuadro 14. Nuevos arreglos sobre la infraestructura del agua y riego para el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.

Criterio	Valoración	Participación	
		N.º	%
Si al menos el 60% de los regantes aceptaron los nuevos arreglos	Si existe aceptación de los nuevos arreglos	27	100
	No existe aceptación de los nuevos arreglos	0	0
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100</b>
Nuevos arreglos	Grupos de riego por goteo	16	59.2
	Riego individual (estanques)	8	29.6
	Riego individual rodado (sin cambios)	3	11.1
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

### Atributo de equidad

#### Distribución de recursos y beneficios

10. Distribución de recursos y beneficios; (distribución y adjudicación de sus recursos: mano de obra familiar, maquinaria y equipo agrícola).

a) Distribución y disponibilidad de la mano de obra agrícola, maquinaria y equipo

Mano de obra agrícola:

Este recurso está presente en forma variable, debido a que cada familia difiere en el número de integrantes que trabajan en el campo, encontrándose que el 59% de los productores tienen de 1 a 4 integrantes, el 30% 5 am7 y el 11% de 8 a 10 integrantes (Cuadro 15).

Es importante mencionar que las familias con poca tierra y con poca agua, se contratan fuera de la unidad de producción familiar, en cambio las familias con más tierra llegan a contratar a más mano de obra generando empleo en la comunidad.

Cuadro 15. Presencia de mano de obra familiar en productores de Zamorano.

<b>Distribución (N.º miembros)</b>	<b>Número de productores</b>	<b>%</b>	<b>Superficie (ha)</b>
Entre 1 a 4	16	59	Total 27
Entre 5 a 7	8	30	Promedio por productor: 1 ha
Entre 8 a 10	3	11	

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

Distribución de maquinaria y equipo agrícola:

El registro de la maquinaria y equipo agrícola entre los usuarios del Pozo Zamorano, muestran que únicamente el 44.4% tiene tractor, mientras que el 7.4% dispone de yunta, el 55.5% cuenta con camioneta, mientras el 74% con aspersora (Cuadro 16), la distribución está en función de los recursos económicos con los que cuente el productor.

Cuadro 16. Distribución de maquinaria y equipo entre los productores del agroecosistema hortícola de riego Zamorano.

<b>Maquinaria y equipo</b>	<b>Número de productores</b>	<b>%</b>
Tractor: Sí tiene	12	44.4
No tiene	15	55.5
Yunta: Sí tiene	2	7.4
No tiene	25	92.5
Camioneta: Sí tiene	15	55.5
No tiene	12	44.4
Aspersora: Sí tiene	20	74
No tiene	7	26
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

En general, la mayor presencia de maquinaria y equipo agrícola denota una actividad más moderna, debido a una mayor orientación mercantil de las cosechas, aunque aún prevalecen animales de tiro y trabajo manual no remunerado. Este indicador se integró

sumando el número de productores que cuentan con mano de obra familiar agrícola y los que cuentan con maquinaria y equipo (camioneta y aspersora) (Cuadro 17).

Cuadro 17. Dotación o distribución y adjudicación de sus recursos: mano de obra familiar, maquinaria y equipo agrícola.

Criterio	Valoración	Participación	
		N.º	%
Si al menos el 55% de los productores presenta tenencia de los recursos: mano de obra familiar, maquinaria y equipo	Si existe capacidad de servicios para las actividades agrícolas	16	59.1
	No existe capacidad de servicios para las actividades agrícolas	11	40.9
	<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100</b>
Distribución de recursos	Presencia de mano de obra familiar agrícola	11	41
	Tenencia de maquinaria y equipo	16	59
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

Para el sistema orgánico se espera que el total de productores miembros de la sociedad, presenten una buena distribución de los recursos: mano de obra familiar, maquinaria y equipo, encontrando que el sistema de referencia alcanzó los valores óptimos.

## 11. Beneficios del sistema

### a) Distribución del agua (riego grupal e individual)

La manera en la que los usuarios se han organizado para conformar grupos de riego, a partir de que implementaron su sistema por goteo, les ha permitido distribuir el agua de manera equitativa; en estos grupos están incluidas mujeres que son dueñas de estanques de almacenamiento y reciben al agua de manera individual.

La distribución es equitativa (Cuadro 18), cada que un usuario requiere el agua, se organiza con su grupo para poder regar cada tercer día o si lo prefiere diario por poco tiempo. Esta nueva modalidad de organización les ha resultado favorable, ya que incluso cuando algunos productores no han sembrado y no se logran conformar grupos de riego con compañeros, por medio de acuerdos internos, un regante dueño de estanque le

puede permitir al productor hacer uso del agua para regar su cultivo, por lo contrario, si hay algún productor que riega de manera rodada (gravedad), su forma de riego es individual y puede hacerlo a la hora que más le convenga de acuerdo al tiempo disponible en la bitácora de roles de los usuarios,; asimismo, no se limita a que un usuario que riega de manera individual ya sea por gravedad o dueño de estanque lo haga por la madrugada o por la noche, el horario es abierto y de acuerdo a como le convenga.

Cuadro 18. Distribución del beneficio agua del sistema.

Criterio	Valoración	Participación	
		N.º	%
Si al menos el 80% de los productores presenta buena aceptación en la distribución de tandeo individual y grupal.	Si existe aceptación en la distribución del agua	27	100
	No existe aceptación en la distribución del agua	0	0
	a) Usuarios de tandeo grupal	16	59.2
	b) Usuarios individuales	11	40.8
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

La distribución del agua entre los usuarios de Pozo Zamorano es equitativa, cada regante hace uso del agua que necesita y la distribuye a lo largo del año en sus ciclos agrícola, al final cada regante tiene que cumplir únicamente con sus 70 horas, no hay margen, si le sobran horas las vende a sus compañeros, si le faltan compra, no hay favoritismo ni se asignan más a ciertos productores, cada quien hace uso del agua según su cultivo y superficie.

Para el sistema óptimo, el valor establecido es la totalidad de productores que reciben un tandeo equitativo (27), encontrando que el sistema de referencia alcanza los valores deseados.

Seguridad alimentaria

12. Autosuficiencia

a) Producción de granos básicos

En el agroecosistema de “Pozo Zamorano”, se destinan 12.25 hectáreas para la producción de granos básicos (maíz y frijol), 12 productores (44.4%) destinan 0.5 hectáreas para la siembra de ellos, tanto para autoconsumo como para venta. La superficie sembrada depende de los integrantes de las familias y si cuentan con ganado, 7 productores (26%) destina tres cuartas partes de una hectárea para ello; asimismo, otros 4 (14.81%) no colocan superficie para la producción de granos básicos, por lo que los tienen que comprar (Cuadro 19).

Cuadro 19. Superficie sembrada de granos básicos en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.

<b>Superficie sembrada de granos básicos (ha)</b>	<b>Número de productores</b>	<b>%</b>	<b>Superficie (ha)</b>
0	4	14.81	0
0.25	4	14.81	1
0.50	12	44.4	6
0.75	7	26	5.25
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100</b>	<b>12.25</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

El rendimiento promedio por hectárea para el caso del maíz es de 7.5 t ha<sup>-1</sup> y 2.5 en frijol, con eso las familias aseguran la autosuficiencia alimentaria por el auto abasto, incluso destinando excedentes para venta, ya que esos son cultivos de canasta básica en la dieta de los productores.

b) Consumo humano de granos básicos

El consumo de granos básicos en las familias es muy diverso, dependen del número de integrantes y de las edades, ya que entre más grande sean, mayor es el requerimiento de kilogramos. El promedio anual es de 943 kilogramos de maíz por familia y 195 kilogramos de frijol, con lo que en total usan anualmente en el sistema 25,459 kg de maíz y 5,277 kg de frijol.

c) Consumo animal de granos básicos

Solo el 85.1% de los productores hortícolas cuentan con ganado, predominando el bovino y ovino y en menor presencia equinos, ya que es la segunda actividad económica,

por lo que el consumo animal de granos y forraje resultó importante de monitorear (Cuadro 20).

Cuadro 20. Distribución de ganado y consumo de semillas y forraje en el agroecosistema hortícola "Pozo Zamorano".

<b>Tipo de ganado</b>	<b>Número de productores</b>	<b>%</b>	<b>Consumo de forraje pacas 20 kg (kg)</b>	<b>Consumo de semillas (kg)</b>
No tiene	4	14.9%	-	-
Si tiene	23	85.1%	243,421.00	20,557
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100</b>	<b>243,421.00</b>	<b>20,557</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

d) Consumo animal de forraje

Cada año se destina una importante cantidad de forraje para consumo animal, siendo en total 243,421 kilogramos de él, en pacas de zacate, que alimentan a aproximadamente 384 cabezas de ganado, mismos que pueden suministrar estiércol para las parcelas.

Como se indica en el Cuadro 21, el 85.2% de los productores aseguran que, si existe autosuficiencia alimentaria ya que lo producido alcanza para consumo humano, de animales e incluso existe excedente para venta.

Cuadro 21. Soberanía alimentaria en maíz y frijol en el agroecosistema hortícola "Pozo Zamorano".

<b>Criterio</b>	<b>Valoración</b>	<b>Participación</b>	
		<b>N.º</b>	<b>%</b>
Si al menos el 80% de los productores les alcanza lo producido de maíz y frijol, se tiene autosuficiencia alimentaria	Si existe autosuficiencia alimentaria	23	85.2
	No existe autosuficiencia alimentaria	4	14.8
	No siembra y compra maíz y frijol	4	14.8
	Lo producido alcanza para familia y animales e incluso sobrante para venta.	23	85.2
	Siembra maíz y frijol, pero no le alcanza	0	0
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

El papel de la mujer

13. Distribución de tareas agrícolas por género y participación de la mujer en la organización social.

a) Distribución de las tareas agrícolas por género.

Ballara et al. (2012) destacan que en América Latina y el Caribe se observa que, en promedio, el 78.5% de las mujeres rural están incorporadas de manera activa al trabajo agrícola a partir de los 15 años de edad y hasta los 59; asimismo, argumentan que tanto más indígena es la constitución cultural y social de un país, más temprana es la incorporación de la mujer a la economía rural agrícola y no agrícola. Ellos concluyen que las mujeres desempeñan papeles invisibles en las unidades familiares, pero no han sido valorados ni reconocidos por la sociedad y que su contribución a la producción agrícola puede ser fundamental, ya que juegan papeles importantes en la gestión de los recursos productivos.

Considerando lo anterior, las opiniones de los productores de la Sociedad del Pozo Zamorano, sobre la participación de la mujer, quienes manifestaron que ellas desempeñan un papel esencial, pues con excepción de la aplicación de fumigaciones y acarreo de producto cosechado, existe gran participación (62.5%) en las actividades agrícolas, con diferentes roles desde edades muy tempranas hasta adultas. Al respecto, en este estudio, de los 2,542 empleos pagados, el 50.98% son ejercidos por mujeres y en cuanto a mano de obra familiar, le corresponde el 41.80%, por lo que, considerando los dos rubros, la mujer participa en un 47% en las tareas agrícolas del agroecosistema hortícola del Zamorano.

El criterio de evaluación de participación de la mujer en las labores agrícolas, se definió considerando que: “si el 60% de las mujeres participan en las actividades agrícolas, si existe consideración”, encontrando que el 62.5% de las mujeres miembros de la sociedad así participan, de estas el 80% además lo hace en el riego por goteo (Cuadro 22).

Cumpléndose el criterio establecido, se concluye que, si existe inclusión de las mujeres en el agroecosistema, tanto como integrantes de la sociedad “Pozo Zamorano”, como de las unidades familiares y de la propia comunidad.

Cuadro 22. Opinión de regantes del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”, sobre la participación por género en actividades agrícolas.

Criterio	Valoración	Participación			
		Mujeres		Hombres	
		N.º	%	N.º	%
Si al menos el 60% de las mujeres participan en actividades agrícolas.	Si existe inclusión de la mujer en actividades agrícolas	5	62.5	19	
	No existe inclusión de la mujer en actividades agrícolas	3	37.5		
	<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	<b>19</b>	<b>100</b>
Participación de las mujeres en las actividades agrícolas.	Actividades agrícolas menos riego	1	12.5		
	Actividades agrícolas considerando riego	4	50	19	100
	No trabaja en el campo	3	37.5		
<b>Total</b>		<b>8</b>	<b>100</b>	<b>19</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

Considerando las ocho mujeres socias, dos son adultas mayores, el resto fluctúa entre los 35 y 53 años. Ellas participan más en las actividades de manejo de agua (abrir-cerrar cruceros, fertirriego, cerrar válvulas), así mismo, pueden usar un jornal contratado y enviarlo a las faenas que les corresponden.

Por otra parte, las mujeres participan en actividades como; siembras, plantaciones, escardas (deshierbes), fertilización al suelo, acomodo de guía (tutoreo), cortes, selección de productos de cosecha, empaque (amarre) y en algunos casos cuando es muy necesario en carga de cosecha (canasto, acarreo de botes, cajas, arpillas, cosecha y ciega de maíz) y un caso en particular aplicando productos químicos (fumigadas); así mismo, no es común que ellas manejen el tractor, yunta o riego rodado, sin embargo, es posible que acarren pacas (forraje), apliquen el fertirriego y hagan la venta de productos en las centrales de abastos.

Cada productor ya tiene identificado a sus jornaleros de planta, por lo que se arman cuadrillas o grupos de trabajo integrados por hombres y mujeres, que realizan actividades diferenciadas.

Para salir a trabajar en otras comunidades, también se organizan por cuadrillas, donde mujeres y hombres son encargados de invitar y reunir a los jornaleros, con los que tengan más afinidad, de pagarles y avisarles de horarios y salidas. Las cuadrillas están integradas por mujeres, casadas, solteras, viudas y divorciadas, así mismo, la edad no es impedimento para trabajar, pues desde muy chicas (12 años) hasta ancianas (65 años) son mano de obra efectiva.

A decir de los entrevistados, los trabajadores de planta, no tienen la necesidad de ir a otras comunidad o municipios a trabajar, pues todo el año hay empleo en el pueblo y los horarios y sueldos suelen ser mejores que con las cuadrillas que salen.

#### b) Participación de la mujer en la organización social de regantes

La participación de la mujer en cargos administrativos presenta poca inclusión, esto debido en parte a que son pocas las que integran la sociedad de riego (8) y el promedio de edad entre ellas es de 48 años. Solo cuatro de esas mujeres (50%) han estado desempeñando cargos en el comité como secretarías y tesoreras; así mismo, es baja su participación en comités de agua y ninguna ha representado la presidencia, lo cual se elige cada 3 años.

Los informantes indican que cuando se somete a votación para proponer a candidatos a ocupar puestos de comité, se procura siempre votar por mujeres para cargos que requieran mucho detalle, auditorías, tesorería y secretarías, ellos argumentan que llevan un mejor control incluso que los usuarios hombres.

Al asistir al desarrollo de las asambleas, se pudo observar que las mujeres suelen ocupar los primeros lugares, pero a la hora de emitir opiniones se reservan y esperan a que se les pregunten personalmente, únicamente dos socias son las que intervienen constantemente de manera espontánea.

Ante la situación anterior, existe poca inclusión de las mujeres en la organización del “Pozo Zamorano” y aunque es una situación social compleja, a decir de los usuarios, los hombres han aceptado la participación de ellas y han considerado, en los últimos años, que tomen puestos que demandan habilidades y competencias en los que se sienten

rebasados; sin embargo, en cuanto a la participación de la mujer en actividades agrícolas en el sistema, hay una importante aportación en mano de obra, aunque se les reserva de trabajos pesados.

### **Atributo de autodependencia (autogestión)**

Masera et al. (2000), consideran que este atributo es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior. Se incluyen aquí los mecanismos del sistema socioambiental y los procesos de organización para definir endógenamente sus propios objetivos, sus prioridades, su identidad y sus valores.

Se optó por evaluar los siguientes indicadores: grado de dependencia de insumos externos, control social del proceso de infraestructura y del agua y derechos de propiedad, dentro de estos se presentan indicadores específicos del área social, económico-social y ecológico-económico.

#### Recursos externos

14. Grado de dependencia respecto a insumos externos.

a) Dependencia de insumos agrícolas externos; semillas, agroquímicos e insumos para cosecha

La información obtenida destaca las siguientes cantidades de insumos requeridos.

Semilla: Conjuntado la que se usó por cada uno de los cultivos del agroecosistema hortícola, se utilizaron 515,450 semillas (unidad) mejoradas para los ocho cultivos en el ciclo O-I 2019.

Fertilizantes químicos: En total se requirieron 77,375 kg de fertilizantes granulados (bases) y solubles para el ciclo O-I 2019, entre los que se encuentran; fuentes nitrogenadas (urea), fuentes de fósforo (DAP), fuentes de potasio, calcio, magnesio, y no hubo presentación en líquidos.

Agroinsumos (químicos y orgánicos): Se aplicaron diversos productos químicos y orgánicos, dando un total de 1,336 kg en presentaciones de polvo y solubles y 108 L. ciclo O-I (Cuadro 23).

Del total de agroinsumos, el 12.5% son clasificados como “tóxico” con etiqueta roja, el 4.16% como “nocivo” en amarilla, 25% de “cuidado” con etiqueta azul y la mayoría, 59.16% con etiqueta verde “cuidado”.

Insumos de cosecha: En general cada cultivo requirió de ciertos materiales para su empaque y venta, por lo que se utilizaron 50,925 kg de ellos, entre los que ubican: rafia, tapas de papel, papel periódico, cajas de madera, alambre y arpillas, costales y cajas de plástico.

Cinta de goteo: En promedio por hectárea se requirieron dos rollos de cinta de goteo, sumando 48 para seis cultivos: calabacita, frijol ejotero, jitomate, tomate, chile jalapeño y pepino, así mismo, la alfalfa y el maíz no requirieron de esos insumos ya que se riegan por gravedad.

Plásticos (acolchado): cinco son los cultivos sembrados con este manejo, el frijol ejotero puede o no sembrarse en plástico, el maíz y alfalfa no lo requiere, por lo que el sistema requirió de 81 rollos de plástico por ciclo agrícola.

Cuadro 23. Productos químicos y orgánicos empleados en el agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.

Nombre comercial	Categoría	Ingrediente activo	Presentación	Etiqueta
Caronte	Insecticida	Diflubenzuron	Líquido	Azul
Bulldock	Insecticida	Betaciflutrin	Líquido	Azul
Regent	Insecticida	Fipronil	Líquido	Roja
Movento	Insecticida	Spirotetramat	Líquido	Azul
Oberon	Insecticida	Spiromesifen	Líquido	Azul
Confidor	Insecticida	Imidacloprid	Líquido	Verde
Agri-mycin 100	Fungicida	Estreptomycina, Oxitetraciclina	Polvo Humectable	Verde
Agrobac	Bactericida	Clorhidrato de oxitetraciclina Sulfato de gentamicina Sulfato de cobre pentahidratado.	Polvo Humectable	Verde
Spectra	Bactericida	Extractos botánicos	Líquido	Verde
Previcure Energy	Fungicida	Propamocarb + Fosetil	Líquido	Verde
Agry-gent	Bactericida	Gentamicina, Oxitetraciclina	Polvo Humectable	Verde
Amistar gold	Fungicida	azoxistrobin, difenoconazol	Líquido	Azul
Tracer 200	Insecticida	spinosad	Gránulado	Verde
Biozyme TF	Regulador de crecimiento	Extractos botánicos	Líquido	Verde
Furadan	Insecticida-Acaricida	carbofuran	Líquido	Roja
Monitor 600	Insecticida	Metamidofos	Líquido	Roja
Coragen	Insecticida	Chlorantraniliprole	Líquido	Azul
Zampro	Fungicida	Ametoctradina, Dimetomorfo	Líquido	Amarilla
Scala	Fungicida	Pirimetanilo	Líquido	Verde
Azufre	Fungicida	Azufre elemental	Polvo Humectable	Verde
Beauveria Bassiana	Insecticida Microbiano	Beauveria Bassiana	Polvo Humectable	Verde
Verticillium Lecanii	Insecticida Microbiano	Verticillium lecanii	Polvo Humectable	Verde
Bacillus Thuringiensis	Insecticida	Bacillus Thuringiensis var. Kurstaki	Polvo Humectable	Verde

Cercobin M	Fungicida	Tiofanato metílico	Polvo Humectable	Verde
Agromil Plus	Regulador de crecimiento	Extractos botánico	Líquido	Verde

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

El Cuadro 24 presenta un análisis agrupando a los cultivos en subsistemas, así como los insumos requeridos para el ciclo O-I. Se nota que las hortalizas son los cultivos que requieren más unidades de semilla mejorada, así como los que más emplean agroquímicos, además de requerir en mayor cantidad insumos para la cosecha, cintas de riego y plásticos, posiblemente por ser las de mayor superficie sembrada, asimismo, los forrajes ocupan el primer lugar en la cantidad de fertilizante químico utilizado. Hay una gran dependencia de los productores al uso de insumos, ya que se utilizan 129.6 toneladas para el ciclo O-I 2019 (Cuadro 24 y 25), además de estar latente una contaminación en el agroecosistema hortícola.

Cuadro 24. Cantidad de insumos agrícolas introducidos al agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano” para el ciclo O-I 2019.

Insumo/ Subsistema agrícola	Semilla (Unidades)	Fertilizante (Kg)	(L)	Agroquímicos (kg)	(L)	Insumos de cosecha (kg)	Cinta de goteo (Rollos)	Plásticos acolchados (Rollos)	Superficie (Ha)
Forrajes	100,000	48,000	-	-	39	143	-	-	2
Básicos	61,000	1,050	-	12	3	37	4	5	3
Hortalizas	354,450	28,325	-	1,324	67	50,745	44	76	22
Total	515,450	77,375	-	1,336	108	50,925	48	81	27
Toneladas	<b>129.6</b>								

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores. Julio -diciembre 2019.

Cuadro 25. Número de insumos para cosecha requeridos por cultivo.

Cultivo	Alambre	Costales de rafia y yute (40-50 kg)	Arpillas de red (25-30 kg)	Caja de madera (25 kg)	Caja de plástico (30 kg)	Rafia	Papel periódico	Tapas de papel/ cartón	Insumos empleados
Alfalfa	*								1
Maíz		*				*			2
Frijol ejotero			*			*	*		3
Calabacita				*		*	*	*	4
Chile			*		*	*	*		4
jalapeño				*	*				2
Jitomate				*	*	*			4
Pepino				*	*	*	*		4
Tomate			*	*	*		*		4

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores. Julio -diciembre 2019.

En el agroecosistema hortícola del “Pozo Zamorano” se hace gran uso de insumos agrícolas que incluyen semillas, fertilizantes, insecticidas, insumos de cosecha y productos foliares e, insecticidas lo cual además de hacer dependiente al sistema, incrementa los costos de producción y algunos exponen a la contaminación de los recursos productivos y de la propia salud del productor.

b) Tenencia de maquinaria y equipo

El sistema de producción como se lleva a cabo actualmente por los integrantes del agroecosistema hortícola de Zamorano, requiere de diversos implementos agrícolas, que los auxilian en las diferentes actividades que se realizan, tales como la preparación del terreno, la colocación de acolchado, suministro del riego, aplicación de productos fitosanitarios y transporte de material, carga y desplazamiento, lo cual puede incrementar los costos de producción cuando no se cuente con ello, debido a que se tendrían que pagar por los servicios.

Al respecto, de acuerdo con la información recabada, el 44.4% tienen en propiedad un tractor, el 74% poseen camioneta, el 74% cuentan con aspersora o bomba de motor y el 92.5% cuentan con equipo de riego, así mismo, el 7.4% tiene como propiedad una yunta, lo cual se consideró como un implemento de la tradición agrícola que está presente en la comunidad (Cuadro 26).

Cuadro 26. Tenencia y dependencia de maquinaria y equipo.

Recurso	Exterior		Interior	
	N.º	%	N.º	%
Tractor	12	44.4	-	-
Yunta	-	-	2	7.4
Camioneta	20	74	-	-
Aspersora	20	74	-	-
Equipo de riego (goteo)	25	92.5	-	-
Cuentan con al menos 3 de los 5 recursos	6	22.2		

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

Hace 20 años, cada productor tenía su yunta, no había más que tres camionetas y se organizaban para enviar en un camión todos sus productos a la central de abastos de México; sin embargo, a partir del año 2000, se adquirieron tractores, se introdujo el sistema de riego por goteo y el uso de acolchados, con lo cual se requirió de mayores implementos y se hizo más notoria la aplicación de insumos para nuevas plagas al incursionar en cultivos demandados en el mercado.

c) Requerimiento de asesoría externa

Los intereses de las casas semilleras han visto potencial con los productores de la sociedad “Pozo Zamorano”, ya que les adquieren muchos productos “nuevos” buscando el que mejor rendimiento y eficiencia presente, por lo que en algunas ocasiones han decidido realizar parcelas demostrativas, proporcionando las nuevas semillas y demostrando los beneficios de una variedad en particular.

En relación a lo anterior, el 77.7% ha recibido asesoría externa, de éstos, 11 (52.4%) algún tipo de plática o asesoramiento por parte de instituciones educativas (ITESHU, COLPOS), cuatro (19%) por parte de empresas independientes distribuidoras de casas semilleras (Seminis, Harris Moran), otros cuatro (19.%) por parte de distribuidores de agro insumos (insecticidas, plaguicidas, fungicidas, herbicidas), uno (4.8%) contrata los servicios de un ingeniero particular para asesoramiento en la parcela y uno más (4.8%) , alguna vez recibió una plática por parte de CONAGUA. Todos esos productores reciben asesoría de manera esporádica en el año, que va desde 1 vez (11), 2 veces (cinco), 3 veces (tres), 5 veces (uno), 6 veces al año (uno) y únicamente seis productores (22.3%) no ha recibido una plática o asesoramiento.

Por lo tanto, la mayoría ha recibido asesoría externa solo una vez al año; sin embargo, no lo han requerido tanto, pues únicamente el 4.76% son los que la reciben de cinco a seis veces.

d) Apoyos gubernamentales

Este indicador cobró importancia para conocer quiénes han resultado beneficiados de dicho incentivo.

La información recabada de las encuestas y entrevistas arrojó que 11 productores (40.74%) si recibieron apoyo por parte de gobierno, por medio del programa antes llamado "PROCAMPO", ahora "PROAGRO", y en promedio por hectárea se le otorgó a un monto de \$1,100, por su parte, 16 productores (59.2%), no reciben ningún tipo de apoyo gubernamental.

En relación a lo anterior, es importante señalar que fue por medio de apoyos gubernamentales que se logró tecnificar el sistema de riego mixto (por multicompuertas y goteo) en el año 2006 por medio del SUBPROGRAMA DE FOMENTO A LA INVERSIÓN Y CAPITALIZACIÓN "Programa alianza para el campo 2006" bajo la modalidad de Productores Bajos Ingresos en Transición, para lo cual el gobierno federal y estatal brindaron el 50% y el productor el resto del costo de materiales, mano de obra y equipo.

Otro apoyo de gobierno fue para subsidiar rollos de cinta de goteo y plástico para acolchado, y los miembros de la sociedad "Pozo Zamorano" los adquirieron para dos años con el 40% de descuento.

El criterio de evaluación sobre el grado de requerimiento y dependencia de insumos externos, se definió, considerando que presenta un grado de dependencia, si el 50% de los productores declara que requiere los cuatro rubros antes mencionados para este indicador (Cuadro 27).

Cuadro 27. Requerimiento de insumos externos en el agroecosistema.

Criterio	Valoración	Participación	
		N.º	%
Si al menos el 50% de los productores declara que requieren de insumos externos, presenta un grado de dependencia.	Si existe dependencia de insumos externos	17	63
	No existe dependencia de insumos externos	10	37
	Insumos agrícolas	27	50
	Maquinaria y equipo	27	30
	Asesoría técnica	3	1.11
	Apoyos gubernamentales	11	4.07
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

Indicador integrado de la siguiente forma: Considerando que los insumos de cosecha, insecticidas, herbicidas, fertilizantes, semillas representan la mayor parte de los insumos externos, se le asignó un valor del 50% (50 representa el 100%); a partir de este valor, se ponderaron los otros subindicadores [con los siguientes valores: Maquinaria y equipo (30%), Asesoría técnica (1.11%), apoyos gubernamentales (4.07%)]. El valor integrado es del 85.1%, que significa dependencia externa.

## Organización

15. Control social del proceso de infraestructura y del agua.

a) Estructura y funcionamiento de las organizaciones locales

Para evaluar este indicador se identificaron dos casos de estructura;

- El Comité de junta de vigilancia está conformado por una mesa directiva compuesta por presidente, secretario, tesorero y vocales, los cuales sesionan cada primer domingo de mes y son quienes convocan a asambleas generales y atienden las diferentes demandas sobre el manejo del agua y cuando es necesario, conforman equipos para realizar mantenimientos a la línea principal de riego y sus ramales.

- Grupos de riego: estos se conforman para regar por sistema de goteo y presenta una organización especial, ya que una persona toma el papel de responsable y es el encargado de anotar en la bitácora (pizarrón de roles) el grupo, la hora y el día que le corresponde, así mismo, cada participante miembro se encarga de revisar los cruceros de otros compañeros regantes, ajenos al grupo, para que no sucedan situaciones de conflicto como el robo del agua cuando están en turno y también son encargados de cuidar su agua y reportar, si fuera el caso, que no llegara el volumen completo.

Esta organización ha permitido un control de la distribución del agua y de la conservación de la infraestructura de riego.

#### b) Leyes y acuerdos

La organización se rige tanto por las leyes del estado como las consuetudinarias (por derechos de usos y costumbres); asimismo, la sociedad de riego tiene un reglamento interno el cual consta de diversos artículos que incluye, entre otros: la denominación y domicilio, objeto social del grupo, beneficios de los usuarios, responsabilidad y obligaciones (sociales), requisitos para pertenecer, derechos y obligaciones de los socios, los puntos o requisitos porque los que se pondrán separar de la asociación, sobre como aceptar la renuncia de un socio, sobre quienes fijan las tareas y trabajos requeridos, cuando se celebran las reuniones ordinarias, se indica cómo se debe llevar a cabo las reuniones (con el 50 % de asistencia), cada socio solo tiene derecho a un voto, se debe llevar un libro autorizado en el que se asienten las actas, acerca de la administración de la sociedad, donde la dirección y representación estará a cargo de una comisión, compuesta por cinco socios que fungen como: presidente, secretario, tesorero y dos vocales, así mismo, se especifican las funciones de cada uno y se indica la facultad que tienen para actuar ante situaciones de conflicto, también se manifiesta por los socios, que el pozo beneficiara en forma colectiva y que el riego será regulado por acciones. En cada asamblea general pueden surgir nuevos acuerdos grupales, los cuales deberán ser escritos en el libro de actas.

Los grupos de riego funcionan con el dialogo para alcanzar acuerdos y entre regantes de igual manera, por ejemplo, sobre cambios de rol de última hora, entre muchos otros.

Los acuerdos son aplicados por las autoridades en función de aprobación de la asamblea, como leyes del estado que se respetan y reconocen se encuentran; permiso y títulos de concesión, reglamento interno del ejido, acta de constitución de la sociedad. Por otra parte, los acuerdos internos establecidos por cada nivel de organización son; tipo de sanciones, cantidad (dinero) por sanción, fechas de limpia de canal, líneas principales y ramales, arreglo de caminos, venta y compra de agua, gastos imprevistos, criterios para distribuir tramos de líneas de conducción principal y ramales, rol de grupos para realizar mantenimiento a válvulas en líneas de conducción.

Las leyes y acuerdos son aplicados y reconocidos por todos los regantes y los tomados en las asambleas son del dominio general; cada estructura en su interior establece sus propias organizaciones y el estado tiene nula participación, es un proceso autogestivo, las actividades siempre presentes son definidas por las propias instituciones sociales, contrastándolo con el caso de la procuraduría agraria para las propiedades ejidales del pueblo, quien valida el reglamento interno y todos los acuerdos son establecidos internamente (Cuadro 28).

#### c) Sistemas de sanciones

Con la finalidad de establecer un orden y control en las actividades que se realizan al interior de la organización y para lograr que todos los regantes cumplan con sus compromisos, se ha establecido un sistema de sanciones. A nivel de usuarios de Pozo Zamorano, se sanciona por no asistir a asambleas generales o extraordinarias, no limpiar canales, líneas de conducción general o ramales, válvulas, colocar candados en válvulas de uso común, robo de agua, no cumplir con cortes de caja (encargados), no pagar bombeo de pozo cada mes, no pagar sueldo de la trabajadora encargada del pozo. Como medida para evitar conflictos dentro de la sociedad entre los usuarios regantes, se han establecido un sistema de sanciones que a continuación se enlistan:

1. A toda persona que se sorprenda robando maquinaria, herramienta, producto, insumos, leña u otros, será acreedor a una sanción económica de \$5,000.00 que deberá proporcionar al comité en una asamblea general, en donde será exhibido públicamente para que estén enterados de la situación.

2. Cuando no se asista a faenas acordadas o trabajos colectivos (mantenimiento de líneas principales, canales, carreteras, etc.) se hará acreedor a una multa por \$200.00
3. La sanción más común y en la que la mayoría incurre es inasistencia a asambleas generales, lo cual se sanciona con el pago de \$100.00
4. Perder el codo de arranque o conector para distribución de agua de la sociedad, implica una sanción económica de \$500.00 y en caso de averiarlo, deberá pagar la reparación y queda prohibido volver a solicitarlo.
5. A todo socio que se sorprenda robando agua, aparte de cubrir las horas de bombeo del compañero afectado, deberá aportar una cuota económica si se hace daño al cultivo o terreno, lo cual se deja a criterio de la persona afectada.
6. Si el cabezal de riego (crucero) o la línea principal presenta alguna fuga o avería, en los terrenos de algún socio, que haya sido causado por daños mecánicos o de animales, será acreedor a multa que fluctúa entre \$100.00 y \$500 .00 además, deberá repararla en el tiempo acordado en la asamblea general.

Se concluye que los usuarios del “Pozo Zamorano”, se rigen por sus propios mecanismos de sanciones que han resultado efectivas para mantener el orden dentro de la sociedad y han permitido a los regantes, tener su propia organización en cada estructura, coexistiendo con leyes y acuerdos internos, manteniendo intervención por parte del Estado (Cuadro 28).

Cuadro 28. Consenso de acuerdo y sanciones en la organización social “Pozo Zamorano”.

Criterio	Valoración	Participación	
		N.º	%
Si al menos el 90% de los productores manifiesta que se respetan los acuerdos y sanciones, hay buena organización social.	Si existe organización social.	27	100
	No existe organización social.	0	0
	Ha participado en un comité o estructura de organización	27	100
	Cumple con las leyes y acuerdos	27	100
	Respetas las sanciones establecidas	27	100
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recabada de productores regantes. Julio -diciembre 2019.

## Control

### 16. Derechos de propiedad

#### a) Reconocimiento de derechos colectivos e individuales de agua.

En el título de concesión del Pozo Zamorano, se reconoce el agua como un recurso de beneficio colectivo para los usuarios; así mismo, se respetan los derechos de cada uno de los regantes, al aceptar el volumen concesionado a los beneficiarios, de esta forma, a cada persona se le reconocen sus derechos colectivos, a través del título de concesión otorgado por la Comisión Nacional del Agua en donde se respalda a la persona autorizada para hacer uso del recurso, se nombra a la pequeña propiedad como unidad de riego, confiriendo el beneficio de explotar, aprovechar y hacer uso de un volumen autorizado de aguas nacionales del subsuelo.

A nivel individual, cada regante sabe y se le reconoce su rol de participación a través del acta constitutiva de sociedad del “Pozo Zamorano” y el reglamento interno de la unidad de riego, que incluye el padrón de usuarios con nombre, superficie y tenencia de la tierra que le da derecho de hacer uso de las aguas de la unidad de riego.

El reconocer y aceptar el derecho colectivo de los integrantes se fortalece el buen manejo y organización local de la sociedad “Pozo Zamorano” y regantes, construyendo bases

autogestiva de la organización para el manejo del agua, proyectando un alto nivel de sustentabilidad social.

El título de concesión es el documento que acredita el volumen de agua al pozo, la asociación de usuarios a nivel individual, está acreditada con documentos de derecho de agua por el título de propiedad de cada integrante, así mismo, los regantes reconocen sus derechos a través de un reglamento interno, por su parte, con el exterior, cuando se cambia de titular (socio), por medio de una persona autorizada se hace una asamblea general para presentar al nuevo usuario que tomara posesión del derecho anterior.

Se concluye que la organización para el manejo de la infraestructura y el agua es dirigida por los propios productores. La organización para la distribución del agua, los arreglos internos, las normas locales, sistema de sanciones y la buena participación por parte de los regantes, son elementos que indican una alta autogestión, no dependen de las intervenciones externas para controlar o distribuir el recurso agua, intervienen únicamente para reconocer a un nuevo integrante dado por sucesión familiar o compra-venta.

La buena forma de organizarse les ha permitido continuar con sus actividades, manteniendo su productividad en el sistema y adaptándose a los cambios tecnológicos y sociales se han presentado.

### **Paso 5. Presentación e integración de resultados**

Masera et al. (2000) destacan que esta fase del procedimiento del MESMIS consiste en resumir e integrar los resultados obtenidos mediante el monitoreo de los indicadores. Por lo que mencionan que se trata un momento clave en el ciclo de evaluación, pues se pasa de una fase de diferenciación centrada en la recopilación de datos para cada indicador, a otra de síntesis de la información que auxilian para, poder emitir un juicio de valor sobre los sistemas de manejo analizados, que refleje como se comparan entre sí en cuanto a su sustentabilidad.

Para el estudio y con base en lo anterior, se prosiguió a la evaluación global del sistema, a través de la integración de los 16 indicadores considerados para evaluar el

agroecosistema hortícola del “Pozo Zamorano” y detectar los indicadores por atributo que son positivos y los negativos para la sustentabilidad del sistema.

Los 16 indicadores concentran aspectos ambientales, económicos y sociales, medidos de forma cualitativa y cuantitativa.

Para cada indicador determinamos un valor óptimo o umbral (valor de referencia), el cual se refiere a la capacidad máxima del sistema sin alterar su funcionamiento, conservando los recursos naturales, la productividad y las relaciones sociales.

En base a los criterios anteriores procedimos al análisis del sistema actual respecto al óptimo, integrando los indicadores en forma conjunta (Cuadro 29).

Cuadro 29. Valores óptimos y de la situación presente de los indicadores evaluados del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.

<b>Atributo</b>	<b>Indicador estratégico</b>	<b>Criterio y unidades para el óptimo</b>	<b>Valor óptimo (100%)</b>	<b>Situación presente</b>
Productividad	Eficiencia en el uso del agua	kg de producto cosechado por m <sup>3</sup> de agua Valor máximo obtenido	11.3	11.1 (98.23 %) *
	Volumen de producción del sistema	Producción total del sistema (Tm/año) Valor máximo obtenido	817.113	802.526 (98.21%) *
	Rentabilidad económica (R B/C)	R B/C promedio de los 8 cultivos del sistema Valor medio	2.1	1.62 (77.14%)
	Generación de empleo	Empleos permanentes por unidad familiar dentro del sistema. Valor máximo obtenido	1.14	1.12 (98.24%)
Estabilidad, resiliencia confiabilidad	Diversidad ecológica	Número de cultivos manejados en el sistema (diversidad agrícola).	10	8 (80%)
	Estabilidad social de la organización de regantes	Número de productores que opinan que con mecanismos internos se resuelven los conflictos. Número máximo posible	27	27 (100%)
	Superficie sembrada y regada con agua del pozo	Superficie sembrada (ha)	27	27 (100%)
Adaptabilidad	Nuevas prácticas tecnológicas para manejo de agua.	Número de productores que adoptaron dos de las tres prácticas tecnológicas encontradas.	27	19 (70.3%)

Atributo	Indicador estratégico	Criterio y unidades para el óptimo	Valor óptimo (100%)	Situación presente
	Cambios sociales en la gestión de la infraestructura y del agua de riego	Número de regantes que han adoptado el cambio	27	27 (100%)
Equidad	Distribución de recursos	Número de productores que: -Poseen mano de obra -Concentraron la maquinaria y equipo Número máximo posible	27	27 <sup>[1]</sup> (100%)
	Beneficios del sistema (distribución del agua)	Productores que reciben un tandeo equitativo (opinión de los regantes)	27	27 <sup>[2]</sup> (100%)
	Autosuficiencia	Número de productores que producen su maíz y frijol que consumen y alcanza (opinión de los regantes)	27	23 <sup>[3]</sup> (85.2%)
	Igualdad de género (número de regantes)	Número de regantes que opinan que existe inclusión de la mujer en actividades agrícolas	27	25 <sup>[4]</sup> (92.5%)
Autodependencia (autogestión)	Grado de dependencia respecto a insumos (toneladas totales) maquinaria y equipo	25% de dependencia con respecto a insumos externos, maquinaria, asesoría técnica, apoyos gubernamentales.	0	85.1 <sup>[5]</sup> Independencia 14.9 <sup>[6]</sup>
	Control social del proceso de infraestructura y	El 100% del proceso debe estar controlado por los	100	27 (100%)

Atributo	Indicador estratégico	Criterio y unidades para el óptimo	Valor óptimo (100%)	Situación presente
	del manejo del agua (% de control por los productores)	productores-regantes		
	Derechos de propiedad (número de productores)	Número de productores que reconocen los derechos de propiedad. Número máximo posible	27	27 (100%)

Nota: Los indicadores están interrelacionados entre las dimensiones ambiental, económica y social, y los atributos.

<sup>1</sup> Indicador integrado de la siguiente forma: se sumó el número de productores de cada subindicador: número de productores que poseen mano de obra, 11 (41%), concentración de maquinaria y equipo, 16 (59%).

<sup>2</sup> Indicador integrado de la siguiente forma: se sumó el número de productores de cada subindicador: Usuarios de tandeo grupal, 16 (59.2 %), Usuarios individuales, 11 (40.8%).

<sup>3</sup> Indicador integrado de la siguiente forma: se sumó el número de productores de cada subindicador: No siembra y compra maíz y frijol, 4 (14.8%), Lo producido alcanza para familia y animales e incluso sobrante para venta, 23 (85.2%).

Nota: el consumo promedio por familia es de 943 kilogramos y su producción es de 7,500 kg anual por lo tanto es autosuficiente.

<sup>4</sup> Indicador integrado de la siguiente forma: número de integrantes que opinan que existe distribución del trabajo, poder y democracia entre hombres y mujer, si existe 23 (85.2%), no existe 4 (14.8%).

<sup>5</sup> Indicador integrado de la siguiente forma: Considerando que los insumos externos (Insumos de cosecha, insecticidas, herbicidas, fertilizantes, semillas) representan la mayor parte de los insumos externos, se le asignó un valor del 50% (50 representa el 100%); a partir de este valor, se ponderaron los otros subindicadores [con los siguientes valores: Maquinaria y equipo (30%), Asesoría técnica (1.11%), apoyos gubernamentales (4.07%)]. El valor integrado es del 85.1%, que significa dependencia externa.

<sup>6</sup> El indicador de sustentabilidad es la independencia respecto a insumos externos, maquinaria y equipo, asesoría técnica y apoyos gubernamentales; este valor será usado en la gráfica tipo AMEBA.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo e información bibliográfica.

Los datos anteriores permitieron elaborar una representación gráfica en un diagrama tipo tela de araña, ameba o cometa, en el cual se representan los valores de los indicadores obtenidos y se comparan con su valor de referencia.

Como se observa en la Figura 6, el área que cubre el sistema actual (borde oscuro) es del 85%, menor que el área del sistema en su estado óptimo (periferia de la gráfica, borde punteado negro) del 100%, el borde punteado rojo representa el 50% de este y únicamente el indicador de grado de independencia se encuentra por debajo de él.

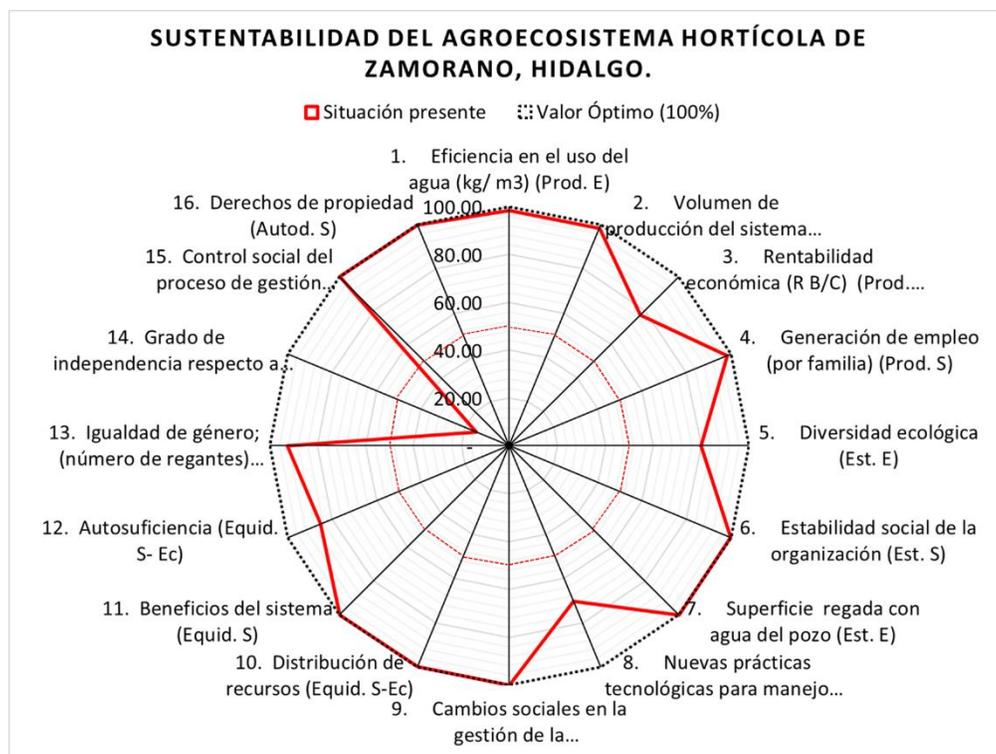


Figura 6. Sustentabilidad del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, el sistema hortícola de Zamorano se encuentra en un estado bueno de sustentabilidad con potencial para alcanzar los valores óptimos, esto debido a que, de los 16 indicadores evaluados, siete se observan en el nivel óptimo, ocho con valores mayores al 70% pero menores al 100% y únicamente un indicador se encuentra por valores debajo del 50% del óptimo y representa un punto crítico para el sistema.

A continuación, se presenta un análisis por atributo del sistema hortícola evaluado a través de sus indicadores:

**Productividad:**

La fuerza productiva de los horticultores de Zamorano, está en función del agua del pozo, el cual es empleado como recurso de uso común, distribuido para cada uno de los productores miembros de la sociedad “Pozo Zamorano” de forma equitativa en función de la superficie que posean y aprovechado para mantener la productividad en el agroecosistema. De acuerdo a los resultados, muestra para los cuatro indicadores

evaluados, valor inferior al óptimo, siendo uno (rentabilidad económica) el que más se aleja de los valores deseados.

La rentabilidad económica (R B/C) evidencia las altas cantidades de dinero destinadas para la adquisición de insumos que permiten la producción de los diferentes cultivos del sistema, y la inestabilidad de los precios de venta del cultivo que se manejen en el mercado, demanda, condiciones climatológicas, así mismo de insumos adquiridos para algunos de ellos como: semillas, plásticos (acolchados) y cintas de goteo, precios que se manejan en dólar y están en función del tipo de cambio.

La rentabilidad económica (R B/C) del sistema es inferior al óptimo deseado en producción orgánica, debido a los altos costos destinados a pago de maquinaria e insumos, los precios de los productos no son estables, existen ganancias del 63% por cada peso invertido, sin embargo, la R B/C es un indicador inestable que depende de factores inciertos antes mencionados.

Otro indicador que se encuentra por debajo del óptimo es la generación de empleos, aunque en la actualidad se generan casi dos empleos por familia, esto ayuda a disminuir la migración a Estados Unidos (dimensión social); los valores deseados indican que un sistema orgánico genera más empleos por familia, sin embargo, un incremento de jornales puede disminuir las ganancias del agricultor ya que se elevan los costos de producción (dimensión económica).

Como se observa, los 4 indicadores se encuentran por debajo de los niveles deseados, pero no se consideran como puntos críticos ya que no disminuye su valor del 50% del óptimo planteado, por ello el sistema mantiene un proceso productivo aceptable para: eficiencia en el uso del agua, volumen de producción del sistema, rentabilidad económica y generación de empleo.

Se muestra que el grupo mantiene un proceso productivo que logra satisfacer sus objetivos casi al nivel óptimo, reflejando una capacidad de resistir frente a situaciones sociales, económicas y climáticas que se presentan.

## Estabilidad, resiliencia y confiabilidad

El sistema muestra valores altos en relación al óptimo, únicamente un indicador ecológico (diversidad ecológica), se encuentra por debajo en relación al óptimo, para el caso del indicador social (estabilidad social de regantes) y ecológico (superficie sembrada y regada con agua de pozo), señala valores iguales al óptimo, se muestra estabilidad social y ecológica en cuanto a estos indicadores.

La diversidad ecológica se encuentra un 20% por debajo respecto al nivel del óptimo, esto debido a que solo se tienen ocho cultivos diferentes en el sistema, por lo que se requiere incrementar este número para presentar una mayor diversificación de cultivos generadores de procesos biológicos que pueden permitir una rotación de cultivos aportando nitrógeno, ya que solo se encontraron dos leguminosas en el sistema y el resto son cultivos altamente extractivos de nutrientes. Sin embargo, la diversificación actual conserva arreglos que se podrían considerar como un mosaico de policultivos que incluyen algunos materiales locales.

La estabilidad social del grupo se encuentra en buenas condiciones, los mecanismos para resolver conflictos han permitido mantener un orden interno en el grupo, existen reglas que permiten una armonía en la sociedad.

Socialmente el agroecosistema de regantes es altamente estable; sin embargo, factores como: conflictos entre usuarios, mal manejo y distribución del recurso, falta de acuerdos internos y dialogo, pueden afectar a dicha estabilidad.

El grupo ha logrado mantener un orden social a través del diálogo, arreglos entre integrantes y un conjunto de reglas creadas y conservadas por ellos, evidenciando así la gran capacidad autogestiva que poseen para mantener el orden social.

## Adaptabilidad

El sistema se debe adaptar a los cambios que se presenten y mantener estable el proceso productivo para continuar generando beneficios, buscando nuevas formas sociales y técnicas, que afecten lo menos posible a los recursos del mismo.

Un indicador del área ecológico- social (nuevas prácticas tecnológicas para el manejo del agua), presenta valores 30% por debajo respecto al nivel óptimo, esto es debido a que solo el 70.3% de los productores han adoptado dos de las tres prácticas tecnológicas encontradas para el manejo del agua (cintillas de riego, acolchados plásticos, estanques de almacenamiento), puesto que no todos los productores tienen las mismas oportunidades económicas de poder adquirir un estanque de almacenamiento de agua, lo cual se presenta como un punto crítico que afecta la sustentabilidad del sistema.

Socialmente, el sistema presenta buena adaptabilidad, pues las nuevas prácticas tecnológicas los ha llevado a establecer arreglos para la gestión y conservación de la infraestructura del agua, estos procesos de adaptación a los cambios se han dado en base a acuerdos internos, dialogo, reglamentos establecidos en las asambleas, permitiendo mantener el orden y evitar conflictos en la sociedad. La adaptabilidad refleja la capacidad de los usuarios a conservar un sistema productivo y resiliente frente a los cambios que se presenten.

### Equidad

Los recursos, beneficios, oportunidades y trabajo, deben ser distribuidos de manera uniforme entre las familias del sistema hortícola del Pozo Zamorano, y personas externas que participan en el proceso. El sistema muestra una alta igualdad en la distribución del agua como recurso de uso común, así como en los beneficios y trabajo; sin embargo, en cuanto a los granos básicos que se producen, algunas familias reportan no les alcanza para el auto abasto y deben comprarlos, solo el 85.2% es autosuficiente en cuanto a producción de maíz y frijol e incluso el excedente se destina para venta.

La distribución del agua, como recurso de uso común, se da de manera igualitaria en el sistema, lo cual ha resultado eficiente para mantener un orden interno; la cantidad de horas de agua asignada por integrante de la sociedad, está en relación a las acciones que posea (1 acción=70 horas) y cada uno decide la cantidad que utilizará en cada ciclo y en cada riego, es por ello, que se lleva un control para reportar en asambleas y evitar que alguien ocupe horas de más.

Dentro del sistema, en cuanto a las labores agrícolas, existe una designación de labores particulares por género ya que a las mujeres se les designan actividades de acuerdo a lo que puedan realizar y oportunidades de trabajo; asimismo, a pesar de que existen únicamente 8 mujeres en el grupo, han ocupado cargos administrativos en la organización y en diferentes niveles de la organización social para el manejo de agua; sin embargo, aún no han ocupado puestos directivos, y para la toma de decisiones, aunque la opinión de la mujer tiene igual peso al de los hombres.

Las labores se distribuyen equitativamente, todos los regantes cumplen con las tareas que implica el cuidado y mantenimiento de la infraestructura de riego y las comisiones para convocar asambleas, las cooperaciones económicas que se establecen son cumplidas por todos para realizar mejoras al sistema de infraestructura de riego.

El sistema muestra buena distribución de beneficios de los recursos, inclusión de la mujer en el reparto de actividades promoviendo una equidad de género.

#### Autodependencia (Autogestión)

Se espera que el sistema pueda ser independiente, generando internamente sus propios recursos, procesos productivos y organizativos, sin necesidad de depender del exterior, esto puede permitir oportunidades de autogestión. En el caso de insumos externos, el sistema presenta una alta dependencia respecto a maquinaria agrícola, para preparar los terrenos y en la colocación de plásticos agrícolas y aunque les permite eficientizar las labores y disminuir en algo la mano de obra, incrementa los costos y ha remplazado el uso de las yuntas. También hay una dependencia en el uso de bombas de motor, polveras y equipo e infraestructura de riego.

En la asesoría técnica, solo el 1.11% dependen de ella al menos dos veces al mes, la experiencia ha logrado que no recurra al conocimiento técnico al 100%,

El uso de semillas es totalmente dependiente de recursos mejorados, son muy pocos los casos, en los que el productor selecciona su semilla y realiza el proceso de volver a utilizarla en el siguiente ciclo en especial en maíz, y tomate, para el resto por ser cultivos

comercialmente importantes, se recurre a variedades mejoradas para alcanzar altos rendimientos.

En la recuperación de la fertilización natural de los suelos, solo hay un pequeño grupo que lo consigue a través de la aplicación del estiércol de los animales que tienen en corral, ya que la mitad de los productores cuentan con ganado pero no es suficiente; sin embargo, se adquiere estiércol quemado (compostado) de ranchos cercanos o en ocasiones del estado de Querétaro: La mayoría de los agroquímicos, fertilizantes e insumos para cosecha (rafia, periódico, cajas de madera, tapas de cartón, arpillas) son adquiridos de casas de agroquímicos de los municipios cercanos, por lo que, el sistema depende totalmente del exterior; asimismo, se realizan aplicaciones de gran variedad de productos, algunos son de alta toxicidad, agresivos para el medio ambiente y altamente residuales, se provoca alta dependencia de estos productos para garantizar una buena cosecha y atributos como estabilidad (diversidad ecológica, calidad de agua y suelo), rentabilidad (R B/C) y equidad (distribución de ingresos) se ven implicados negativamente y producen externalidades: el suelo y agua se contaminan, se reduce la diversidad ecológica afectando la salud humana.

En relación a la gestión y mantenimiento de la infraestructura del agua de riego del Pozo Zamorano, los socios muestran una alta participación social que resulta en una dinámica autogestiva, ellos se han mostrado competentes para mantener dicha condición productiva y en orden, se ha evidenciado la capacidad de planear, proponer, dirigir y operar eficientemente los procesos sociales que se presentan, la colaboración y participación activa de cada uno de los socios, ha hecho posible que se mantengan y se respeten las reglas establecidas, a través del diálogo se llegan a acuerdos para evitar conflictos internos y ver en conjunto por el agua, como bien de uso común.

De acuerdo a las dimensiones evaluadas, es posible decir que ecológicamente el sistema es débil ocasionado por la gran dependencia de insumos externos empleados, así como en la adopción de nuevas prácticas para el manejo del agua (adaptabilidad) y fuerte en la superficie que se siembra y se riega con el agua del pozo (Figura 7).

De la dimensión económica, los indicadores menos consolidados son: Rentabilidad económica (atributo productividad), debido a la gran cantidad de recurso que se destina para la compra de agroquímicos, insumos para cosecha y los bajos precios del mercado.

En la dimensión social, el indicador menos fortalecido es la autosuficiencia alimentaria, con niveles ligeramente separados del óptimo (Figura 8).

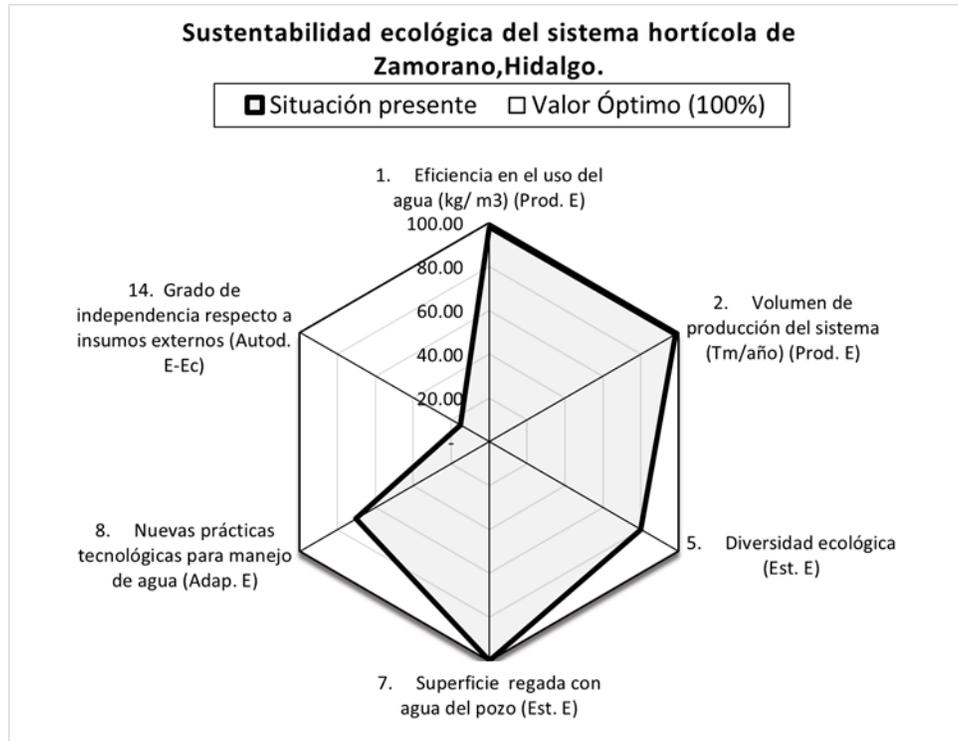


Figura 7. Sustentabilidad ecológica del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”.

Fuente: Elaboración propia.

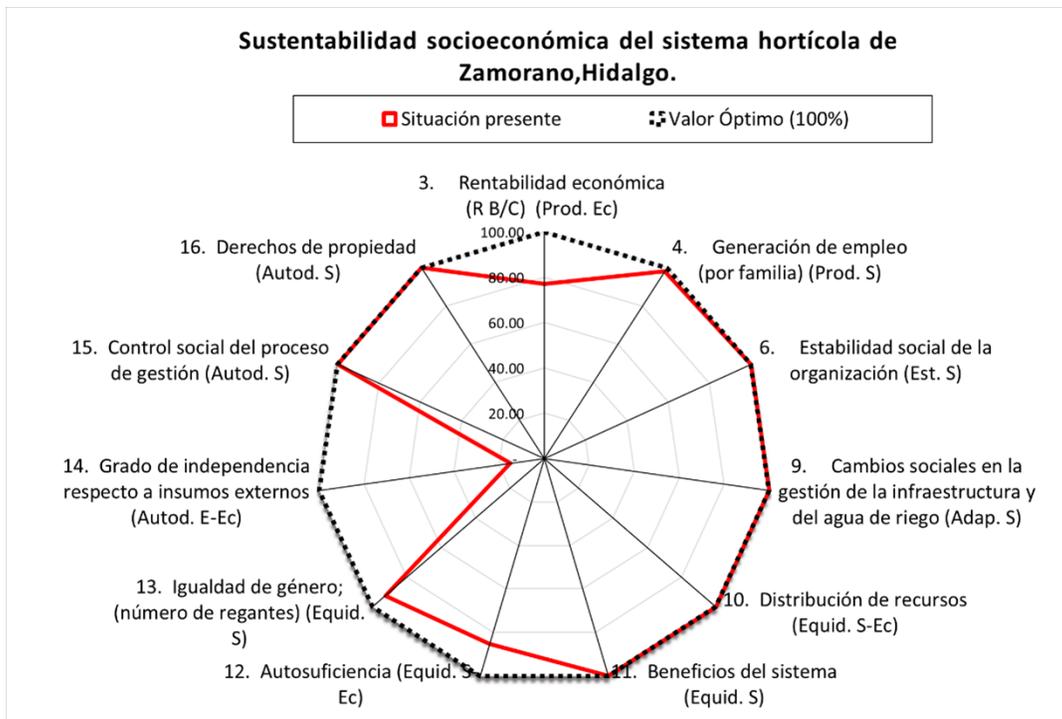


Figura 8. Sustentabilidad socioeconómica del agroecosistema hortícola “Pozo Zamorano”

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores positivos que fortalecen la sustentabilidad (Cuadro 30) del área ecológica son: eficiencia en el uso del agua, superficie regada con el agua de pozo, (del atributo de estabilidad, resiliencia y confiabilidad), del área social son: estabilidad social de la organización, cambios sociales en la gestión de la infraestructura y del agua de riego (atributo estabilidad y adaptabilidad), distribución de recursos, beneficios del sistema e igualdad de género (ámbito equidad), control social del proceso de gestión y derechos de propiedad (atributo autodependencia), de la dimensión socio-económica los indicadores positivos son: generación de empleo (atributo productividad), por lo contrario se enlistan un grupo de indicadores débiles que afectan la sustentabilidad del sistema resultando entre ellos el grado de independencia respecto a insumos externos.

Cuadro 30. Caracterización de los indicadores por atributo, por su efecto en el agroecosistema “Pozo Zamorano”.

Atributo	Indicadores	
	Potenciales	Débiles
Productividad	<b>4.</b> Generación de empleo (por familia) (S-Econ) <b>1.</b> Eficiencia en el uso del agua (kg/ m <sup>3</sup> ) (E)	<b>3.</b> Rentabilidad económica (R B/C) (Econ) <b>2.</b> Volumen de producción del sistema (Tm/año) (E)
Estabilidad, resiliencia, confiabilidad	<b>6.</b> Estabilidad social de la organización (S) <b>7.</b> Superficie regada con agua del pozo (E)	<b>5.</b> Diversidad ecológica (E)
Adaptabilidad	<b>9.</b> Cambios sociales en la gestión de la infraestructura y del agua de riego (S)	<b>8.</b> Nuevas prácticas tecnológicas para manejo de agua (E)
Equidad	<b>10.</b> Distribución de recursos (S-Econ) <b>11.</b> Beneficios del sistema (S) <b>13.</b> Igualdad de género (S)	<b>12.</b> Autosuficiencia (S-Econ)
Autodependencia (autogestión)	<b>15.</b> Control social del proceso de gestión (S) <b>16.</b> Derechos de propiedad (S)	<b>14.</b> Grado de dependencia respecto a insumos externos (E-Econ)

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis de los resultados de campo.

Los puntos críticos encontrados son 6 de los 16 indicadores evaluados, tres son alarmantes por presentar valores con rango del 14.9% al 77.1%, el resto se considera valor bueno, son más los indicadores potenciales que favorecen la sustentabilidad del sistema, destacando de entre ellos indicadores sociales y seguido de ellos, los ecológicos. Concluyendo de esta forma que el sistema es fuerte socialmente, pero sus debilidades radican en indicadores económicos y ecológicos que buscan reforzar la sustentabilidad del mismo.

Gracias al análisis de los indicadores, la gráfica de ameba y el cuadro de puntos críticos y potenciales, hemos llegado a las siguientes conclusiones que se muestran a continuación.

## VI. CONCLUSIÓN

La sustentabilidad del agroecosistema en general se encuentra en un estado bueno con potencial para alcanzar los valores óptimos, siendo manejado por los propios productores de la sociedad, confirmando así, la alta capacidad de autogestión para mantener el sistema en un nivel de sustentabilidad alto.

Fueron identificados y agrupados a través de indicadores ecológico, sociales y económicos, los que limitan y fortalecen al sistema conociendo los puntos débiles y fuertes de sustentabilidad, la organización social para el manejo del agua, resultado altamente sustentable, aunque también se reconocieron limitaciones por parte de los usuarios, las cuales deben ser atendidas y servir de base para realizar mejoras en la organización.

Dentro de los indicadores ecológicos el sistema muestra una gran capacidad productiva, teniendo buena eficiencia en el uso del agua, y alta capacidad de empleos generados, en relación con el sistema orgánico alternativo, ya que se ubica con una diferencia no significativa por debajo del óptimo establecido, permitiéndole mantener su productividad, se trata de un sistema diversificado.

Para los indicadores socioeconómicos, hay oportunidad de mejora para el indicador beneficio /costo, pues el sistema evaluado resultó por debajo de las ganancias generadas en un panorama orgánico. La estabilidad social en la organización de regantes logra satisfacer las necesidades de la superficie total autorizada para riego.

El sistema presenta una alta capacidad para adaptarse a las nuevas prácticas tecnológicas para el manejo del agua, así como a los cambios sociales en la gestión de la infraestructura y del agua de riego, lo que les ha permitido subsistir hasta ahora y fortalecer la adaptabilidad del sistema para su sustentabilidad.

Se identificaron elementos que dotan de mayor sustentabilidad al sistema, siendo estos; la distribución de recursos y la distribución del agua, permitiéndoles a todos tener igualdad de condiciones (volumen/horas) del recurso de uso común; asimismo, al incluir a las mujeres en las actividades agrícolas brinda una estabilidad al sistema para su

continuidad y fortalece la sustentabilidad del mismo. Por el contrario, la dependencia de insumos externos es el principal factor que pone en riesgo la sustentabilidad del sistema, dado que motiva necesariamente la compra de insumos tanto de semillas, fertilizantes y químicos para la protección fitosanitaria para los cultivos e insumos de cosecha de forma continua, para lo cual se recomienda promover la capacitación continua a través de talleres particulares que permitan diferentes manejos hacia una disminución en el uso de agroquímicos, así como en la sustitución con insumos orgánicos para control de plagas y enfermedades con el establecimiento de “biofabricas”.

Promover la estrategia de la selección y empleo tanto de semillas autóctonas como de las compradas que ya han sido adaptadas a la región (tomate, maíz y frijol principalmente).

Implementar el aumento de la diversidad de cultivos, entre ellos las leguminosas por su eficiencia en la fijación de nitrógeno, sugiriendo el alverjón y haba, también por la demanda en los mercados locales.

Sugerir a cada productor del sistema a rotar una fracción de su superficie con un grano básico para fortalecer y garantizar seguridad alimentaria y autoabasto familiar.

## VII. LITERATURA CITADA

- Alberich, T. &, Arnanz, L. &, Basagoiti, M. &, Belmonte, R. &, Bru, P. &, Espinar, C. &, García, N. &, Habegger, S. &, Heras, P. &, Hernández, D. &, Lorenzana, C. &, Martín, P. &, Montañés, M. &, Villasante, T. R. &, & Tenze, A. (2009). Metodologías Participativas. Metodología Participativa, Manual, 15–43.
- Altieri, M. A. (1992). Agroecological foundations of alternative agriculture in California. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 39, 23–53.
- Altieri, M., Hecht, S., Liebman, M., Magdoff, F., Norgaard, R., & Sikor, T. O. (1999). AGROECOLOGIA Bases científicas para una agricultura sustentable. En *teca 20* (Vol. 7, Número 2). <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol22n2.pdf#page=30>
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2000a). Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. En *Diario de campo* (Primera). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.
- Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2000b). AGROECOLOGÍA Teoría y práctica para una agricultura sustentable (Primera). Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental.
- Altieri, Miguel A., & Hecht, S. B. (1989). *Agroecology and Small Farm Development*. Boca Raton.
- Altieri, Miguel A., Nicholls, C. I., Astier, M., Vasquez, L., Henao, A., & Infante, A. (2021). Documentando la evidencia en Agroecología : Una perspectiva Latinoamericana. Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas.
- Altieri, Miguel A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: Rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587–612. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>
- Altieri, Miguel A, & Nicholls, C. I. (2005). *Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture* (1<sup>st</sup> editi). [https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/3077442/mod\\_resource/content/2/Altieri\\_agroecology-engl-PNUMA\\_livro\\_2005.pdf%0Ahttp://www.agroeco.org/doc/agroecology-engl-PNUMA.pdf](https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/3077442/mod_resource/content/2/Altieri_agroecology-engl-PNUMA_livro_2005.pdf%0Ahttp://www.agroeco.org/doc/agroecology-engl-PNUMA.pdf)
- Altieri, Miguel Angel. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Westview Press.
- Arévalo Pacheco, G. J., & García Rojas, H. R. G. (2015). Propuesta de indicadores para evaluar la sustentabilidad de la actividad turística de salud: Ruta de la Salud en Michoacán. *Ciencias Nicolativas*, 64, 55–68.
- Astier, M., & Hollands, J. (2007). *Sustentabilidad y campesinado. Seis experiencias agroecológicas en Latinoamérica*. (2a.Edición). Mundiprensa-GIRA-ILEIA.

- Astier, Martha, Masera, O., & Galván-Miyoshi, Y. (2008). Evaluación de Sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional (Vol. 53, Número 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ballara, M., Damianović, N., & Valenzuela, R. (2012). Mujer, agricultura y seguridad alimentaria: una mirada para el fortalecimiento de las políticas públicas en América Latina. *Addressing Inequalities*, 18(8), 15.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1–2), 136–147.
- Calduch, R. (2013). *Diferencias Investigación*. Universidad Complutense de Madrid, 1–161. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cárdenas Grajales, G. I. (2009). Investigación Participativa Con Agricultores: Una Opción De Organización Social Campesina Para La Consolidación De Procesos Agroecológicos. *Luna Azul*, 29, 95–102. <https://doi.org/10.17151/luaz.2009.29.10>
- CONAGUA. (2012). Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. Subdirección General Jurídica, 1–209. [www.conagua.gob.mx](http://www.conagua.gob.mx)
- CONAGUA. (2019). Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego, Año 2017-2018. Estadísticas del agua en México, 14.
- Conway, G. R. (1987). The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 24(2), 95–117. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(87\)90056-4](https://doi.org/10.1016/0308-521X(87)90056-4)
- Conway, G. R., & Pretty, J. N. (1991). Unwelcome Harvest. En *Unwelcome Harvest*. <https://doi.org/10.4324/9781315066844>
- De Camino, R., & Mueller, S. (1993). La definición de sustentabilidad, las variables principales y bases para establecer indicadores. En *Agricultura, recursos naturales y desarrollo sostenible apuntes para el marco conceptual*. ED. IICA/GTZ.
- Diario Oficial de la Federación, D. (2002). Programa nacional hidráulico 2001-2006. Comisión Nacional del Agua (Conagua).
- Dumont, A. M., Gasselin, P., & Baret, P. V. (2020). Transitions in agriculture: Three frameworks highlighting coexistence between a new agroecological configuration and an old, organic and conventional configuration of vegetable production in Wallonia (Belgium). *Geoforum*, 108(December 2019), 98–109. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.11.018>
- Escobedo, F. E. (1997). El pequeño riego en México. En T. Martínez Saldaña & J. Palerm Viqueira (Eds.), *Antología sobre pequeño riego [vol. I]* (pp. 261–285).
- Falck, A., & Yáñez, P. P. (2011). Democracia Participativa y Presupuestos Participativos. En *Manual de Escuela de Políticas de Participación Local: Vol. V (Número 2, p. 165)*.

FAO. (1996). Producción de alimentos: función decisiva del agua. Cumbre mundial sobre la alimentación. <https://www.fao.org/3/w2612s/w2612s07a.htm>

FAO. (2019). La contaminación del suelo: una realidad oculta. IBERDROLA.

Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T. A., Creamer, N., Harwood, R., Salomonsson, L., Helenius, J., Rickerl, D., Salvador, R., Wiedenhoeft, M., Simmons, S., Allen, P., Altieri, M., Flora, C., & Poincelo, R. (2003). Agroecology: The Ecology of Food Systems, *Journal of Sustainable Agriculture*. [https://doi.org/10.1300/J064v22n03\\_10](https://doi.org/10.1300/J064v22n03_10)

Ganuzá, E., Olivari, L., Buitrago, P. P., & Lorenzana, C. (2010). La democracia en acción: una visión desde las metodologías participativas. En Madrid: Antígona. [http://www.antigona.org.es/area-trabajo/lademocraciaenaccion.pdf%5Cnfile:///Users/baierle/Dropbox/PapersBox/Library.papers3/Articles/2010/Ganuzá/Madrid Ant?gona/Madrid Ant?gona 2010 Ganuzá.pdf%5Cnpapers3://publication/uuid/84BE7C38-BC89-4376-9011-40DD0AA5](http://www.antigona.org.es/area-trabajo/lademocraciaenaccion.pdf%5Cnfile:///Users/baierle/Dropbox/PapersBox/Library.papers3/Articles/2010/Ganuzá/Madrid%20Antígona/Madrid%20Antígona%202010%20Ganuzá.pdf%5Cnpapers3://publication/uuid/84BE7C38-BC89-4376-9011-40DD0AA5)

García Muñoz, T. (2003). El cuestionario como instrumento de investigación/evaluación. En *Etapas del Proceso Investigador: INSTRUMENTACIÓN*. (p. 28). [http://www.univsantana.com/sociologia/El\\_Cuestionario.pdf](http://www.univsantana.com/sociologia/El_Cuestionario.pdf)

GEILFUIS, F. (2001). Ochenta Herramientas para el Desarrollo Participativo (3a ed.). Editorial Kimpres Ltda.

Geilfus, F. (2002). 80 Herramientas Para el Desarrollo Participativo. En Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (Número San José-Costa Rica). <http://ejoventut.gencat.cat/permalink/aac2bb0c-2a0c-11e4-bcfe-005056924a59>

Gliessman, S. R. (1990). *Agroecology: Researching the Ecological Basis for Sustainable Agriculture*. Springer Verlag.

Gliessman, S.R., Rosado-May, F. J., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Mendez, V. E., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., & Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, 16(1), 13–23.

Gliessman, Stephen R. (1997). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*.

Gliessman, Stephen R. (1998). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible (Español)*.

Gliessman, Stephen R. (2002). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. En *Diversidad y estabilidad del agroecosistema*.

González De Molina, M. (2011). *INTRODUCCIÓN A LA AGROECOLOGÍA (S. E. de A. E. (SEAE) (ed.)). Cuadernos Técnicos SEAE -Serie: Agroecología y Ecología Agraria Índice*.

Guzmán Casado, G., González de Molina, M., & Sevilla-Guzmán, E. (2000). Introducción a la Agroecología como Desarrollo rural sostenible. En *Introducción a la Agroecología*

como Desarrollo rural sostenible.  
[https://www.researchgate.net/publication/272127962\\_Introduccion\\_a\\_la\\_Agroecologia\\_como\\_Desarrollo\\_Rural\\_Sostenible](https://www.researchgate.net/publication/272127962_Introduccion_a_la_Agroecologia_como_Desarrollo_Rural_Sostenible)

Hecht, S. B. (1995). La evolución del pensamiento agroecológico. En AGROECOLOGIA Bases científicas para una agricultura sustentable (pp. 15–29).

HELLIN, J., DE LA TORRE, C., COELLO, J., & RODRÍGUEZ, D. (2006). Los Kamayoj en el Perú: expertos campesinos para la extensión y la experimentación. *Leisa: Revista de Agroecología: Investigación Participativa y Desarrollo*, 22(3), 5–8.

Hernández-Rodríguez, M. de los Á., & Moreno-Vázquez, J. L. (2018). Manejo de agua en un agroecosistema: entre la autogestión local y la imposición gubernamental. *Economía Sociedad y Territorio*, xviii, 165–193. <https://doi.org/10.22136/est01105>

Hunt, R. C. (1998). “Sistemas de riego por canales: tamaño del sistema y estructura de la autoridad”. En T Martínez Saldaña & J. Palerm (Eds.), *Antología sobre pequeño riego* [vol. I] (pp. 185–219).

INAFED.gob. (2021). Huichapan.  
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM13hidalgo/municipios/13029a.html>

Jansen, K., & Vellema, S. (2004). *Agribusiness and Society*. Zed Books.

León Sicard, T. E. (2009). Agroecología: Desafíos de una ciencia en construcción. *Agroecología*, 4(0), 7–17.

Macías Macías, A. (2009). Mallas de valor global en la agricultura de hortalizas en México. El caso de Sayula, Jalisco. *Región Y Sociedad*, 21(46). <https://doi.org/10.22198/rys.2009.46.a479>

Martínez Castillo, R. (2002). Agroecología: atributos de sustentabilidad. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, III(5), 25–45.

Martínez Saldaña, Tomás, & Palerm Viqueira, J. (1997). *Antología sobre pequeño riego vol. I: Vol. I*.

Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*. Mundi prensa – GIRA.

Masera, O., & López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural*. MundiPrensa-GIRA-UNAM.

Masera, Omar, Astier, M., & López-Ridaura. (2000). SUSTENTABILIDAD Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES. En *ContactoS* (Vol. 80, Número 1). [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60178-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60178-9)

Mayer, A. (2008). Strengths and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems. *Environ. Inter.*, 34, 277–291.

- Nyeléni. (2015). Foro Intenacional de Agroecología Nyéléni Center, Sélingué, Mali (pp. 24 –27). <https://ag-transition.org/wp-content/uploads/2015/10/NYELENI-2015-ESPANOL-FINAL-WEB.pdf>
- Ocampo Fletes, I. (2004). Gestión del agua y sustentabilidad de los sistemas de pequeño riego. El caso del canal San Félix, Atlixco, México. Universidad de Córdoba, España.
- Ostrom, E. (2000). EL GOBIERNO DE LOS BIENES COMUNES, LA EVOLUCIÓN DE LAS INSTITUCIONES DE ACCIÓN COLECTIVA.
- Palacios-Vélez, E., Palacios-Sánchez, L. A., & Espinosa-Espinosa, J. L. (2018). Evaluation of water use efficiency in irrigated agriculture supported by satellite images. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 9(1), 31–38. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-01-02>
- Palerm-Viqueira, J. (2005). Gobierno y administración de sistemas de riego. *Región Y Sociedad*, 17(34), 31. <https://doi.org/10.22198/rys.2005.34.a614>
- Palerm-Viqueira, J. (2015). El auto-gobierno de sistemas de riego: Caracterización de la diversidad. En *Water Management* (Número 29). Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Palerm Viqueira, J., & Martínez Saldaña, T. (2000). Antología sobre pequeño riego. Vol. II: Organizaciones autogestivas. En *Colegio de Postgraduados y Plaza y Valdés* (Vol. 2). <https://doi.org/10.1215/00182168-81-3-4-792>
- Pérez Espejo, R. (2012). *Agricultura y contaminación del agua* (Primera). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez Magaña, A., Macías López, A., & Gutierrez Villalpando, V. (2019). Situación social y tecnológica en el manejo del agua para riego en Puebla, México. *Acta Universitaria*, 29, 1–15. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2114>
- Platas-Rosado, D. E., Vilaboa-Arroniz, J., González-Reynoso, L., Severino-Lendechy, V. H., López-Romero, G., & Vilaboa-Arroniz, I. (2017). Un analisis teorico para el estudio de los agroecosistemas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(3), 395–399.
- Pueblosamerica.com. (2021). Zamorano (Hidalgo). <https://mexico.pueblosamerica.com/i/zamorano/>
- Ramos-cruz, C. M., Pérez-evangelista, E. R., Miguel-valle, E., Ramírez-delgado, D., & Maltos-buendía, J. (2018). PANORAMA DE LA SITUACIÓN DEL AGUA Y LA AGRICULTURA: UNA REVISIÓN. *Ciencia e Innovación*, 1(2), 309–319.
- Rosset, P. (2001). La Crisis De La Agricultura Convencional, La Sustitucion De Insumos, Y El Enfoque Agroecológico. *Agroecología y Agricultura Sostenible*. Módulo I, 2–11.
- Rosset, Peter M., & Martínez-Torres, M. E. (2012). Rural social movements and agroecology: Context, theory, and process. *Ecology and Society*, 17(3). <https://doi.org/10.5751/ES-05000-170317>

Rosset, Peter Michael, Sosa, B. M., Jaime, A. M. R., & Lozano, D. R. Á. (2011). The Campesino-to-Campesino agroecology movement of ANAP in Cuba: Social process methodology in the construction of sustainable peasant agriculture and food sovereignty. *Journal of Peasant Studies*, 38(1), 161–191. <https://doi.org/10.1080/03066150.2010.538584>

Sampaio, R., & Mancini, M. (2007). Systematic Review Studies: a Guide for Careful Synthesis of Scientific Evidence. *Rev. bras. fisioter*, 11(1), 77–82.

SAN MARTÍN, M. J. (2002). Participación de los actores en la implementación de Proyectos de Desarrollo”. En *Metodologías Participativas hacia el diálogo de saberes*. (pp. 13–20). Maela: Movimiento Agroecológico Latinoamericano.

Sarandón, Santiago Javier Flores, C. C. (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. En *The New Political Sociology of Science: Institutions, Networks, and Power* (1a ed.). Editorial de la Universidad de La Plata. <https://doi.org/10.1177/009430610803700551>

Sarandón, S. (2002). AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable. ([https://www.researchgate.net/publication/324896530\\_Sarandon\\_SJ\\_2002\\_AGROECOLOGIA\\_El\\_camino\\_hacia\\_una\\_agricultura\\_sustentable\\_Editor\\_Ediciones\\_Cientificas\\_Americanas\\_La\\_Plata\\_560\\_pgs\\_ISBN987-9486-03-X](https://www.researchgate.net/publication/324896530_Sarandon_SJ_2002_AGROECOLOGIA_El_camino_hacia_una_agricultura_sustentable_Editor_Ediciones_Cientificas_Americanas_La_Plata_560_pgs_ISBN987-9486-03-X) (ed.); Número May). Ediciones Científicas Americanas.

Sarandón, S. (2003). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En S. Sarandón (Ed.), *Agroecología: el camino hacia la agricultura sustentable*. (Ediciones, pp. 164–180).

Sarandón, Santiago, & Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4(0), 19–28.

Serafim Borges, I. M., Jacinto Almeida, R. L., Gonçalves Fernandes, A. C., & Éllen da Silva, S. (2020). Agricultura familiar: análisis de la sostenibilidad a través de indicadores socioeconómicos y ambientales. *2017(1)*, 1–9.

Sevilla-Guzmán, E. (2002). Agroecología Y Agricultura Ecológica: Hacia Una “Re” Construcción De La Soberanía Alimentaria. En *Agroecología* (Vol. 1). Ediciones Científicas Americanas.

SIAP. (2015). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Silva-Ochoa, P. (2000). Unidades de riego: La otra mitad del sector agrícola bajo riego en México. IWMI, INSTITUTO INTERNACIONAL DEL MANEJO DEL AGUA, 19. <http://publications.iwmi.org/pdf/H026501.pdf>

Speelman, E., Astier, M., & Galván, Y. (2007). Sistematización y análisis de los estudios de caso MESMIS: lecciones para el futuro. En *Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable* (Vol. 1, Número 23). [file:///C:/Users/hp/Downloads/GIRA\\_CS3\\_final1.pdf](file:///C:/Users/hp/Downloads/GIRA_CS3_final1.pdf)

SS. (1994). NOM-093-SSA1-1994, Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos. Secretaria de Salud, 1–18.

Stockle, C., O. P., R., Saxton, G., & Campbell, G. (1994). A framework for evaluating the sustainability of agricultural production systems. *American Journal of Alternative Agriculture*, 9(1-2), 45–51.

Toledo, V. M. (2005). La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. *LEISA Revista de Agroecología*. [www.ethnologue.com](http://www.ethnologue.com)

Tonolli, A. J., & Ferrer Gonzalez, C. S. (2018). Comparación de marcos de evaluación de agroecosistemas. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*, 21, 487–504.

Van der Ploeg, J. D. (2010). *Nuevos campesinos Alimentarios, Campesinos e imperios* (Icaria (ed.)). 2010.

Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J.-F., Ferrer, A., & Peigné, J. (2014). Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7>