



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**INSTITUTO DE CIENCIAS**

**POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**



*“La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la Tierra”*

**“Evaluación de la sustentabilidad del solar nahua de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla, mediante la construcción de un índice”**

TESIS

Que para obtener el grado de:

**DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Presenta

**MARÍA ISABEL PALESTINA GONZÁLEZ**

Directora de tesis:  
Dra. Sonia Emilia Silva Gómez



Abril 2021



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**INSTITUTO DE CIENCIAS**

**POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES**



*“La Tierra no es de nosotros, nosotros somos de la Tierra”*

**“Evaluación de la sustentabilidad del solar nahua de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla, mediante la construcción de un índice”**

TESIS

Que para obtener el grado de:

**DOCTORA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Presenta

**MARÍA ISABEL PALESTINA GONZÁLEZ**

Comité tutorial:

Directora	Dra. Sonia Emilia Silva Gomez
Integrante Comité Tutorial	Dr. Lucia López Reyes
Integrante Comité Tutorial	Dr. Eduardo Torres Ramírez
Integrante Comité Tutorial	Dr. Ricardo Darío Peña Moreno
Integrante Comité Tutorial	Dr. Ignacio Carranza Cerda

Abril 2021

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT) por el apoyo otorgado a través de los programas de Becas Nacionales y Becas Mixtas (CVU 494646).

A la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado (VIEP) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, al Instituto de Ciencias (ICUAP) y al Posgrado en Ciencias Ambientales por las facilidades en las gestiones y apoyo que me brindaron para realizar esta investigación.

A la Dra. Sonia Silva por su constante guía durante el camino y por sus esfuerzos para llevar a buen término esta investigación.

Al Dr. Ricardo Peña y al Dr. Ignacio Carranza; integrantes del Comité Tutorial por todas sus recomendaciones y asesorías.

Al Dr. Eduardo Torres Ramírez por todo su esfuerzo y apoyo constantes en la publicación del artículo y a la Dra. Lucía López Reyes por sus revisiones, observaciones y recomendaciones al mismo.

A las familias de Yaonáhuac, Puebla, por recibirme en sus hogares y compartir su invaluable conocimiento biocultural.

A la Dra. Juana Aznar Márquez por recibirme y brindarme su conocimiento y apoyo en la Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas de Orihuela en la *Universitas* Miguel Hernández.

A toda la planta docente del posgrado, porque participaron de una y otra forma en el desarrollo de este trabajo y en mi formación académica.

A la Dra. Guadalupe Rodríguez Galván por su revisión y recomendaciones en la última versión de este manuscrito.

## Dedicatoria

### *Taltaol*

*Nihin talmeh tahkuilhuia, kanpa kualtzin  
taselia taoltzin.*

*No tapahsolli, kanpa ni mahmasohua,  
huan ne milah, sempualxochit, ni kih nekui,  
no chantzin, kanpa ehkapanhuetzi se  
xochipetat.*

*Huan okse tonal, nepaka in ohpitzac, in  
aten,  
ni mitz nahuas neki, ehkaukohuit,  
ahuatkuohuit.*

*Ixtzayanik in taltzin, to Nantzin mo  
kokohtok,  
huan to mako, yetok mah tik makix tikan.*

*Kiyeh to tahtol tech hueychiua,  
kiyeh to yolchihual tech hueychiua.  
Kiyeh to Nantzin tech hueychihua,  
xi mo hueychihua, ken to huehkautzitzin.  
Kiyeh nikan ti yolkeh, ne pahako, ne xochiat,  
ne taltaol*

### *Tierra y maíz*

*A estas tierras yo escribo; donde brota  
bonito el maíz.*

*Mi nido, donde yo extendiendo mis manos,  
y en la milpa, cempualxochit, yo huelo,  
mi hogar, donde cae el viento sobre un  
petate de flores.*

*Y otro día, por allá en la vereda, a la orilla  
del río,  
abrazarte quiero, árbol liviano, árbol de  
encino.*

*Se rasgó la cara de la tierra, nuestra Madre  
se está doliendo,  
y en nuestras manos está que la salvemos.*

*Porque nuestro idioma nos hace grandes,  
porque nuestra cultura nos hace grandes.  
Porque nuestra Madre Tierra nos hace  
grandes, hazte grande, como nuestros  
antepasados.  
Porque aquí nacimos, en el agua medicinal,  
en el agua de flores, en la tierra del maíz.*

*A mi Tonievitos; mi abue, la primera persona que me descubrió cuidando hierbas y flores junto al rosal perfumado.*

*A mi madre, que a mis tres hermanas y a mí, nos enseña insistente a curarnos con ramas, hojas, copal y flores.*

*Al avatar de mi vida que buscó la transformación de mi mirada y entre hojas otoñales, le mostró a mi niña un sendero mágico; un universo con lunas de colores.*

*A Noel*

*Mi más bello reflejo,  
la prueba de mi paso valiente, en este mundo complejo.  
La esperanza que me sonrío gentilmente,  
en los días nublados y en los atardeceres soleados.*

*La mirada que me abriga, que me envuelve con ternura,  
la música que me hace bailar, con pasión y con locura.  
Su latido, la nota que une mi suelo con su cielo,  
esos brazos que son ramas, en las que yo, juego.*

*La señal de que el tiempo se filtra por mis huesos,  
más, tranquilamente veo cómo él va atrapando sueños.  
¿Dolor? ¡Qué va! Mi lamento no es lamento  
cuando veo su sufrimiento.*

*Sin embargo, tan valiente, como siempre, me conforta;  
¡Ya no llores mamita, que mucho, no me duele!  
Mi niño inocente, en el columpio, sorprendente,  
contó tres estrellas y día a día, viajamos en cada una de ellas.*

## Índice General

“EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL SOLAR NAHUA DE LA ZONA ALTA DE YAONÁHUAC, PUEBLA, MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UN ÍNDICE”	.8
RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I. ASPECTOS PROTOCOLARIOS.....	16
1.1 Problemática de Investigación.....	16
<b>1.1.1 Definición del Objeto de Estudio</b> .....	16
<b>1.1.2 Descripción del Problema de Investigación</b> .....	17
<b>1.1.3 Preguntas de Investigación</b> .....	19
1.2 Justificación.....	20
1.3 Objetivos de la Investigación .....	22
<b>1.3.1 Objetivo General</b> .....	22
<b>1.3.2 Objetivos Particulares</b> .....	22
1.4. Hipótesis.....	23
CAPÍTULO II MARCO DE REFERENCIA.....	25
2.1 Estado del Arte .....	25
<b>2.1.1 El Huerto o Solar en el Mundo</b> .....	25
<b>2.1.2 Estudio del Solar en México</b> .....	27
<b>2.1.3 Estudios en Agroecosistemas de la Sierra Nororiental de Puebla</b> .....	29

2.2. Marco Teórico-Conceptual .....	31
<b>2.2.1 Un Agroecosistema Tradicional .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.2 Huerto, Traspatio o Solar .....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.3 Un Agroecosistema de Subsistencia .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2.4 El Sustento Teórico para Abordar a los Solares.....</b>	<b>34</b>
2.2.4.1 Agroecología .....	34
2.2.4.2 Etnobotánica .....	36
<b>2.2.5 La Sustentabilidad y la Valoración de la Naturaleza .....</b>	<b>36</b>
2.2.5.1 Sustentabilidad Débil, Fuerte y Súper Fuerte.....	36
2.2.5.2 Propuestas para Evaluar la Sustentabilidad de un Agroecosistema.....	37
2.2.5.3 Principios de la Sustentabilidad.....	38
2.2.5.4 Indicadores e Índices para Evaluar la Sustentabilidad.....	40
2.2.5.5 Uso de Índices en Agroecosistemas.....	41
2.3 Marco Normativo .....	42
<b>CAPÍTULO III PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....</b>	<b>44</b>
3.1 Delimitación del Área de Estudio.....	44
<b>3.1.1 Zona de Estudio .....</b>	<b>45</b>
3.2 Técnicas de Investigación y Muestra.....	47
<b>3.2.1 Recopilación de Datos.....</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>50</b>

4.1 El Manejo Biocultural del Solar Nahua de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla .....	50
<b>4.1.1 Estructura Familiar</b> .....	50
<b>4.1.2 Taltzin y su Composición Vegetal</b> .....	52
<b>4.1.3 Usos Antrópicos de las Especies Vegetales</b> .....	53
<b>4.1.4 Plantas Alimenticias</b> .....	58
<b>4.1.5 Animales de Corral</b> .....	59
<b>4.1.6 Actividades de Reciprocidad</b> .....	61
<b>4.1.7 Generación de Ingresos y Gastos</b> .....	62
<b>4.1.8 El Cerco o Lindero del Solar</b> .....	65
<b>4.1.9 Uso de Fertilizantes</b> .....	66
<b>4.1.10 Disposición espacial</b> .....	66
<b>4.1.11 Cosmovisión de la Familia Nahua</b> .....	67
4.1.11.1 <i>Kosmos</i> , Sistema de Creencias .....	67
4.1.11.2 <i>Corpus</i> , Sistema de Conocimientos Basado en el Ciclo Agrícola del Maíz	72
4.1.11.3 <i>Praxis</i> , Sistema de Prácticas Productivas .....	74
4.2 Diseño del Índice de Sustentabilidad para Agroecosistemas Tradicionales (ISAT) ...	79
4.3 Análisis de los principios de la sustentabilidad en el solar nahua .....	86
<b>4.3.1 Diversidad-Resiliencia</b> .....	86
<b>4.3.2 Autogestión-Autonomía</b> .....	88
<b>4.3.3 Integración</b> .....	91

<b>4.3.4 Autosuficiencia</b> .....	94
<b>4.3.5 Sumatoria de los principios del ISAT</b> .....	97
4.4 Evaluación de la sustentabilidad en el solar nahua de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla.....	98
<b>4.4.1 Solares con sustentabilidad intermedia</b> .....	101
<b>4.4.2 Solares con sustentabilidad fuerte</b> .....	103
<b>4.4.3 Solares con sustentabilidad súper fuerte</b> .....	105
Conclusiones y recomendaciones.....	107
REFERENCIAS .....	111
ANEXOS .....	132
Anexo 1. Cuestionario para la observación directa en salida de campo.....	132
Anexo 2. Entrevista a profundidad realizada a 62 familias de Yaonáhuac, Puebla .....	133
Anexo 3. Ficha de observación de campo en compañía del propietario (a) del solar .....	137
Anexo 4. Inventario de especies vegetales útiles registradas en los solares nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla .....	139

## Índice de cuadros

Cuadro 1. <i>Dimensiones y Principios para Evaluar la Sustentabilidad de los Huertos Familiares</i> .....	39
Cuadro 2. <i>Población en las Localidades de Yaonáhuac, Puebla</i> .....	46
Cuadro 3. <i>Indicadores de Carencia Social en Yaonáhuac, Puebla, 2015</i> .....	46
Cuadro 4. <i>Características de las Familias con un Solar en la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla</i> .....	50
Cuadro 5. <i>Estatus de las Especies y Estructura Vertical del Solar</i> .....	53
Cuadro 6. <i>Clasificación Antrópica de Uso de las Especies</i> .....	54
Cuadro 7. <i>Superficie, Especies por Solar y Número de Especies por Uso</i> .....	55
Cuadro 8. <i>Especies con más Usos y Características de Recolección</i> .....	57
Cuadro 9. <i>Formas de Preparación de Plantas Alimenticias</i> .....	58
Cuadro 10. <i>Animales de Corral en los Solares Nahuas de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla</i> .....	60
Cuadro 11. <i>Comercialización de Productos</i> .....	62
Cuadro 12. <i>Gastos Importantes Realizados por las Familias</i> .....	64
Cuadro 13. <i>Actividades en el Solar Durante el Ciclo Lunar de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla</i> .....	68
Cuadro 14. <i>Ponderación de Principios, Indicadores y Variables del ISAT</i> .....	80
Cuadro 15. <i>La Escala de Sustentabilidad y sus Cinco Categorías</i> .....	84
Cuadro 16. <i>Integración de los Valores al Índice de Sustentabilidad de los Solares</i> .....	99

## Índice de Figuras

Figura 1. <i>Mapa de Ubicación y de Uso de Suelo y Vegetación de Yaonáhuac, Puebla ...</i>	45
Figura 2. <i>Áreas de Cultivo Distribuidas en el Solar Nahua de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla.....</i>	67
Figura 3. <i>Fases del Ciclo Agrícola del Maíz en el Solar Nahua de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla .....</i>	72
Figura 4. <i>Valor Acumulado por Solar de los Indicadores de Diversidad-Resiliencia .....</i>	88
Figura 5. <i>Valor Acumulado por Solar de los Indicadores del Principio Autogestión-Autonomía.....</i>	91
Figura 6. <i>Valor Acumulado por Solar de los Indicadores del Principio Integración.....</i>	94
Figura 7. <i>Calor Acumulado por Solar de los Indicadores del Principio Autosuficiencia.....</i>	97
Figura 8. <i>Valor Acumulado por Solar de los Principios del ISAT.....</i>	98
Figura 9. <i>Valor Promedio por Indicador de los Solares con Sustentabilidad Intermedia .....</i>	103
Figura 10. <i>Valor Promedio por Indicador de los Solares con Sustentabilidad Fuerte... </i>	104
Figura 11. <i>Valor Promedio por Indicador de los Solares con Sustentabilidad Súper Fuerte .....</i>	106

# “EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL SOLAR NAHUA DE LA ZONA ALTA DE YAONÁHUAC, PUEBLA, MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UN ÍNDICE”

## RESUMEN

Se evaluó la sustentabilidad de los solares nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla con base a los principios de diversidad, resiliencia, autogestión, autonomía, integración y autosuficiencia; a través de la aplicación de un índice diseñado para tales fines. Se realizó un muestreo por conveniencia. Se aplicaron entrevistas a profundidad a 62 familias y recorridos participativos de campo durante el ciclo agrícola del 2018. Se encontraron dos solares con sustentabilidad intermedia; 31 solares tuvieron sustentabilidad fuerte y 29 solares tuvieron sustentabilidad súper fuerte. Los datos mostrados representan la información base para monitorear y proponer transiciones agroecológicas en la zona. Este índice podrá ser utilizado en agroecosistemas tradicionales de pequeña escala con características similares para monitorear su sustentabilidad.

**Palabras clave:** Sierra Nororiental de Puebla, Huertos, Agroecología, Etnobotánica.

## ABSTRACT

The sustainability of the Nahua solars in the high region of Yaonáhuac, Puebla was evaluated based on the principles of diversity, resilience, self-management, autonomy, integration, and self-sufficiency; through the application of an index designed for such purposes. A convenience sampling was carried out. In-depth interviews were conducted with 62 families and participatory field trips during the 2018 agricultural cycle. Two home gardens were found with intermediate sustainability: 31 with strong sustainability and 29 home gardens with super strong sustainability. The data shown represents the base information to monitor and propose

agroecological transitions in the area. This index can be used in small-scale traditional agroecosystems with similar characteristics to monitor their sustainability.

**Keywords:** Sierra Nororiental de Puebla, Home gardens, Agroecology, Ethnobotany.

## INTRODUCCIÓN

En la investigación sobre agricultura sustentable es necesario integrar aspectos socioculturales y ambientales basados en la percepción y concepción agrícola y las formas de vida de los agricultores (Altieri, 2002; Fish *et al.*, 2016; Sabiha *et al.*, 2016). En ese sentido, los investigadores han puesto especial interés en los agroecosistemas tradicionales, donde se preservan sistemas de conocimiento agrícola, cultivos locales y variedades de animales bajo formas autóctonas de organización sociocultural. Estos sistemas agrícolas son manejados con experiencias acumuladas de campesinos o comunidades nativas que han interactuado con su entorno (Altieri & Koohafkan, 2008; Koohafkan & Altieri, 2011). Los agroecosistemas tradicionales son, a su vez, sistemas arraigados profundamente a una racionalidad ecológica, es decir, su percepción sobre los elementos de la naturaleza (saber) es aplicada en estrategias adecuadas para la generación de bienes comunes y para la preservación de dichos elementos (hacer), que les permiten conservar su identidad (ser) (Altieri & Toledo, 2011; Koohafkan & Altieri, 2011; Leff, 2017; Toledo & Barrera-Bassols, 2017). Se caracterizan por una gran diversidad de cultivos y animales domesticados; esta diversidad es mantenida por sistemas complejos de conocimiento tradicional (Altieri *et al.*, 2012).

Por su parte, la sustentabilidad es una construcción paulatina, basada y puesta en práctica por el poder social; este último conformado por la movilización de comunidades que realizan actividades estimuladas y promovidas por su voluntad de vida, manifestándose en territorios específicos, donde se construyen coexistencias capaces de generar bienestar común mediante la gestión de los bienes comunes que inician en el seno familiar (Dussel, 2006; Toledo & Barrera-Bassols, 2009; Delgado-Ramos, 2013; Leff, 2014; Toledo & Ortiz-Espejel, 2014; Toledo, 2015).

Al respecto, diversos estudios se han realizado para analizar el grado o tipo de sustentabilidad de los sistemas agrícolas, tomando como base las dimensiones ecológica, económica y social (Cinelli *et al.*, 2014; Xavier *et al.*, 2018; Lv *et al.*, 2019). Sin embargo, se da especial importancia al rendimiento de un agroecosistema, ello hace necesario integrar en los análisis el potencial del conocimiento biocultural local de los agricultores, para transitar a prácticas sustentables basadas en dicho conocimiento e ir más allá de los valores instrumentales de la naturaleza y revalorarla desde una perspectiva biocéntrica (Flores & Sarandón, 2004; Chan *et al.*, 2016; Cooper *et al.*, 2016; Šūmane *et al.*, 2018; Barmashova & Lazutkina, 2020).

En ese sentido, se han realizado importantes esfuerzos con marcos de evaluación de la sustentabilidad e integración de indicadores a través de índices, donde se pone énfasis en la productividad, adaptabilidad, estabilidad-resiliencia, equidad y autogestión vinculados a las dimensiones ambiental, económica y social de la sustentabilidad (Smyth & Dumanski, 1994; Astier *et al.*, 2004; Speelman *et al.*, 2007; Astier *et al.*, 2011; Peano *et al.*, 2015; Bonisoli *et al.*, 2018).

Esta investigación se enfoca en un tipo particular de agroecosistema tradicional; el huerto familiar, traspatio o solar. Este se encuentra en muchas partes del mundo, es un sistema agrícola; generalmente se implementa junto a la vivienda y dependiendo de la cantidad de lluvia en cada región, se riega con lluvia directa o riego complementario, con agua de manantiales o pozos; es un espacio con plantas domésticas y semi-domésticas con diversos usos como alimentación, combustible, materiales de construcción, hierbas medicinales, decoración y sombra, combinados con animales domésticos (Toledo *et al.*, 2003). El huerto suele ser fertilizado con composta, provee cultivos diversificados y su importancia económica radica en su valor medicinal, nutricional y alimenticio para los hogares, juega un rol crucial en la conservación de diversas

especies porque se mantiene en producción a lo largo del año (Altieri & Nicholls, 2000; Altieri & Koohafkan, 2008).

De manera específica, en las últimas dos décadas, los investigadores se han interesado por los componentes biofísicos e interacciones presentes en los agroecosistemas tradicionales enfocándose en tres áreas: ambiental, económica y social (Speelman *et al.*, 2007; Astier *et al.*, 2011), pero hay otros que han ampliado su alcance hacia lo socio-cultural y agro-ambiental (Peano, *et al.*, 2015). Sin embargo, de esas áreas destaca el interés por la dimensión económica, por ejemplo, Flores & Sarandón (2004) han señalado que el estudio de la viabilidad de los sistemas agrícolas se ha realizado con base en análisis de costo-beneficio, esos beneficios y costos son expresados en unidades monetarias. Esto tiene limitaciones importantes desde un punto de vista agroecológico debido a que no toma en cuenta variables agroambientales y bioculturales. Además, Astier *et al.* (2011) acusan que en indicadores de sustentabilidad se ha dado mayor atención a las dimensiones ambiental y económica.

Con dicho argumento, se requiere más información para soportar la alta sustentabilidad que se asume en los solares, traspatios o huertos familiares. Ahí se involucran relaciones complejas y multidimensionales en términos agrícolas, culturales y biológicos, esta diversidad biocultural representa el patrimonio de territorios específicos en contextos socioculturales muy particulares (Boege, 2015; Vidal & Brusca, 2020). En este sentido, es necesario evaluar las áreas mencionadas, desde un punto de vista agroecológico y etnobotánico que tome en cuenta los sistemas de conocimiento campesino, sumando la dimensión biocultural para determinar la sustentabilidad de los agroecosistemas tradicionales de un modo equilibrado (Boege, 2008, Altieri & Toledo, 2011; Bermeo *et al.*, 2014; Toledo & Barrera-Bassols, 2017).

Los huertos familiares o solares han sido estudiados como sistemas agrícolas sustentables por diferentes autores (Toledo *et al.*, 2003; Altieri & Koohafkan, 2008). Sin embargo, comprender y evaluar la sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios sigue siendo una oportunidad de investigación y un gran reto (Peano *et al.*, 2015), debido a que un solar también es un sistema socio-ecológico interdependiente e incluye dominios agroecológicos, económicos y político-sociales, los cuales interactúan y están sujetos a sus propias dinámicas complejas (Darnhofer *et al.*, 2010). Bajo esta premisa, se propone retomar los principios de la sustentabilidad: diversidad-resiliencia, autogestión-autonomía, integración y autosuficiencia vinculados a cuatro dimensiones (agro-ambiental, social, biocultural y económica), como marco para el diseño de un índice. Una herramienta para evaluar la sustentabilidad, donde el conocimiento local campesino es crucial (Altieri & Toledo, 2011; Toledo & Ortiz-Espejel, 2014; Toledo, 2015; Boege, 2015; Nicholls *et al.*, 2016; Toledo & Barrera-Bassols, 2017; Vidal & Brusca, 2020).

Así, el objetivo de la investigación fue evaluar la sustentabilidad de los solares nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla con base en los principios de diversidad-resiliencia, autogestión-autonomía, integración y autosuficiencia; a través de la aplicación de un índice diseñado para tales fines.

Para el logro del objetivo fue necesario identificar los principios en los solares nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla, con el propósito de evidenciar su manejo desde el seno familiar, a través de la observación de las actividades agrícolas cotidianas. Una vez obtenida la información, se diseñó el índice para estimar la diversidad-resiliencia, la autogestión-autonomía, la integración y la autosuficiencia por medio de indicadores y, finalmente se pudo evaluar la

sustentabilidad en los solares nahuas y plasmar su valoración a través de la ponderación del comportamiento de la realidad.

Localmente el solar fue reconocido como *Taltzin* en idioma náhuatl, se encontró que las familias dan al solar nahua de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla un manejo biocultural, donde efectivamente se involucran todos los integrantes de la familia, se hallaron 303 especies de plantas útiles a las que les dan hasta siete usos, donde, por el número de especies destacaron el uso ornamental, alimenticio y medicinal. Se encontraron gallos, guajolotes y cerdos criollos y cerdos de granja (para engorda). Los solares están delimitados con cerco vivo en un 95.2% de ellos. Se identificó una estructura compleja con un sistema de creencias y conocimientos basado en el ciclo agrícola del maíz que ponen en práctica cada año.

Con todo ello se comprobó la práctica de los principios de la sustentabilidad desde el seno familiar y su reproducción a nivel municipal. Esto permitió continuar con el diseño del índice para evaluar la sustentabilidad del solar nahua. Se definió un marco conceptual, se seleccionaron los indicadores, se procesaron los datos, se realizó la ponderación de los principios e indicadores y se agregó la información. Se elaboró una escala de sustentabilidad con cinco categorías para la interpretación del tipo de sustentabilidad manifestado en los solares nahuas.

Se procedió al análisis de cada principio con sus indicadores; la sumatoria del Índice de Sustentabilidad para Agroecosistemas Tradicionales (ISAT) reveló que en el agroecosistema tradicional solar prima la sustentabilidad “Fuerte”, al encontrar 31 solares en esa categoría; en seguida, estuvieron los solares con sustentabilidad “Súper fuerte” representada en 29 solares y solo dos solares estuvieron en la categoría de sustentabilidad “Intermedia”. Las categorías de sustentabilidad muy débil y débil no estuvieron representadas en este agroecosistema tradicional.

La estructura de la tesis se dividió en cuatro capítulos, en el primero se mencionan los asuntos protocolarios (problemática de investigación, definición del objeto de estudio, descripción del problema, preguntas de investigación, justificación, objetivos e hipótesis). En el segundo capítulo se presenta el marco de referencia compuesto por el estado del arte, el marco teórico-conceptual y un breve marco normativo.

Enseguida se encuentra el capítulo tres con el planteamiento metodológico seguido en la investigación, en él se realizó la delimitación del área de estudio y se especifican las técnicas de investigación y la muestra considerada; el capítulo cuatro detalla los resultados y discusión. Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones para futuros temas de investigación basados en los resultados presentados. Por último, se incluyen como anexos, el cuestionario, la entrevista a profundidad, la ficha de observación de campo y el inventario de especies útiles registradas en el solar nahua.

## **CAPÍTULO I. ASPECTOS PROTOCOLARIOS**

### **1.1 Problemática de Investigación**

La presente investigación se plantea en el marco conceptual de las ciencias ambientales, cuyo objeto de estudio es la interacción entre sociedad y naturaleza, en este caso la primera está representada por el núcleo básico social; la familia, y la segunda por el agroecosistema tradicional denominado solar nahua (González, 2007).

Al concebir cualquier problemática como un sistema cuyos elementos están interdefinidos, su estudio requiere de la integración de diferentes enfoques disciplinarios los cuales deben ser integrados en un enfoque común. Para la investigación que se plantea, se requiere una ruta crítica con una concepción común de la problemática, por lo cual se enmarca dentro de la agroecología y la etnobotánica, cuyas postulaciones requieren forzosamente una lectura integral (García, 2006; González, 2007).

#### **1.1.1 Definición del Objeto de Estudio**

Cuando las familias se mantienen practicando un conocimiento agrícola con el fin de alimentar a los integrantes de esta, bajo prácticas tradicionales que les vinculan con ese pedazo de tierra, todos los participantes en dicho proceso de producción alimentaria están expresando la continuidad de una forma de vida ancestral, resguardando y transmitiendo dicho conocimiento como legado a las siguientes generaciones. Eso sucede en México en muchos espacios rurales, particularmente en aquellos espacios que las familias han denominado huerto, traspatio o solar, por lo que se requiere profundizar en sus elementos y las interacciones que conforman su estructura, de manera que permita comprender la sustentabilidad de dicha realidad, específicamente en la zona alta de Yaonáhuac, Puebla. Para lo cual, primero se debe conocer lo

más integralmente posible la problemática en cuestión, porque sus características serán las que demanden las teorías y métodos para posibilitar su explicación (Cubillos, 2007).

La investigación se centra en la evaluación de la sustentabilidad de los solares, que incluyen ejes de análisis como la diversidad, resiliencia, autogestión, autonomía, integración y autosuficiencia; entendidos estos últimos como principios de la sustentabilidad. El análisis se circunscribe a una realidad dinámica que se observa tal como sucede en su contexto natural en un momento dado, es decir, sin manipular los elementos (García, 2006).

### **1.1.2 Descripción del Problema de Investigación**

Esta investigación se enfoca en un tipo particular de agroecosistema tradicional; el huerto familiar, traspatio o solar. Este se encuentra en muchas partes del mundo, es un sistema agrícola; generalmente se implementa junto a la vivienda y dependiendo de la cantidad de lluvia en cada región, se riega con lluvia directa o riego complementario, con agua de manantiales o pozos; es un espacio con plantas domésticas y semi-domésticas con diversos usos como alimentación, combustible, materiales de construcción, hierbas medicinales, decoración y sombra, combinados con animales domésticos (Toledo *et al.*, 2003). El huerto suele ser fertilizado con composta, provee cultivos diversificados y su importancia económica radica en su valor medicinal, nutricional y alimenticio para los hogares, juega un rol crucial en la conservación de diversas especies porque se mantiene en producción a lo largo del año (Altieri & Nicholls, 2000; Altieri & Koohafkan, 2008).

En México el huerto familiar es un sistema de producción alimentario frecuente en todo el país, que provee alimentos y otros satisfactores vegetales y animales para la familia campesina, proporciona beneficios de recreación, relajación, estéticos, religiosos u ornamentales,

al mismo tiempo es un santuario de riqueza biocultural (Mariaca, 2012). El huerto familiar espreciado como un reservorio de recursos fitogenéticos y de patrimonio cultural, se han analizado su estructura, diversidad y uso de la biodiversidad, otros estudios señalan que el huerto rural contribuye a la seguridad alimentaria, conformando una estrategia de subsistencia para las familias campesinas, de modo que frena la migración a las ciudades, también es un espacio de reproducción social, cultural y simbólica que da sentido a la identidad de quien lo cultiva y quien lo habita (van der Wal *et al.*, 2011; Chablé-Pascual *et al.*, 2015). Sin embargo, no se conoce lo elemental de las condiciones en que se desarrollan y subsisten los solares nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla.

En las últimas dos décadas, los investigadores se han interesado por los componentes biofísicos e interacciones presentes en los agroecosistemas tradicionales enfocándose en tres áreas: ambiental, económica y social (Speelman *et al.*, 2007; Astier *et al.*, 2011), pero hay otros que han ampliado su alcance hacia lo socio-cultural y agro-ambiental (Peano, *et al.*, 2015). Sin embargo, de esas áreas destaca el interés por la dimensión económica, por ejemplo, Flores & Sarandón (2004) han señalado que el estudio de la viabilidad de los sistemas agrícolas se ha realizado con base en análisis de costo-beneficio, esos beneficios y costos son expresados en unidades monetarias. Esto tiene limitaciones importantes desde un punto de vista agroecológico debido a que no toma en cuenta variables agroambientales y bioculturales. Además, Astier *et al.* (2011) acusan que en indicadores de sustentabilidad se ha dado mayor atención a las dimensiones ambiental y económica.

Con dicho argumento, se requiere más información para soportar la alta sustentabilidad que se asume en los solares, traspatios o huertos familiares. Ahí se involucran relaciones complejas y multidimensionales en términos agrícolas, culturales y biológicos, esta diversidad

biocultural representa el patrimonio de territorios específicos en contextos socioculturales muy particulares (Boege, 2015; Vidal & Brusca, 2020). En este sentido, es necesario evaluar las áreas mencionadas, desde un punto de vista agroecológico y etnobotánico que tome en cuenta los sistemas de conocimiento campesino, sumando la dimensión biocultural para determinar la sustentabilidad de los agroecosistemas tradicionales de un modo equilibrado (Boege, 2008, Altieri & Toledo, 2011; Bermeo *et al.*, 2014; Toledo & Barrera-Bassols, 2017).

### **1.1.3 Preguntas de Investigación**

Ante tal situación, se desprende la siguiente pregunta general de investigación:

¿Cuáles son las condiciones de sustentabilidad en que se desarrolla y subsiste el solar nahua de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla y cómo evaluar dicha sustentabilidad dado que es un agroecosistema tradicional manejado por la familia?

De manera particular, se requiere indagar sobre los principios diversidad, resiliencia, autogestión, autonomía, integración y autosuficiencia y si son promovidos desde el seno familiar, a detalle, se requiere saber qué tipo de familia los opera, qué tipos de usos se dan a la biodiversidad, cuál es el destino de los bienes reproducidos, cuál es el material de los cercos, qué nivel de sustentabilidad mantienen y con qué herramienta conviene evaluarla.

Son interrogantes a las cuales se intenta responder y que representan una oportunidad para hacer novedosos aportes al conocimiento mediante un análisis de la información, dando importancia y valor al conocimiento de los y las campesinas. La contribución permitirá conocer el manejo y conservación de los diferentes elementos del solar que conforman su estructura, importantes para comprender su complejidad.

## 1.2 Justificación

Existen diferentes razones importantes por las que solares como agroecosistemas tradicionales son temas de interés en la investigación sobre agricultura sustentable. Son agroecosistemas que han permanecido en el tiempo; representan modelos que promueven la biodiversidad y mantienen rendimientos anuales a pesar de la variabilidad ambiental y económica (Altieri *et al.*, 2012). Además, con sus múltiples funciones proveen valores diversos para el agroecosistema y el campesino; entre esos valores se encuentran los servicios ecológicos, el valor de los medios de vida y las implicaciones sociales y políticas (Toledo & Moguel, 2012).

Los solares han permanecido y se conservan en la sociedad rural como una importante actividad ancestral de generación de bienes, a pesar de que muchas condiciones en su entorno parecieran estar en contra para su supervivencia, sobre todo aquellas actividades o disposiciones que emanan de un sistema económico neoliberal, por ejemplo, multinacionales acaparadoras, mecanización de la agricultura, modificación genética de especies, monocultivos, precios de insumos cada vez más altos, falta de asesoría técnica acertada, migración; aun así, los solares sobreviven formando parte de la identidad rural campesina.

Los beneficios de su permanencia no se cuantifican, pero el solar persiste apoyando a la subsistencia de las familias y creando y recreando microclimas y micro sistemas naturales, razón por la cual, se quiere entender cómo sobrevive un sistema socio ecológico ante diversos embates (Toledo *et al.*, 1999; Toledo *et al.*, 2002; Martínez Alier, 2019).

Los solares coexisten sobre la base de experiencias transgeneracionales que sostienen la construcción día a día de una cohesión familiar, identidad, arraigo y sentido de pertenencia en el lugar donde residen, lo que genera una influencia profunda y duradera para toda la comunidad.

En tal situación se manifiesta una herencia de saberes, y se ponen en práctica conocimientos acumulados, dinámicos y abiertos de una cultura local que interactúa con un agroecosistema y su biodiversidad, lo cual entrelaza a naturaleza, cultura y producción (Toledo & Barrera-Bassols, 2009; Toledo *et al.*, 2010).

Con el estudio de los solares nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla desde los enfoques agroecológico y etnobotánico, se registra su información agrícola, los conocimientos y su cosmovisión basados en un manejo agrícola tradicional, con ello se contribuye a la reivindicación y revaloración de sus conocimientos. Se pone en evidencia la preservación de un comercio diversificado con un impacto de bienestar social comunitario, no individual ni privado; estas peculiaridades interesan en la investigación ya que constituyen un modo de vida alejado de la extracción de los elementos de la naturaleza. Además, se conoce la dinámica de ese conjunto de saberes y los resultados permiten evidenciar la visión integral de las comunidades, con un sistema de creencias y valores éticos de su entorno biocultural.

El área de estudio es una muestra representativa de lo que acontece al respecto en la zona que abarca la Sierra Nororiental de Puebla; conocer la dinámica y funcionamiento de los solares, sus componentes e interacciones, el número de especies vegetales y sus usos para satisfacer sus necesidades primordiales, resulta trascendental para el municipio y la región, además sienta las bases para futuros estudios.

Los huertos familiares o solares han sido estudiados como sistemas agrícolas sustentables por diferentes autores (Toledo *et al.*, 2003; Altieri & Koohafkan, 2008). Sin embargo, comprender y evaluar la sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios sigue siendo una oportunidad de investigación y un gran reto (Peano *et al.*, 2015), debido a que un solar también

es un sistema socio-ecológico interdependiente e incluye dominios agroecológicos, económicos y político-sociales, los cuales interactúan y están sujetos a sus propias dinámicas complejas (Darnhofer *et al.*, 2010). Bajo esta premisa, se propone retomar los principios de la sustentabilidad: diversidad-resiliencia, autogestión-autonomía, integración y autosuficiencia vinculados a cuatro dimensiones (agro-ambiental, social, biocultural y económica), como marco para el diseño de un índice. Una herramienta para evaluar la sustentabilidad, donde el conocimiento local campesino es crucial (Altieri & Toledo, 2011; Toledo & Ortiz-Espejel, 2014; Toledo, 2015; Boege, 2015; Nicholls *et al.*, 2016; Toledo & Barrera-Bassols, 2017; Vidal & Brusca, 2020).

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

El propósito inherente de una investigación es contribuir a la mejora de la sociedad, así como al conocimiento, en este caso particular, es proporcionar información para comprender la relación de los habitantes de un pueblo con su entorno inmediato: el solar. Para lograrlo, se plantean los objetivos siguientes:

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar la sustentabilidad del solar nahua de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla con base a los principios de diversidad, resiliencia, autogestión, autonomía, integración y autosuficiencia; a través de la aplicación de un índice diseñado para tales fines.

#### **1.3.2 Objetivos Particulares**

- Identificar los principios de la sustentabilidad en el solar nahua de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla, para evidenciar su manejo desde el seno familiar, a través de la observación de las actividades agrícolas cotidianas.

- Diseñar un índice para estimar la diversidad-resiliencia, la autogestión-autonomía, la integración y la autosuficiencia por medio de indicadores.
- Evaluar la sustentabilidad en el solar nahua de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla, con el fin de plasmar su valoración a través de la ponderación del comportamiento de la realidad.

Con lo anterior existe un interés por visibilizar las relaciones bioculturales que se llevan a cabo en la cotidianidad de un pueblo, que se desenvuelve en un entorno político y socio ambiental permeado y mermado por un sistema económico neoliberal con particularidades que ejercen presión global a un agroecosistema local. En dicho contexto se desean conocer y apreciar los saberes locales con respecto al manejo del solar nahua, y contribuir a su revaloración como parte de la identidad local-regional.

#### **1.4. Hipótesis**

La hipótesis central de la investigación que permitirá explicar el estado de la sustentabilidad en un agroecosistema tradicional como el solar afirma que:

- Los principios de la sustentabilidad subsisten en los solares nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla; estos son practicados desde el seno familiar, por lo que la sustentabilidad en dichos solares es súper fuerte.

Por principios de sustentabilidad se entiende que son aquellos conceptos básicos que, llevados a la práctica desde el seno familiar, van edificando la sustentabilidad de un sistema agrícola (diversidad, resiliencia, autogestión, autonomía, integración y autosuficiencia) (Toledo, 2015). Mientras que la sustentabilidad súper fuerte concibe una pluralidad de conocimientos y valoraciones de la naturaleza (económicas, ecológicas, éticas, sociales, culturales, estéticas y

religiosas) con un enfoque biocéntrico, ésta es percibida como un acervo que se recibe como herencia y debe ser mantenido y preservado para entregar a las generaciones futuras, lo cual, la precisa como patrimonio natural (Shmelev & Rodríguez, 2009; Gudynas, 2011; Cinelli *et al.*, 2014; Delgado-Ramos *et al.*, 2015; Chan *et al.*, 2016; Cooper *et al.*, 2016; Barmashova & Lazutkina, 2020).

## **CAPÍTULO II MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 Estado del Arte**

En la primera parte de esta sección se presenta un breve señalamiento sobre la importancia del conocimiento local tradicional del solar, huerto o traspatio en México y otras partes del mundo, para dar cuenta de la información disponible y su énfasis en el conocimiento local sobre los agroecosistemas tradicionales en los últimos años. Después se subraya su importancia a través de los enfoques desde los cuales ha sido abordado en México, con el propósito de visibilizar su relevancia en la conservación de la diversidad biocultural. Finalmente, se hace un acercamiento a los estudios sobre agroecosistemas que se han realizado en la Sierra Nororiental de Puebla, región donde se ubica el área de estudio.

#### **2.1.1 El Huerto o Solar en el Mundo**

El conocimiento agroecológico experiencial de los agricultores es un componente necesario para desarrollar una agricultura sustentable. Tal conocimiento ofrece un camino viable hacia alimentos saludables y accesibles, protección del medio ambiente y dignidad humana (Moore Lappé, 2016; Altieri & Nicholls (2017). En México, los productores rurales junto con científicos, técnicos, ONG's y otros actores coproducen nuevos conocimientos alternativos e híbridos que dan visibilidad y legitimidad a los actores locales (Toledo & Barrera-Bassols, (2017).

En Sekhukhune, Sudáfrica la producción de alimentos se realiza a través de una agricultura de subsistencia donde se cultivan cereales, legumbres y vegetales, aunque estos últimos también crecen espontáneamente. Los cultivos son producidos para garantizar la disponibilidad y accesibilidad de alimentos a nivel de hogar, además, estas prácticas

tradicionales en los huertos son útiles para erradicar la pobreza y garantizar bienestar y una vida sana (Rankoana, 2017).

Singh *et al.*, (2020) demostraron que, en Arunachal Pradesh, India, los huertos son una fuente importante de diversas plantas alimenticias; 14 especies de plantas tuvieron un uso alimenticio, 33 como alimento y etnomedicina, y 13 especies fueron un medio para generar ingresos. Notaron que 17 especies animales también juegan un papel crucial en la alimentación y el mantenimiento de la identidad cultural. Los autores argumentan que mujeres de la etnia Adi que viven en comunidades más remotas, poseen un conocimiento amplio sobre las especies alimentarias locales que se conservan mediante prácticas tradicionales probadas, lo cual mejora la diversidad biocultural y la resiliencia socio-ecológica.

Zhang *et al.*, (2020) obtuvieron información acerca de los huertos de Yarlung Tsangpo Grand Canyon, Suroeste de China donde 196 etno-especies fueron colectadas y categorizadas en 14 usos; entre los principales fueron el uso vegetal, ornamental, medicinal y frutal. Las características, formas de vida, hábitos, hábitats y valores de uso de las plantas representan el conocimiento local de la población, cuya información fue obtenida a través de la observación, intuición, experiencia y ensayo, y luego resumida como conocimiento local en su propio idioma. Los huertos proporcionaron los productos y servicios necesarios para apoyar la vida diaria de la población local.

Por último, Avilez *et al.*, (2020) han presentado un estudio reciente sobre la multifuncionalidad de los huertos en Tabasco, México. 280 especies fueron inventariadas, de las cuales el 33.2% fueron nativas, 26.4% de origen neotropical y 40.4% fueron introducidas. Los autores registraron y analizaron 38 funciones de los huertos, de los cuales 14 estuvieron en la

dimensión ecológica, 12 en la dimensión económica y 12 en la dimensión sociocultural.

Concluyeron que el conocimiento contemporáneo con respecto a la multifuncionalidad de los huertos es un activo importante para la conservación de la agrobiodiversidad, ya que es una parte integral de los medios de vida locales.

### **2.1.2 Estudio del Solar en México**

García (2000) realizó un análisis histórico con un enfoque etnobotánico a huertos familiares de 15 comunidades del norte de la Península de Yucatán, conforme al manejo de los elementos bióticos y abióticos de los mayas originarios y los cambios generados tras la intervención española. Se hizo un detallado trabajo de caracterización botánica para establecer una tipología basada en su composición florística y se analizó el rol del huerto en la conservación de la diversidad vegetal de la zona.

Rodríguez & Ortiz-Espejel (2008), con un enfoque etnoecológico, estudiaron los huertos familiares de *Sanulha'* y Sitalá, Chiapas; encontraron diversidad de especies para diferentes usos (medicinales, alimenticios, herramientas, rituales, combustibles y construcción) y animales domésticos. Todas las unidades familiares tuvieron una milpa como elemento de subsistencia; el maíz fue el eje central de la cultura *tzeltal* para el manejo del huerto familiar, es decir, las actividades para trabajar la tierra estaban ordenadas, combinadas y ajustadas con el ciclo del maíz apoyándose del calendario agrícola.

Moctezuma (2010) resaltó la importancia de un enfoque antropológico para obtener información socioeconómica y cultural del huerto y de las familias en Tepeyanco, Tlaxcala, de 1970 a 1980. La producción es para la comercialización y para el consumo familiar, los principales elementos de la estructura fueron humanos, arquitectónicos, florísticos, faunísticos y

físicos. Para nuevos estudios se debe tomar en cuenta el conocimiento tradicional aplicado, si este ha sido transmitido y cuales componentes biológicos se mantienen o se han perdido.

van der Wal *et al.* (2011), estudiaron huertos familiares en comunidades rurales distribuidos en cinco regiones fisiográficas de Tabasco, desde un punto de vista político, con el objetivo de generar elementos para formular una política integral que fomente la funcionalidad de los huertos familiares; valorándolos como sitios de conservación de la biodiversidad y manejo de desechos, como área de habitación y generación de ingresos y productos, como seguridad alimentaria y sitio de manejo de riesgos a la salud humana y como un espacio de educación ambiental.

Con un enfoque etnobotánico, Vilamijó *et al.* (2011) compararon huertos familiares de dos comunidades rurales; Rayón, Chiapas, México y El Volcán, Mayabique, Cuba, los huertos actúan como un reservorio de material genético, de diversidad arbórea silvestre y nativa cultivada. Además, proporcionan servicios ambientales como: refugio de fauna, captación de carbono atmosférico y protección de suelo y mantos freáticos. Se manejan saberes y prácticas tradicionales ancestrales que permiten una obtención mayor de satisfactores sin aumentar especies ni espacio.

Con una perspectiva agroecológica Hernández-Ruíz *et al.* (2013) analizaron la diversidad de las plantas que caracterizan a los huertos, los usos y el manejo de las diversas especies vegetales en Ixtlahuacan, Oaxaca. Examinaron la relación del conocimiento tradicional con la biodiversidad y sus condiciones socioculturales. La composición vegetal de los huertos está en función de las necesidades y decisiones de la unidad familiar.

Por último, Monroy *et al.* (2016) realizaron un estudio en huertos familiares de Tlaltizapan, Morelos, cuyo propósito fue analizar su importancia en la seguridad alimentaria, consideraron los enfoques ecológico y etnobotánico. Encontraron 24 familias botánicas, denotando una riqueza de especies y variedades y una alta disponibilidad alimentaria. Con la relación cotidiana de los propietarios con el huerto familiar, expresan saberes tradicionales y un significado cultural de los componentes florísticos, donde destacaron sus valores de uso (alimento, leña, sombra, medicinal, cerca viva y ornamental).

### **2.1.3 Estudios en Agroecosistemas de la Sierra Nororiental de Puebla**

Martínez (2001) realizó un estudio centrado en agroecosistemas maiceros en la Sierra Norte de Puebla, con un enfoque etnobotánico. El maíz se cultiva en dos ciclos agrícolas llamados de verano e invierno (*Tonamile* y *Xopamile*); prospera en un clima cálido en las tierras bajas tropicales que se encuentra entre los 70 y 700 msnm, mientras que las razas cónicas (arrocillo, amarillo y tuxpeño) son de ciclo anual (8-10 meses) en las partes medias y altas de la Sierra. Se encontraron agroecosistemas de maíz asociado con frijol, maíz imbricado con frijol napualeño, ayocote, frijol torojete o de toro, haba y papa, y maíz intercalado con plátano, yuca, ajonjolí, cítrico (naranja o limón), cafeto, frijol o haba, calabaza, manzana, ciruela, aguacate y chile.

Martínez *et al.* (2007) hicieron una investigación sobre la flora útil en los agroecosistemas de cafetales de 10 municipios de la Sierra Norte de Puebla, destacando que se pueden encontrar especies vegetales cultivadas y silvestres, nativas e introducidas, la diversidad florística está estrechamente relacionada con las condiciones sociales, económicas y ecológicas. El inventario de la flora útil encontrada fue de 319 especies; 90 especies fueron comercializadas,

256 fueron nativas y 63 inducidas y se agruparon en 13 categorías antropocéntricas, de las cuales las medicinales y comestibles fueron las más numerosas.

Gonzalez *et al.* (2013) realizaron un estudio en Xiutetelco, Puebla, analizaron los componentes estructurales del huerto (traspatio). El traspatio estuvo integrado por cuatro componentes: agrícola, pecuario, agua, e infraestructura y equipo. La estructura familiar que lo maneja estuvo compuesta por una familia nuclear en un 60.31%, la superficie del terreno aledaño a la casa fue de 120 m<sup>2</sup> a 1,200 m<sup>2</sup>. Las especies vegetales y animales son vendidas en el mercado local y regional, contribuyendo al ingreso familiar.

Por su parte, Bonilla *et al.* (2013) realizaron un estudio del componente hortícola del traspatio con un enfoque agroecológico, en tres comunidades marginadas de la sierra nororiental de Puebla; Canoas, Atempan, Tezotepec, Chignautla y Mazatonal, Yaonáhuac. En las comunidades de Canoas y Mazatonal, el 77% de la producción hortícola se destinó a la alimentación, el 15% a la comercialización y el 8% al fortalecimiento de las relaciones sociales dentro de la comunidad; mientras que Tezotepec destinó el 53% a la comercialización, el 46% a la alimentación y solo el 1% al fortalecimiento de las relaciones sociales.

De manera específica, Sánchez (2012) realizó una investigación en la comunidad de Mazatonal, Yaonáhuac, Puebla; el estudio se llevó a cabo en 20 huertos familiares de producción orgánica de hortalizas con un manejo biointensivo, dentro del Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA). Los huertos estuvieron compuestos en promedio por 6 o 7 especies hortícolas, las especies que más se cultivaron fueron rábano (70%), brócoli (65%), coliflor (60%), acelga (55%) y chile (35%). El destino de la producción fue principalmente para el consumo de la familia (75%) y para la venta (25%) en circuitos comerciales locales.

## **2.2. Marco Teórico-Conceptual**

Para la comprensión de la realidad que se quiere estudiar es necesario partir de un aparato teórico conceptual común, que permita avanzar en su identificación. Por lo que se inicia con la definición de un agroecosistema tradicional y del huerto, traspatio o solar y su importancia como agroecosistema de subsistencia. Después se presenta el sustento teórico sobre el cual descansa la investigación.

### **2.2.1 Un Agroecosistema Tradicional**

En los agroecosistemas tradicionales se preservan sistemas de conocimiento agrícola, cultivos locales y variedades de animales bajo formas autóctonas de organización sociocultural. Estos sistemas agrícolas son manejados con experiencias acumuladas de campesinos o comunidades nativas que han interactuado con su entorno (Altieri & Koohafkan, 2008; Koohafkan & Altieri, 2011). Los agroecosistemas tradicionales son, a su vez, sistemas arraigados profundamente a una racionalidad ecológica, es decir, su percepción sobre los elementos de la naturaleza (saber) es aplicada en estrategias adecuadas para la generación de bienes comunes y para la preservación de dichos elementos (hacer), que les permiten conservar su identidad (ser) (Altieri & Toledo, 2011; Koohafkan & Altieri, 2011; Leff, 2017; Toledo & Barrera-Bassols, 2017). Se caracterizan por una gran diversidad de cultivos y animales domesticados; esta diversidad es mantenida por sistemas complejos de conocimiento tradicional (Altieri *et al.*, 2012).

El solar, traspatio o huerto familiar como agroecosistema tradicional se implementa junto a la vivienda y dependiendo de la cantidad de lluvia en cada región, se riega con lluvia directa o riego complementario, con agua de manantiales o pozos; es un espacio con plantas domésticas y semi-domésticas con diversos usos como alimentación, combustible, materiales de construcción,

hierbas medicinales, decoración y sombra, combinados con animales domésticos (Toledo *et al.*, 2003). El huerto suele ser fertilizado con composta, provee cultivos diversificados y su importancia económica radica en su valor medicinal, nutricional y alimenticio para los hogares, juega un rol crucial en la conservación de diversas especies porque se mantiene en producción a lo largo del año (Altieri & Nicholls, 2000; Altieri & Koohafkan, 2008).

### **2.2.2 Huerto, Traspatio o Solar**

De manera particular en México, el huerto familiar tiene diferentes nombres (en lengua materna o español), también se le conoce como traspatio o solar con características muy específicas según el territorio donde se encuentre.

Los huertos familiares de *Sanulha'* y Sitalá, Chiapas son sistemas agroforestales que se localizan cerca de la casa-habitación donde las actividades de manejo son realizadas principalmente por la mujer y los hijos, se pueden encontrar árboles frutales o medicinales, arbustos y hierbas; mientras que los habitantes los denominan *yawil ts'unub awalil* en idioma *tzeltal* (Rodríguez & Ortiz-Espejel, 2008). En Tlaltizapan, Morelos son unidades productivas que aportan disponibilidad de alimentos, con poliespecificidad de árboles silvestres o inducidos y presencia de animales domésticos; son reservorios de germoplasma de especies con valor de uso, que contribuyen simultáneamente a la seguridad alimentaria y son manejados por la familia de forma tradicional (Monroy *et al.*, 2016).

El traspatio de Xiutetelco, Puebla es un sitio de esparcimiento donde se llevan a cabo actividades de producción no especializada por un grupo doméstico campesino que lo gestiona y relaciona con diversas especies vegetales, animales, agua, infraestructura y equipo. Se producen plantas medicinales, ornamentales, hortícolas, árboles frutales y se crían animales (González *et*

*al.*, 2013). Los habitantes de Cuetzalan, Puebla conocen al traspatio o huerto familiar como *Kaltzintan* en idioma *náhuatl*; es un espacio comúnmente manejado por mujeres, cercano a la casa-habitación, donde se resguardan productos alimenticios, medicinales, maderables, textiles u ornamentales. En esos espacios, han conservado plantas silvestres en peligro de desaparecer, han criado animales y han propiciado encuentros donde se promueve la transmisión de conocimientos y saberes locales que han heredado a sus hijas y nietas, sobre temas como la introducción de especies vegetales silvestres y selección y conservación de semillas (Moguel 2015).

El solar de Ixtlahuaca, Oaxaca es un conjunto único donde los individuos organizan sus recursos, trabajos y medios de forma colectiva, bajo un mismo techo y con prácticas bien definidas en respuesta a ambientes físicos, socioeconómicos y biológicos; de acuerdo con propósitos, preferencias y recursos de la familia (Hernández *et al.*, 2013). Y el solar maya de José María Morelos, Quintana Roo es un conjunto de árboles frutales, maderables, arbustos y herbáceas para usos alimenticios, medicinales y de conservación de conocimiento tradicional; donde la familia organiza su distribución, dando un manejo agroecológico a distintas especies vegetales y al mismo tiempo contribuyen a la crianza de animales domésticos (Oble & Montoya 2018).

### **2.2.3 Un Agroecosistema de Subsistencia**

El huerto se ha perpetuado como una tradición y como una forma de subsistencia; en ese sentido la FAO (Food and Agriculture Organization) ofrece un panorama de cómo el huerto se ha implementado en América Latina y el Caribe; se menciona su relevancia para la conservación de la agrobiodiversidad, para garantizar la seguridad alimentaria y las formas agroecológicas de producción (FAO, 2014). Mientras que en África, la misma FAO impulsó un proyecto

denominado microhuertos para la población más vulnerable en las zonas urbanas; un mecanismo para complementar la dieta con hortalizas, con el fin de garantizar su acceso a alimentos frescos y nutritivos (FAO, 2010). Además, los huertos, ya sean rurales o urbanos, se han analizado en términos de autosuficiencia en Barcelona, España (Boneta *et al.*, 2019), de mejoramiento de la salud en California, USA (Palar *et al.*, 2019) o en Tlaxcala, México como una necesidad de producir alimentos, donde la participación familiar, la ubicación y la tecnología son factores determinantes para su permanencia (Muñoz-Rodríguez *et al.*, 2020).

#### **2.2.4 El Sustento Teórico para Abordar a los Solares**

Para abordar al agroecosistema solar y quienes lo manejan, se consideraron las bases teóricas de la agroecología y la etnobotánica. La primera permitió delimitar las variables a considerar del agroecosistema tradicional solar para valorar su sustentabilidad; mientras que la segunda permitió indagar específicamente en las prácticas de manejo de la familia nahua, sus conocimientos y usos sobre las plantas, a través del dialogo de saberes.

##### **2.2.4.1 Agroecología**

Al inicio del siglo XXI se mostraba a la agroecología como un marco teórico para analizar los procesos agrícolas, bajo principios ecológicos básicos que permitirían manejar y evaluar agroecosistemas desde un punto de vista integral, incorporando dimensiones culturales, socioeconómicas, biofísicas y técnicas, necesarias para alcanzar un estudio amplio y profundo, añadiendo cada uno de sus elementos que diera la pauta para conocer su dinámica y funcionamiento (Altieri & Nicholls, 2000). También se señalaba que la agroecología tiene un enfoque transdisciplinario que define, clasifica y estudia los sistemas agrícolas desde una perspectiva agronómica, ecológica, socioeconómica, étnica y sociocultural; considerada como el fundamento científico de la agricultura sustentable, porque brinda conceptos y principios

ecológicos para analizar, diseñar, administrar y conservar los recursos de los sistemas agrícolas (Martínez, 2002).

Más tarde se decía que la agroecología es la ciencia que estudia la estructura y función de los agroecosistemas desde el punto de vista de sus relaciones ecológicas y culturales; desde una visión política es considerada como un instrumento de cambio social, lo que la convierte en una estrategia para alcanzar la transformación de sociedades rurales y urbanas, basadas en la autodeterminación de los pueblos que crean relaciones sociales y comerciales justas y equitativas (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2011).

Recientemente, se agregó que la agroecología permite un encuentro de realidades construidas en diferentes contextos con base en los saberes locales (campesinos e indígenas), procura su interpretación y comprensión. Dando lugar al conocimiento profundo de las diferentes formas de habitar con la naturaleza y donde existe una retroalimentación transformativa, con prácticas tradicionales milenarias (Lugo & Rodríguez, 2018; Toledo, 2019).

Pero a través de la agroecología se puede ir más allá, el estudio de los agroecosistemas tradicionales proporciona información sobre prácticas y estrategias tradicionales que pueden ser la base para monitorear y proponer transiciones agroecológicas en la zona de estudio; estas consisten en reconfigurar los diferentes componentes de un agroecosistema y sus interacciones mediante un proceso de diseño basado en un conjunto de criterios para lograr un escalamiento de la agroecología, bajo la participación y organización de la comunidad campesina. El propósito es preservar y mejorar el entorno social, cultural, biológico y económico, y vincular el conocimiento tradicional de la comunidad con el de la academia (Altieri & Toledo, 2011; Fernandez *et al.*, 2013; Nicholls *et al.*, 2016; Reyna-Ramírez *et al.*, 2018; Tiftonell, 2020).

#### 2.2.4.2 Etnobotánica

Analiza a la naturaleza desde dos perspectivas: como disciplina científica y como actividad práctica o empírica; la primera estudia las relaciones hombre-plantas a través del tiempo siguiendo el método científico mientras que la etnobotánica empírica centra su atención en los conocimientos tradicionales sobre plantas y vegetación acumulados por una sociedad mediante observación y experimentación. La etnobotánica empírica hace una contribución muy importante a la conservación de la naturaleza al adentrarse en las prácticas tradicionales de manejo y en las distintas formas de domesticación de la naturaleza, llevadas a cabo por los grupos humanos, específicamente en el uso de plantas y vegetación que conllevan a la generación y transmisión de conocimientos (Gómez-Pompa, 2001). Por esta razón resulta interesante esta última como sustento teórico para abordar a los solares.

### **2.2.5 La Sustentabilidad y la Valoración de la Naturaleza**

En este apartado se señalan los tipos de sustentabilidad y las diferentes valoraciones de la naturaleza, además, se mencionan las propuestas que se han implementado para evaluar la sustentabilidad de un agroecosistema y se retoman los principios de la sustentabilidad como ejes de análisis para evaluar la sustentabilidad del solar. Por último, se presenta una breve mención sobre las características que deben tener los indicadores e índices y se muestran algunos ejemplos sobre la evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas por medio de índices.

#### 2.2.5.1 Sustentabilidad Débil, Fuerte y Súper Fuerte

La sustentabilidad puede ser débil, fuerte y súper fuerte; la primera da prioridad a la valoración económica; los componentes ambientales tienen un precio y están sujetos a derechos de propiedad; la naturaleza es otro factor de producción y es denominada como capital natural, resaltan valores instrumentalistas. La sustentabilidad fuerte, exige proteger elementos de la

naturaleza y asegurar la permanencia de ecosistemas y especies que representan un capital natural crítico que no puede ser convertido en otras formas de capital; prevalece un valor económico y ecológico, con un enfoque antropocéntrico. El tercer tipo de sustentabilidad, la súper fuerte, concibe una pluralidad de conocimientos y valoraciones de la naturaleza (económicas, ecológicas, éticas, sociales, culturales, estéticas y religiosas), con un enfoque biocéntrico esta es percibida como un acervo que se recibe como herencia y debe ser mantenido y preservado para entregar a las generaciones futuras, lo cual, la precisa como patrimonio natural (Shmelev & Rodríguez, 2009; Gudynas, 2011; Cinelli *et al.*, 2014; Delgado-Ramos *et al.*, 2015; Chan *et al.*, 2016; Cooper *et al.*, 2016; Barmashova & Lazutkina, 2020).

#### 2.2.5.2 Propuestas para Evaluar la Sustentabilidad de un Agroecosistema

La sustentabilidad es una construcción paulatina, basada y puesta en práctica por el poder social; este último conformado por la movilización de comunidades que realizan actividades estimuladas y promovidas por su voluntad de vida, manifestándose en territorios específicos, donde se construyen coexistencias capaces de generar bienestar común mediante la gestión de los bienes comunes, que inician en el seno familiar (Dussel, 2006; Toledo & Barrera-Bassols, 2009; Delgado-Ramos, 2013; Leff, 2014; Toledo & Ortiz-Espejel, 2014; Toledo, 2015).

Diversos estudios se han realizado para analizar el grado o tipo de sustentabilidad de los sistemas agrícolas, tomando como base las dimensiones ecológica, económica y social (Cinelli *et al.*, 2014; Xavier *et al.*, 2018; Lv *et al.*, 2019). Sin embargo, se da especial importancia al rendimiento de un agroecosistema, ello hace necesario integrar en los análisis el potencial del conocimiento biocultural local de los agricultores, para transitar a prácticas sustentables basadas en dicho conocimiento e ir más allá de los valores instrumentales de la naturaleza y revalorarla

desde una perspectiva biocéntrica (Flores & Sarandón, 2004; Chan *et al.*, 2016; Cooper *et al.*, 2016; Šūmane *et al.*, 2018; Barmashova & Lazutkina, 2020).

En ese sentido, se han realizado importantes esfuerzos con marcos de evaluación de la sustentabilidad e integración de indicadores a través de índices, donde se pone énfasis en la productividad, adaptabilidad, estabilidad-resiliencia, equidad y autogestión vinculados a las dimensiones ambiental, económica y social de la sustentabilidad (Smyth & Dumanski, 1994; Astier *et al.*, 2004; Speelman *et al.*, 2007; Astier *et al.*, 2011; Peano *et al.*, 2015; Bonisoli *et al.*, 2018).

#### 2.2.5.3 Principios de la Sustentabilidad

Ante lo expuesto, se requiere más información para soportar la alta sustentabilidad que se asume en los solares, traspatios o huertos familiares. Ahí se involucran relaciones complejas y multidimensionales en términos agrícolas, culturales y biológicos, esta diversidad biocultural representa el patrimonio de territorios específicos en contextos socioculturales muy particulares (Boege, 2015; Vidal & Brusca, 2020). En este sentido, es necesario evaluar las áreas mencionadas, desde un punto de vista agroecológico y etnobotánico que tome en cuenta los sistemas de conocimiento campesino, sumando la dimensión biocultural para determinar la sustentabilidad de los agroecosistemas tradicionales de un modo equilibrado (Boege, 2008, Altieri & Toledo, 2011; Bermeo *et al.*, 2014; Toledo & Barrera-Bassols, 2017).

Los huertos familiares o solares han sido estudiados como sistemas agrícolas sustentables por diferentes autores (Toledo *et al.*, 2003; Altieri & Koohafkan, 2008). Sin embargo, comprender y evaluar la sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios sigue siendo una oportunidad de investigación y un gran reto (Peano *et al.*, 2015), debido a que un solar también

es un sistema socio-ecológico interdependiente e incluye dominios agroecológicos, económicos y político-sociales, los cuales interactúan y están sujetos a sus propias dinámicas complejas (Darnhofer *et al.*, 2010). Bajo esta premisa, se propone retomar los principios de la sustentabilidad: diversidad-resiliencia, autogestión-autonomía, integración y autosuficiencia vinculados a cuatro dimensiones (agro-ambiental, social, biocultural y económica), como marco para el diseño de un índice. Una herramienta para evaluar la sustentabilidad, donde el conocimiento local campesino es crucial (Cuadro 1) (Altieri & Toledo, 2011; Toledo & Ortiz-Espejel, 2014; Toledo, 2015; Boege, 2015; Nicholls *et al.*, 2016; Toledo & Barrera-Bassols, 2017; Vidal & Brusca, 2020).

**Cuadro 1.** Dimensiones y Principios para Evaluar la Sustentabilidad de los Huertos Familiares

Dimensión	Principio	Referencias
Agroambiental. Relaciones entre suelo, cultivos, animales y actividades agrícolas.	Diversidad-Resiliencia. Se manifiesta cuando existen vínculos entre un complejo biológico cultural y la familia, ésta, con sus prácticas, mantiene, rehabilita y restaura la calidad de un sistema agrícola para asegurar suministros alimentarios.	(Altieri & Nicholls, 2000; Toledo & Barrera Bassols, 2008; Darnhofer <i>et al.</i> , 2010; La Vía Campesina, 2010; Toledo <i>et al.</i> , 2010; Altieri & Toledo, 2011; Altieri <i>et al.</i> , 2012; Altieri <i>et al.</i> , 2015; Groot <i>et al.</i> , 2016; Jardón, 2018).
Social. Relaciones entre familia, insumos, beneficios y subsidios gubernamentales.	Autogestión-Autonomía. Capacidad del agroecosistema para funcionar con sus propios recursos; el uso de bienes y la toma de decisiones responden al nivel de organización y necesidades de la familia.	(Marten, 1988; Altieri & Nicholls, 2000; García <i>et al.</i> , 2008; Šūmane <i>et al.</i> , 2018; Anderson <i>et al.</i> , 2019).
Bio-cultural. Relación entre conocimiento, uso de plantas, adaptación y	Integración. Se manifiesta como un sistema de creencias y conocimientos que las familias culminan en prácticas para	(Marten, 1990; Barrera-Bassols & Toledo, 2005; Boege, 2008; Toledo & Barrera Bassols, 2008; Toledo

Dimensión	Principio	Referencias
existencia de cercos vivos.	satisfacer necesidades materiales y espirituales ( <i>Kosmos-Corpus-Praxis</i> ).	<i>et al.</i> , 2010; Toledo, 2013; Boege, 2015; Vidal & Brusca, 2020).
Económica. Relación entre diversidad productiva, destino de cultivos y animales y generación de canales de comercialización.	Autosuficiencia. Es la diversidad de una producción suficiente para satisfacer necesidades de consumo, venta, intercambio o prestado; la familia distribuye los bienes producidos en diferentes niveles de comercialización.	(Altieri & Nicholls, 2000; Toledo <i>et al.</i> , 2002; Altieri & Toledo, 2011; de Roest <i>et al.</i> , 2018).

#### 2.2.5.4 Indicadores e Índices para Evaluar la Sustentabilidad

El desarrollo de indicadores de sostenibilidad y de desarrollo sostenible, se inició a finales de la década de los 80 en Canadá y algunos países de Europa, pero el desarrollo más relevante se promovió en la Cumbre de la Tierra, para conocer el avance de la Agenda 21. En la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, junio 1992), se creó la Comisión de Desarrollo Sostenible, con la disposición de monitorear el progreso del desarrollo sostenible (Quiroga, 2001).

Para medir el avance o retroceso de la sustentabilidad del desarrollo se hizo necesario construir indicadores que facilitaran la labor de manera confiable, sin embargo, la construcción de indicadores sociales es compleja, ya que existen aspectos que no se pueden medir cuantitativamente; por lo que es necesario evaluarlos de manera cualitativa, usando escalas categóricas que involucran un grado inherente de subjetividad. En términos metodológicos esto último es relevante porque existe un sesgo en la selección de indicadores y porque la sustentabilidad está determinada por valores y necesidades humanas (Schuschny & Soto, 2009).

En tanto que en la construcción de un índice debe existir una función matemática que debe tener solución, además, el índice debe aprovechar al máximo la información suministrada por las variables; los indicadores así como los índices deben realizarse a partir de un conjunto de información medible (Schuschny & Soto, 2009).

#### 2.2.5.5 Uso de Índices en Agroecosistemas

En Veracruz, México la microcuenca Paso de Ovejas 1 reporta tres agroecosistemas: 1) ganadería con prácticas agrícolas intermedias; 2) manejo de cultivos con menor cantidad de prácticas agrícolas; y 3) ganadería con mayor cantidad de prácticas agrícolas en seis localidades de la microcuenca, de las cuales cuatro tienen alto grado de marginalidad y dos un grado de marginalidad media. Los sistemas con ganadería presentaron un mayor grado de sustentabilidad. Se consideraron indicadores para variables ambientales, económicas, sociales y humanas para integrarlos en un índice agregado de sustentabilidad agrícola (Candelaria-Martínez *et al.*, 2014).

En tres regiones del noroeste de Bangladesh se evaluó el impacto ambiental a través de indicadores con variables que involucran las prácticas de producción, el sistema de producción y la percepción del agricultor en cultivos de arroz, los indicadores fueron sumados en un índice denominado índice compuesto de impacto ambiental (Sabiha *et al.*, 2016).

Un índice de multifuncionalidad de sistemas de producción agrícola; se empleó como herramienta de análisis compuesto por cuatro variables (territorial, ambiental, económico y social) y 12 indicadores; se implementó en 21 sistemas de producción agrícola del sur de Jalisco, México, tomando como base a la agroecología y el desarrollo sustentable que contribuyen a conceptualizar la multifuncionalidad de la agricultura (Salcido *et al.*, 2016).

La región minera Ocampo, se localiza en la Sierra Tarahumara de Chihuahua, México, es una región que se dedica a la ganadería y a la silvicultura, actividades que se han visto mermadas por la actividad minera. Por esa razón se quiso evaluar la sustentabilidad considerando variables económicas y sociales y el uso de suelo, esas variables se conjuntaron en un índice denominado índice de sustentabilidad local (Pinedo-Álvarez *et al.*, 2017).

### **2.3 Marco Normativo**

Con el propósito de conocer las propuestas internacionales y nacionales de acción encaminadas a fortalecer y promover una agricultura sustentable, se mencionan las más relacionadas con el tema.

En el conjunto de Objetivos de Desarrollo Sostenible que conforman la Agenda de Naciones Unidas para el periodo 2015-2030, es de interés el segundo objetivo en la parte que versa sobre la promoción de una agricultura sostenible. Este se vincula con los solares; en ese sentido ONU (2018) propone asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción.

Por su parte, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) preocupado por fenómenos extremos ligados al clima que ponen en riesgo a los ecosistemas, agroecosistemas y a las personas que dependen de estos, propone directrices para su gestión con el apoyo de los conocimientos, tecnologías y métodos nativos, tradicionales y locales sobre prácticas relacionadas con cultivos. El propósito es reducir factores de estrés sobre los ecosistemas y mantener la diversidad genética y promover una gestión comunitaria de los bienes naturales (IPCC, 2014).

En México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) trabaja sobre cinco aspectos prioritarios: 1) Conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad; 2) Prevención y control de la contaminación; 3) Gestión integral de los recursos hídricos; 4) Combate al cambio climático y 5) Ciudadanización de la política ambiental. Orientados bajo el paradigma de la sustentabilidad como poder social, lo cual implica que barrios, comunidades, cooperativas, pueblos nativos, afro mexicanos, etc., cuenten con poder de decisión en las políticas ambientales, es decir, que las decisiones en materia de política ambiental otorguen prioridad al interés genuino de los ciudadanos de proteger y conservar el ambiente (Espinoza & Soto, 2020).

Lo mencionado confirma la importancia de conocer la estructura, manejo y función del solar, y por ende el estado de su sustentabilidad, toda vez que se aportaría información sobre prácticas agrícolas resilientes, la diversidad genética y una gestión familiar organizada.

## CAPÍTULO III PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

### 3.1 Delimitación del Área de Estudio

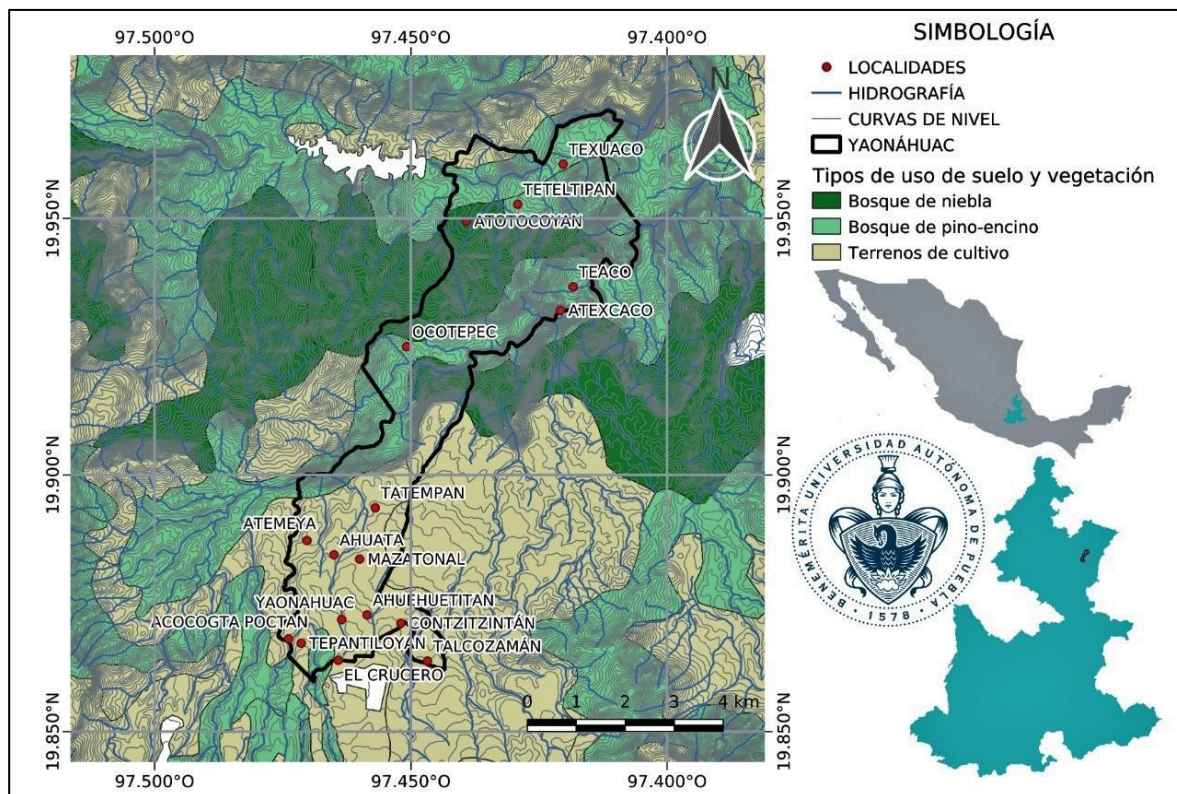
La Región Hidrológica 27 Tuxpan-Nautla, cubre en su totalidad la zona norte del estado de Puebla, está representada por las cuencas Río Nautla, Río Tecolutla, Río Cazonas y Río Tuxpan. Pasa al noroeste de los municipios de Libres y Cuyoaco y al sur de Zaragoza y Teziutlán. La zona es la más lluviosa del estado, se registran precipitaciones entre 1500 a 3000 mm al año. Un clima cálido húmedo con lluvia todo el año se presenta en municipios como Ayotoxco de Guerrero, Tuzamapan de Galeana, Cuetzalan y porciones de Acateno, Yaonáhuac, Teziutlán y Hueyapan (CONABIO, 2011).

El municipio de Yaonáhuac, Puebla forma parte de la Sierra Nororiental de Puebla; mantiene un rango de temperatura de 14-22°C, un rango de precipitación de 1400-3600 mm y presenta un clima semicálido húmedo con lluvias todo el año (68%) en la zona baja y templado húmedo con lluvias todo el año en la zona alta (32%) (INEGI, 2009; COTIC & CUPREDER, 2017). Se ubica entre los paralelos 19°51' y 19°58' de latitud norte; los meridianos 97°24' y 97°29' de longitud oeste (INEGI, 2017); con una altitud de entre 300 y 1900 msnm. El suelo predominante es andosol en un 88% del territorio y regosol en el resto (INEGI, 2009). Colinda al norte con el municipio de Tlatlauquitepec; al este con los municipios de Tlatlauquitepec y Hueyapan; al sur con Hueyapan, Teteles de Ávila Castillo y Tlatlauquitepec y al oeste con Tlatlauquitepec, está conformado por 17 localidades (INEGI, 2009).

Pertenece a la región hidrológica Tuxpan-Nautla, dentro de la cuenca del río Tecolutla y la subcuenca del río Apulco, con corrientes de los ríos Xucayucan, Santiago, Xochihuatzaloyan y Apulco. El municipio está cubierto por bosque en un 63%, en cuyas zonas montañosas se

observan asociaciones de pino-encino y bosque mesófilo de montaña (Figura 1) (CONABIO, 2011).

**Figura 1.** Mapa de Ubicación y de Uso de Suelo y Vegetación de Yaonáhuac, Puebla



*Fuente:* Elaboración propia con asistencia de Arturo Sánchez-Porras con datos de INEGI (2013).

### 3.1.1 Zona de Estudio

El municipio se divide en zona baja (caliente), desde los 300 msnm y zona alta (fría) hasta los 1900 msnm (COTIC & CUPREDER, 2017). En el 2015 la población total era de 7,514 habitantes en 1,687 viviendas particulares. El Cuadro 2 muestra la población en las comunidades del municipio (SEDESOL, 2015).

**Cuadro 2.** Población en las Localidades de Yaonáhuac, Puebla

Zona alta	Número de habitantes	Zona baja	Número de habitantes
1. Yaonáhuac (cabecera municipal)	4489	12. Atotocoyan	452
2. Ahuata	328	13. Ocoteppec	136
3. Mazatonal	124	14. Teteltipan	203
4. Talcozamán	156	15. Texuaco	76
5. Tatempan	447	16. Teaco	Sin datos
6. Contzitzintán	282	17. Atexcaco	Sin datos
7. Atemeya	205		
8. Tepantiloan	289		
9. Acocogta Poctan	132		
10. El Crucero	10		
11. Ahuehuetitan	Sin datos		

*Fuente:* Catálogo de localidades, SEDESOL (2015).

Para el 2016, el municipio de Yaonáhuac, Puebla reportaba 7,943 personas habitando en un total de 1,928 viviendas. Del total de habitantes, el 9.2% se encontraba en carencia por acceso a la alimentación (Cuadro 3) (INEGI, 2016; SEDESOL, 2016).

**Cuadro 3.** Indicadores de Carencia Social en Yaonáhuac, Puebla, 2015

Indicadores	Habitantes (%)
Rezago educativo	18.0
Carencia por acceso a los servicios de salud.	17.2
Carencia por calidad y espacios en la vivienda.	34.7
Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda.	47.1
Carencia por acceso a la alimentación.	9.2

*Fuente:* SEDESOL (2016).

Para 2018, ya había 8,018 habitantes, de los cuales 5,856 estaban en pobreza; 1,519 en pobreza extrema y 4,337 en pobreza moderada; además 1,127 estaban en vulnerabilidad por carencias, 388 en vulnerabilidad por ingresos y solo 647 personas eran población no pobre y no vulnerable, mientras que el rezago social era de grado medio (SEDESOL, 2018). La zona de estudio se ubicó específicamente en las 11 localidades del municipio que comprenden la zona alta de Yaonáhuac, Puebla, ahí se concentra el mayor número de habitantes con actividades agrícolas (Figura 1 y Cuadro 2).

### **3.2 Técnicas de Investigación y Muestra**

En la investigación se siguió un diseño no experimental, dado que no se manipularon variables deliberadamente, más bien se observó un fenómeno tal y como se da en su contexto natural para después analizarlo. Por tratarse de un objeto de estudio socio ecológico (Toledo *et al.*, 1999; Toledo *et al.*, 2002; Martínez Alier, 2019) un enfoque cualitativo-cuantitativo orientó la investigación, cuya retroalimentación sucedió conforme se aplicaron las herramientas y técnicas de investigación (Toro-Jaramillo & Parra-Ramírez, 2010; Hernández-Sampieri *et al.*, 2014).

#### **3.2.1 Recopilación de Datos**

Se realizó un primer acercamiento al objeto de estudio, para lo cual se elaboró un cuestionario semiestructurado (Anexo 1) como herramienta, para obtener datos acerca del tamaño aproximado del solar, las personas que lo manejan, los linderos y cercos, la diversidad de cultivos y animales, los saberes y costumbres vinculados al cultivo y la conservación del patrimonio biocultural. Con el apoyo de informantes clave (mujeres y hombres) se realizaron visitas y se estableció contacto directo con cinco familias. Luego de hacer contacto se pidió

permiso para hacer recorridos participativos en cada solar y se aplicó el cuestionario elaborado. Estos recorridos se realizaron en abril de 2017.

Para identificar los principios de la sustentabilidad en los solares de la zona de estudio, con base en lo observado en el trabajo de campo mencionado y en la investigación documental, se elaboraron entrevistas a profundidad (Anexo 2) acompañadas de una ficha de observación de campo (Anexo 3). Se seleccionó una muestra no probabilística y un muestreo por conveniencia fue realizado. Se contó con el apoyo de seis informantes clave; hombres y mujeres que conocen la zona de estudio; proporcionaron acompañamiento y apoyo en las salidas de campo. En los recorridos participativos de campo se consideraron solo las especies vegetales y animales útiles para las familias.

62 familias fueron entrevistadas, cuya edad de los titulares fue de 29 a 94 años con un promedio de  $57.9 \pm 13.6$ . La información fue recopilada durante el ciclo agrícola de 2018. Los datos agroambientales se recopilaron mediante recorridos participativos e inventarios florísticos. Los datos socioeconómicos fueron recolectados mediante observación directa y entrevistas a profundidad; se preguntó por el número de integrantes, edad, parentesco, escolaridad, actividades en el solar y su percepción del entorno natural. Se consideraron cinco criterios para la aplicación de las entrevistas a profundidad: que fueran residentes en la zona de estudio; propietarios de un solar junto a su vivienda; mayores de 25 años; con un solar de al menos cinco años de antigüedad y tener disponibilidad para participar. Los datos bioculturales cubrieron aspectos acerca del tamaño aproximado del solar, los linderos y cercos, la diversidad de cultivos, la cría de animales, los saberes y costumbres vinculados a los cultivos, el conocimiento local, usos y nombres de las plantas en español y náhuatl y el manejo y estructura del solar.

Los datos obtenidos se organizaron, clasificaron y analizaron por medio de contenido temático conforme al Cuadro 1. Se realizó un análisis descriptivo. Se recopiló material fotográfico para la posterior identificación de las especies en la plataforma digital <https://www.naturalista.mx/> de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 El Manejo Biocultural del Solar Nahua de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla

#### 4.1.1 Estructura Familiar

En los solares se requiere una gran fuerza de trabajo y voluntad para reproducir los bienes agrícolas y animales que apoyan en la subsistencia familiar; los integrantes de la familia dedican tiempo y energía a esta importante práctica ancestral. En el cuadro 4 se muestra la estructura de las familias que hacen prosperar al solar nahua de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla.

**Cuadro 4.** *Características de las Familias con un Solar en la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla*

Características	Media±DE
Número de personas por familia	4.2±1.9
Promedio de edad de titulares de la familia	57.9±13.6
Titular de la familia	Mujer=24.1% Hombre=75.8%
Promedio de edad de las mujeres	60±11.8
Promedio de edad de los hombres	57.2±14.2
Tipo de familia	Ampliada=48.3% Nuclear=42% Unipersonal=9.7%
Promedio de escolaridad de titulares de la familia	6.1±3.4
Promedio de superficie sembrada (m <sup>2</sup> )	506.8±280.2
Promedio de total de especies por solar	61.9±17

*Nota.* DE=Desviación Estándar

*Fuente:* Elaboración propia.

El 48.3% de los hogares está conformado por familias ampliadas en las que hay hijos y nietos; es usual su involucramiento en las labores cotidianas del solar; lo anterior implica una permanente transmisión de conocimientos sobre las prácticas agrícolas y mayor disponibilidad

de mano de obra. Por ejemplo, se registró un hogar formado por un varón, adulto mayor viudo de 73 años, vive con su hijo, nuera y nieto; su hijo trabaja en una maquiladora, mientras su nuera y nieto le apoyan en la siembra y cosecha en el solar. Se considera un conocedor en el uso de plantas medicinales y del ciclo agrícola.

El 42% está conformado por familias nucleares con hijos y sin hijos, dentro de éstas, se registró a una madre de 43 años que vive con sus menores hijos, a los cuales organiza en diferentes actividades para sacar adelante los cultivos de su solar mientras ella trabaja en una maquiladora. Relató que su hijo es el encargado de sembrar en la milpa y de criar a los puercos, por ser un trabajo pesado que requiere de más fuerza, mientras que las dos niñas se encargan de cuidar aves de corral (guajolotes, totolas, gallinas y gallos) y quehaceres de la casa.

Con respecto a las familias unipersonales (9.7%), el 6.5% lo conformaron mujeres adultas mayores y solo el 3.2% estuvo conformado por varones adultos mayores, sus edades oscilan entre los 72 y 94 años. Viven solos por viudez y sus hijos formaron sus propias familias en otra comunidad del municipio o incluso fuera de éste. A pesar de la edad avanzada los adultos mayores siguen sembrando su solar, refieren que es para entretenerse y estar ocupados, pero también para apoyarse y evitar tener que comprar todo lo que necesitan para alimentarse. La disponibilidad de mano de obra disminuyó drásticamente.

En el 24.1% de los hogares, la titular es una mujer (con o sin hijos) quien se encarga de hacer prosperar su solar, mientras que el 75.8% es operado por hombres acompañados de sus esposas, hijos y/o nietos. En los solares o traspatios de Xiutetelco, Puebla, de 63 familias con una media de integrantes de 4.9 personas, el 11.1% las titulares fueron mujeres mientras que el

88.9% fueron hombres. Y el 96.8% de los solares eran manejados por familias nucleares; solo el 3.2% eran manejados por familias ampliadas (González *et al.*, 2013).

Los datos mostrados reflejan la importancia de las familias para mantener sus solares reproduciendo y afirmando su voluntad de vida, es decir, dedicar tiempo y energía para cuidar y preservar un solar; lo que confirma que la sustentabilidad comienza a escala doméstica; desde el núcleo familiar; tal como lo proponen Leff, (2014), Toledo & Ortiz Espejel (2014); Toledo (2015).

#### **4.1.2 Taltzin y su Composición Vegetal**

Las familias nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla señalan a su solar como aquel espacio de sembradío que acompaña a su vivienda, generalmente está ubicado al frente de la misma, procurando que le toque la luz del sol la mayor parte del día, porque consideran que el sol es la energía que fertiliza a la “*tierrita*”. *Taltzin*, es el término local en idioma náhuatl que utilizan los habitantes para referirse al solar, cuyo significado proviene de *Tlalli*-Tierra y *tzin*, sufijo para añadir un sentido reverencial y de respeto a un sustantivo, que se traduce en “*venerable o respetable tierra*” (Medina & Rivero 2009).

En los solares nahuas se encontró una gran diversidad de especies vegetales; se registraron 303 plantas útiles con un promedio de  $61.9 \pm 17$  especies por solar y *Ustilago maydis* (*huitlacoche*); hongo comestible del maíz. Se encontraron 81 familias botánicas; las más ricas fueron: Asteraceae (26), Solanaceae (19), Lamiaceae (17). Crassulaceae (16), Rosaceae (14), Amaranthaceae (10) y Rutaceae (10) (Anexo 4). En el Cuadro 5 se observa que las plantas introducidas tuvieron un número mayor que las nativas y en la estructura vertical predominaron el estrato herbáceo (145) y arbustivo (78) principalmente.

**Cuadro 5.** *Estatus de las Especies y Estructura Vertical del Solar*

Número de especies		Proporción
	Estatus	
Introducida	174	57.4%
Nativa	108	35.6%
Endémica	7	2.3%
Sin datos	14	4.6%
	Estrato	
Herbáceo ( $\leq 0.50$ m)	145	47.9%
Herbáceo/Trepador	1	0.3%
Arbustivo (0.51 m-3.00 m)	78	25.7%
Arbustivo/Trepador	2	0.7%
Arbóreo (3.01 m- $\geq 6.01$ m)	52	17.2%
Trepador	24	7.9%
Trepador/Rastrero	1	0.3%

*Fuente:* Elaboración propia.

Mientras que en huertos de Tilzapotla, Morelos se registraron 189 especies de plantas útiles de 69 familias botánicas; las más ricas fueron Araceae (15), Euphorbiaceae y Lamiaceae (11) y Crassulaceae y Bignoniaceae (10) (Ortiz *et al.*, 2015).

#### **4.1.3 Usos Antrópicos de las Especies Vegetales**

Las especies vegetales encontradas se clasificaron en siete tipos de usos; los principales fueron el uso ornamental, el uso alimenticio y el uso medicinal con 133, 104 y 102 especies usadas, respectivamente (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** *Clasificación Antrópica de Uso de las Especies*

Categoría de uso	Descripción	Especies usadas
Ornamental o estético (O)	Plantas vistosas utilizadas para adornar los espacios de la casa.	133
Alimenticio (A)	Plantas utilizadas para consumo humano.	104
Medicinal (M)	Plantas utilizadas para tratar o curar enfermedades leves.	102
Cerco vivo o lindero (Cv)	Plantas utilizadas para delimitar la superficie del solar o cultivos.	64
Ritual-religioso (Rr)	Plantas utilizadas para decorar altares, ceremonias religiosas y rituales.	43
Forrajero (F)	Plantas utilizadas para alimentar animales de corral.	15
Combustible (C)	Plantas utilizadas como leña para preparar alimentos.	12

*Fuente:* Elaboración propia

La superficie del terreno adyacente a la vivienda utilizado para el solar oscila entre los 79 m<sup>2</sup> y 1,292 m<sup>2</sup>; con un promedio de 506.8±280.2 m<sup>2</sup> (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** *Superficie, Especies por Solar y Número de Especies por Uso*

Solar	Superficie (m <sup>2</sup> )	Especies	Alimenticio	Cerco vivo	Combustible	Forrajero	Medicinal	Ornamental	Ritual-Religioso
1	937	59	30	10	4	8	19	14	9
2	394	78	42	12	5	10	22	22	16
3	186	49	23	12	2	8	15	13	7
4	426	52	30	11	5	7	12	12	12
5	643	54	24	10	3	10	15	18	13
6	935	59	28	11	3	5	10	22	12
7	1292	69	33	13	4	9	18	25	13
8	339	48	30	10	3	9	15	8	8
9	564	47	28	8	3	7	12	9	10
10	195	53	28	15	5	7	15	8	9
11	1040	58	35	10	7	5	13	15	13
12	531	65	30	9	2	3	22	20	14
13	461	51	25	13	4	7	14	16	13
14	472	96	41	14	6	8	37	36	18
15	825	73	40	14	5	6	22	15	8
16	472	88	41	14	5	11	26	27	17
17	314	50	25	10	5	8	12	13	12
18	513	67	26	18	5	9	19	25	19
19	532	63	35	13	6	8	18	17	13
20	664	116	44	21	4	10	43	46	18
21	356	55	29	5	4	8	22	12	6
22	748	97	53	18	6	8	25	26	22
23	205	53	31	11	5	5	14	10	8
24	273	52	23	10	3	7	13	18	12
25	416	68	24	13	3	9	19	26	16
26	652	84	32	14	6	6	28	34	17
27	133	70	33	16	5	6	18	25	20
28	213	71	35	15	5	8	16	25	16
29	187	62	34	13	7	5	15	17	13
30	241	54	26	14	4	7	12	17	16
31	79	26	13	0	2	0	5	7	5
32	892	48	23	12	3	7	9	11	11
33	917	70	30	10	4	9	21	21	12
34	281	37	16	14	3	6	11	11	9

Solar	Superficie (m <sup>2</sup> )	Especies	Alimento	Cerco vivo	Combustible	Forrajero	Medicinal	Ornamental	Ritual-Religioso
35	414	58	21	12	3	6	17	23	12
36	973	99	32	19	6	8	26	47	20
37	747	61	34	9	2	9	17	11	11
38	306	62	30	0	3	4	26	18	9
39	182	41	14	11	2	4	7	19	10
40	180	65	24	13	3	5	25	22	14
41	394	69	35	19	4	6	23	16	14
42	420	52	18	11	2	3	17	25	9
43	853	74	35	21	6	4	26	21	14
44	485	51	27	11	4	8	16	10	8
45	102	68	33	15	3	4	17	23	16
46	1022	79	37	12	3	4	26	25	14
47	133	33	15	0	3	6	5	9	8
48	220	59	27	12	4	10	17	18	11
49	397	38	26	13	3	9	7	3	6
50	605	87	43	20	4	9	25	26	14
51	645	61	33	15	3	5	20	15	17
52	623	88	37	20	4	8	29	29	17
53	287	51	26	13	5	6	16	13	13
54	285	56	31	12	4	5	15	13	13
55	429	62	32	15	3	8	18	18	10
56	610	83	35	17	4	8	28	30	16
57	933	44	25	11	5	6	7	11	9
58	710	52	25	12	5	4	13	16	13
59	762	41	24	12	4	8	8	8	7
60	685	56	30	14	4	6	10	17	10
61	422	48	25	13	3	9	18	10	10
62	272	62	29	13	4	8	16	23	11

*Fuente:* Elaboración propia

Los terrenos de los solares son relativamente pequeños si se comparan con el tamaño de los huertos familiares mayas que tuvieron una superficie de entre 500 m<sup>2</sup> y 2000 m<sup>2</sup> con una máxima de hasta 5000 m<sup>2</sup> (Toledo & Barrera Bassols, 2008). Sin embargo, son similares en

tamaño según lo reportado por Ortiz *et al.*, (2015) donde los huertos familiares de Morelos tienen un promedio de área de 520 m<sup>2</sup>.

Dentro de los usos, el maíz es la única especie que tiene hasta seis usos diferentes: es la base alimenticia de las familias; la masa de maíz es usada como elemento medicinal para regular la temperatura en los enfermos; el tallo (caña) del maíz es utilizado para hacer corrales a las aves domesticadas y cercar espacios o cultivos como las hortalizas; cuando la caña esta seca se utiliza para encender el fogón (*tekuil*); los granos de maíz son usados en rituales y ceremonias religiosas y el tallo y las hojas son empleadas como alimento para los animales de corral (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** *Especies con más Usos y Características de Recolección*

Nombre científico	Nombre común/Nahuatl	Características para su recolección	Número de usos
<i>Zea mays</i>	Maíz/ <i>Taoltzin</i>	Textura y madurez	6: A, M, Cv, C, Rr, F
<i>Sechium edule</i>	Chayote/ <i>Huitzti</i>	Textura y madurez	4: A, Cv, F, Rr
<i>Baccharis conferta</i>	Escoba de monte	Textura y madurez	4: Cv, M, O, Rr
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco hembra/ <i>Yekxomet</i>	Olor y textura suave	4: O, M, Cv, Rr
<i>Eriobotrya japónica</i>	Níspero	Textura y madurez	4: A, Cv, C, M
<i>Erythrina americana</i>	Colorín/ <i>Tzompakuahiut</i>	Color y textura suave	3: O, Cv, Rr
<i>Prunus pérsica</i>	Durazno/ <i>Xokotohmit</i>	Color, olor y textura	3: A, Cv, C
<i>Piper auritum</i>	Hoja santa/ <i>Omehquilit</i>	Olor y textura suave	3: A, M, Cv
<i>Brugmansia arbórea</i>	Florifundio blanco	Color y belleza	3: O, M, Cv
<i>Rosa banksiae</i>	Rosa habanera blanca	Textura y madurez	3: Cv, M, O

*Nota:* O=Ornamental o estético; A=Alimenticio; M=Medicinal; Cv=Cerco vivo o lindero; C=Combustible; Rr=Ritual-religioso y F=Forrajero

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.1.4 Plantas Alimenticias

Los solares ofrecen versatilidad en la alimentación familiar, debido a que proporcionan un total de 104 especies para uso alimenticio (Cuadro 6). En la preparación de los alimentos se utilizan diferentes partes de las plantas (fruto, grano, hoja, tallo, flor, guías, raíz) que pueden estar tiernas, maduras o secas. En el cuadro 9 se señalan diferentes formas de preparación de especies utilizadas en platillos tradicionales.

**Cuadro 9.** *Formas de Preparación de Plantas Alimenticias*

Nombre científico/común/Na huatl	Estructura botánica usada	Número y formas de preparación
<i>Zea mays</i> /Maíz/ <i>Taoltzin</i>	Elote (grano tierno). Maíz maduro (grano nixtamalizado). Hoja verde del tallo. Hoja seca del elote.	(13) Elote en chilpozonte de cerdo, pollo o res, sopa de verduras, elotaxcales; elotamales, maíz maduro en tortillas, tostadas, totopos, atole, pinole, chileatole con frijol acalete, chilahuates (tamales de frijol tierno con tzilakayot y chayote); hoja verde del tallo para envolver tamales de frijol (pintos) y hoja seca de la mazorca para envolver tamales de mole o salsa.
<i>Sechium edule</i> /Chayote/ <i>Huitzi</i>	Verdura y guías tiernas. Raíz.	(5) Chilpotzonte, guías hervidas o fritas y raíz (chayoteste) capeada, en caldillo con cilantro.
<i>Cucurbita ficifolia</i> /Chilacayota/ <i>Tzilakayot</i>	Flores, verdura tierna y madura. Semilla tostada.	(5) Flores en quesadillas, verdura tierna en chilpozonte y chilahuates. Verdura madura en dulce con panela (postre). Semilla tostada para pipián.
<i>Amaranthus hybridus</i> / <i>Kiltoniles</i>	Hojas y tallos tiernos	(4) Chilpotzonte, con huevo, fritos, hervidos.

Nombre científico/común/Na huatl	Estructura botánica usada	Número y formas de preparación
<i>Canna indica/Platanillo/Paripata</i>	Hojas tiernas	(3) Se usa para envolver tacos sudados, tamales de mole o salsa y tamales de frijol (pintos).
<i>Vicia faba/Haba</i>	Grano tierno y seco	(3) Grano fresco en mole con torta de camarón, hervidos con cilantro y nopales; grano seco en habas enzapatadas.

*Fuente:* Elaboración propia

Lo mencionado refuerza la información encontrada sobre la producción obtenida de los cultivos; ésta fue destinada 100% para el autoconsumo familiar, el 74.2% de las familias vendió el excedente con vecinos o en tianguis de la región y para el fortalecimiento de las relaciones sociales el 54.8% intercambió (trueque) con familiares, compadres o vecinos, incluso en el tianguis de los jueves en Tlatlauquitepec, Puebla. Los resultados coinciden con lo reportado por Gutiérrez *et al.*, (2015) donde la producción obtenida en huertos familiares de San Nicolás, Estado de México, fue destinada al autoconsumo, a la venta en el mercado local y para el trueque entre las familias.

#### 4.1.5 Animales de Corral

En el solar coexisten varias especies de animales, principalmente aves como gallos y guajolotes criollos, cerdos criollos y cerdos de granja o engorda. En menor proporción los caballos o yeguas, conejos, patos, pollos de granja para engorda, vacas y borregos (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** *Animales de Corral en los Solares Nahuas de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla*

Nombre científico	Animales	Número de hogares	%
<i>Gallus gallus</i> var.	Gallos criollos	56	90.3
<i>Domesticus</i>	Pollos de granja (engorda)	2	3.2
<i>Meleagris gallopavo</i> var.	Guajolotes criollos	37	59.7
<i>Domesticus</i>			
<i>Sus scrofa</i> ssp. <i>Domesticus</i>	Cerdos criollos	14	22.6
	Cerdos de granja (engorda)	13	21.0
<i>Equus caballus</i>	Caballo o yegua	5	8.1
<i>Oryctolagus cuniculus</i> spp.	Conejo	2	3.2
<i>Domesticus</i>			
<i>Cairina moschata</i> var.	Patos	2	3.2
<i>Domesticus</i>			
<i>Bos Taurus</i>	Vacas	1	1.6
<i>Ovis aries</i>	Borregos	1	1.6

*Fuente:* Elaboración propia

Los animales de corral del solar tienen la importante función de proporcionar las proteínas a las familias nahuas, fundamental para su alimentación, por lo que el destino de los animales fue para autoconsumo en el 91.9% de los hogares, principalmente gallos y guajolotes criollos; para complementar el ingreso familiar los animales se vendieron en el 67.7% de los hogares y para el prestado en el 56.5%; este último dato muestra la importancia que aún tiene el fortalecimiento de las redes sociales comunitarias basado en la reciprocidad.

En el 90.3% de los solares se hallaron gallos criollos, en el 59.7% había guajolotes criollos, en el 22.6% también se encontraron cerdos criollos y en el 21% de los solares hubo

cerdos de granja (para engorda). Estos datos son similares a lo reportado por García *et al.*, (2016), donde las aves fueron predominantes; los pollos tuvieron presencia en el 40.6% de los solares; las gallinas en un 35.6% y los guajolotes solo en el 3.3%, mientras que los cerdos tuvieron presencia en el 16.7% de los solares.

Con respecto a los caballos, se registró un campesino propietario de un caballo, a éste le da un valor de uso como transporte de carga, pues le aqueja una enfermedad en las rodillas, algo similar fue reportado por Monroy *et al.*, (2016) donde el caballo tuvo un valor de uso como transporte de carga de los campesinos o de leña que se utilizó en la cocina.

#### **4.1.6 Actividades de Reciprocidad**

El prestado de animales es aquel proceso en el que el propietario presta un ave de corral (gallos, guajolotes criollos o pollos de engorda) a familiares, compadres o vecinos cercanos para eventos religiosos como bodas, bautizos, primeras comuniones, confirmaciones, quince años o mayordomías. Consiste en conocer los kilogramos del animal prestado (hembra o macho) para que sea devuelto en las mismas condiciones de peso, además se llega a un acuerdo de tiempo de devolución que puede ser desde un año hasta tres, con un máximo de cinco años. El propietario del animal solicita su devolución seis meses antes de algún compromiso social o religioso.

Otro ejemplo de costumbres de reciprocidad es la mano vuelta, que se materializa cuando en eventos sociales o religiosos las mujeres acuden a la vivienda de la familia titular del evento, para brindar apoyo en las actividades culinarias, es decir, en la elaboración de los diferentes guisos, que, para los adultos, tradicionalmente es arroz, mole de guajolote y pollo, a veces con frijoles negros refritos; para los niños es arroz con caldo de gallina o guajolote. Antes las tortillas se mandaban a hacer con diferentes señoras a las que se les pedía apoyo, proporcionándoles el

maíz y la leña, actualmente esta actividad es poco frecuente, porque la mayoría de las familias prefiere comprarlas en la tortillería del pueblo.

También se realizan faenas (tequio) cuando se requiere chapear (deshierbar) los linderos de las calles o cuando se averían las tomas de agua, a estas actividades acuden los varones.

#### 4.1.7 Generación de Ingresos y Gastos

Los productos del solar más vendidos son: nuez, maíz, frijol, chícharo, haba, chile de cera, entre otros. Para complementar el ingreso familiar se realizan actividades artesanales importantes como el bordado de chales (gabanes) y *kechkemit* o huipiles de lana y acrílico con la técnica punto de cruz que son vendidos en el tianguis de Tlatlauquitepec, Puebla (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Comercialización de Productos

Nombre científico	Producto comercializado	Unidad de comercialización	**Precio en MXN\$/Medida	Parte comercializada
<i>Pisum sativum</i>	Chícharo	Kg	10/1000 g	Semilla fresca
<i>Vicia faba</i>	Haba	Kg	10/1000 g	Semilla fresca
<i>Solanum betaceum</i>	Berenjena	Kg	8/1000 g	Fruto fresco
<i>Capsicum pubescens</i>	Chile de cera amarillo	Kg	5/1000 g	Fruto fresco
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol tierno	Kg	25/1000 g	Semilla fresca
<i>Amaryllis belladonna</i>	Flor de agosto	Docena	20/12 flores	Flores frescas
<i>Zea mays</i>	Maíz morado criollo	Kg	20/1000 g	Semilla seca
<i>Rosa banksiae</i>	Rosa habanera blanca	Montón	5/5-7 flores (Montón)	Flor fresca
<i>Malus x domestica</i>	Manzana	Kg	12/1000 g	Fruto fresco
<i>Guadua angustifolia</i>	Bambú	Pieza	50/Pieza	Lata (tallo) fresco

Nombre científico	Producto comercializado	Unidad de comercialización	**Precio en MXN\$/Medida	Parte comercializada
<i>Amaranthus hybridus</i>	Kiltoniles	Manojo	10/Manojo	Tallo y hojas frescas
<i>Juglans regia</i>	Nuez*	Ciento	60/100 nueces	Fruto fresco
Sin identificar	Xactomat	Kg	20/1000 g	Fruto fresco
<i>Litsea glaucescens</i>	Laurel	Ramo	15/12 ramas	Hoja fresca
<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta	Ramo	15/12 ramas	Hoja fresca
	Gallina criolla	Gallina adulta	120/unidad	Gallina viva entera
	Gallina mulata criolla	Gallina adulta	150/unidad	Gallina viva entera
	Guajolote criollo	Guajolote adulto	700/unidad	Guajolote vivo entero
	Totola criolla	Totola adulta	500/unidad	Totola viva entera
	Huevo de rancho	Unidad	2.50/unidad	Huevo fresco
	Cerdo de granja	Cerdo engordado	3500-4000/95-110 kg	Cerdo vivo entero
	Cerdo criollo	Kg	27/1000 g	Cerdo vivo entero
	Chal de lana**	Chal bordado	1500/unidad	Prenda artesanal
	Huipil de lana	Huipil bordado	1200/unidad	Prenda artesanal
	Chal de acrilán lleno	Chal bordado	300/unidad	Prenda artesanal
	Chal de acrilán orillado	Chal bordado	200/unidad	Prenda artesanal

Nota: \*Un árbol maduro de nuez produce 500 nueces, por árbol gana \$300 MN (Sra. Francisca H.). La entrevistada tiene dos árboles. \*\*Precios en MXN de 2018.

Fuente: Elaboración propia

Con los ingresos obtenidos por la comercialización de los productos del solar y artesanías las familias compran aquellos productos de abasto que no pueden producir, como aceite, detergentes, azúcar, panela, bebidas refrescantes, canela, leche, arroz, cal para la nixtamalización del maíz, pan y frutas tropicales como papaya, piña, melón, sandía. Esta monetización también

les permite realizar aquellas compras más importantes para el mantenimiento del solar. El cuadro 12 detalla aquellos gastos más sobresalientes.

**Cuadro 12.** *Gastos Importantes Realizados por las Familias*

Producto de compra	Unidad de compra	**Precio en MXN\$/Medida	Parte comprada
Maíz blanco criollo	Kg	5/kg	Grano para sembrar
UREA, fertilizante químico	Saco o costal	380/40 kg	Costal para segunda aterrada
Mozo	Jornal	130/Jornal	Mano de obra para labrada o terrada
Ceredito de granja	Unidad	600/2 meses	Unidad para engorda
Alimento balanceado*	Saco o costal	310/40 kg	Costal para alimentar cerdos de engorda
Gallinaza	Saco o costal	120/40 kg	Costal para abonar milpa
Plántula de coliflor <i>Sempualxochit</i>	Unidad Paquete	0.50/unidad 30/200 g	Plántula fresca Semilla para sembrar el 15 de junio
Vacuna preventiva	Unidad	90/unidad	Unidad para gallinas de engorda
Pollitas	Unidad	15/unidad	Unidad para criar
Tianguis Tlatlauquitepec	Cuota	7	Cuota, permiso para vender
Tianguis Teziutlán	Cuota	50	Cuota, permiso para vender
Chal de lana sin bordar	Prenda	300/unidad	Prenda para bordar
Huipil de lana sin bordar	Prenda	200/unidad	Prenda para bordar
Hilo de lana	g	100/100 g	Hilo para bordar
Chal de acrilán sin bordar	Prenda	120/unidad	Prenda para bordar

*Nota:* \*Cada cerdo consume cuatro costales aproximadamente para llegar a su estado óptimo de venta. (Sra. Francisca H.)

\*\*Precios en MXN de 2018.

*Fuente:* Elaboración propia

Un dato importante fue que las familias que comercializan los bienes producidos en el solar prefieren hacerlo en el tianguis de Tlatlauquitepec, Puebla por dos razones; la cuota que impone el ayuntamiento como permiso para vender es más accesible (Cuadro 12) y por la distancia más corta que se debe recorrer, ello facilita el traslado de las mercancías.

#### 4.1.8 El Cerco o Lindero del Solar

Las familias señalan como lindero aquel contorno de la superficie total del terreno donde se ubica el solar incluyendo a la vivienda; dicha delimitación estuvo compuesta principalmente de especies vivas, es decir, cerco vivo (95.2%), después estuvo el cerco artificial (alambre, malla o barda) (3.2%) y por último el corral de caña o sauco (tallo seco) (1.6%). Lo expuesto difiere a lo reportado por Gutiérrez *et al.*, (2015) donde la delimitación principal de los huertos familiares es de *tecorral* (piedras encimadas) (57.1%), cerco artificial (42.9%), después cerco vivo (28.6%) o incluso carecer de cerco (35.8%).

De las 64 especies de plantas encontradas (Cuadro 6) en el lindero o cerco, se usaron principalmente árboles frutales, arbustos ornamentales, medicinales y trepadoras como: durazno (*Prunus persica*), aguacate (*Persea americana*), manzana (*Malus x domestica*), flor de lindero (*Crinum moorei*), pahpata (*Canna indica*), hortensia (*Hydrangea macrophylla*), rosa habanera blanca (*Rosa banksiae*), ihzote (*Yucca gigantea*), trueno (*Ligustrum lucidus*), arrayan (*Buxus sempervirens*), sauco hembra (*Yecxomet*) (*Sambucus nigra*), sauco macho (*Couxomet*) (*Sambucus canadensis*) florifundio blanco (*Brugmansia arborea*), florifundio rosado (*Brugmansia suaveolens*), florifundio amarillo (*Brugmansia versicolor*), clavo o arraigan (*Tzapoxihuit*) (*Choisya ternata*), Hierba de chivo (Tzivoxihuit) (sin identificar), hoja santa (Omehquilit) (*Piper auritum*), pimienta gorda (*Pimenta dioica*), siempreverde (*Vinca major*) o cinco quelites (*Macuilquilit*) (*Cyclanthera langaei*).

Estas especies proporcionan sombra, regulan la temperatura y proveen de mantillo que mantiene la fertilidad del suelo; el cerco vivo en los solares también funciona como refugio y hábitat de diversas aves e insectos y como reservorio de vegetación nativa. En similitud a lo reportado por Altieri & Nicholls (2000), Altieri & Toledo (2011); Nicholls *et al.*, (2016) ellos especificaron que los cercos vivos pueden proveer un hábitat a los animales silvestres y alimento como polen o néctar para insectos.

#### **4.1.9 Uso de Fertilizantes**

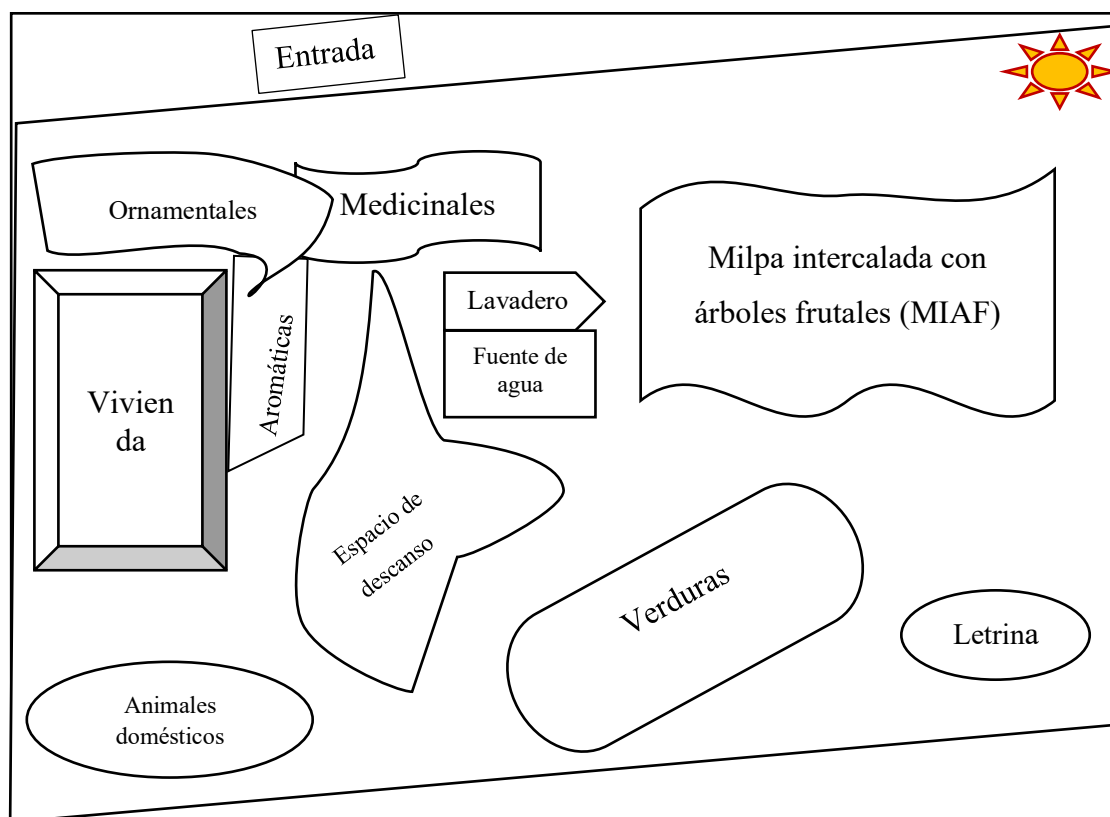
El 66.1% de las familias reportó el uso de fertilizantes sintéticos. Esas familias aplicaron fertilizante una o dos veces en el proceso agrícola de la milpa, utilizando principalmente una fórmula de N-P-K, sulfato de amonio o Urea (en concentraciones desconocidas). El resto de las familias aclaró que prefiere llevar a cabo el proceso agrícola fertilizando con abonos orgánicos como la composta o gallinaza.

#### **4.1.10 Disposición espacial**

Se encontró una superficie sembrada del huerto nahua dividida en seis áreas de manejo; las verduras se encontraron protegidas con corrales de caña de maíz o sauco; la milpa estuvo intercalada con árboles frutales; las plantas ornamentales se encontraron en la entrada para adornar la vivienda; y las plantas aromáticas y medicinales se ubicaron cerca de la cocina para su fácil acceso y riego.

Se hallaron áreas comunes dispuestas para diferentes actividades como almacenaje de cosechas, desgranado de maíz, corrales para crianza de aves y cerdos, fuentes de agua, lavadero, macetas, semilleros, letrina y espacios de descanso para reuniones familiares y bordado de prendas artesanales (Figura 2).

**Figura 2.** Áreas de Cultivo Distribuidas en el Solar Nahua de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla



*Fuente:* Elaboración propia con base en la observación de un solar manejado por una familia nuclear (1292 m<sup>2</sup>).

Por su parte, Ortiz *et al.*, (2015) reportaron un arreglo espacial de huertos en Tilzapotla, Morelos dividido en cinco áreas de cultivo; plantas ornamentales, plantas de condimento cerca de la vivienda; y plantas medicinales, cultivo de maíz y vegetales y árboles frutales más alejados de la casa-habitación.

#### 4.1.11 Cosmovisión de la Familia Nahua

##### 4.1.11.1 Kosmos, Sistema de Creencias

En el solar nahua de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla el 91.9% de las familias observan el movimiento de luna para sembrar en su solar. Siembran y cosechan en luna recia, que es

cuando faltan tres o cuatro días para que haya luna llena. Solo el 8.1% de las familias no se guía por la luna en su siembra. El conocimiento que las familias refieren sobre las actividades a realizar en luna tierna (*Selik metzin*) y luna recia (*Xikahuak metzin*) a luna llena (*Metstonatok*) se mencionan en el cuadro 13.

**Cuadro 13.** *Actividades en el Solar Durante el Ciclo Lunar de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla*

Lunas	Actividades
Luna tierna ( <i>Selik metzin</i> )	Si un árbol se corta en luna tierna se hace aguañoso y no quiere prender bonito, no arde, solo le sale agüilla. Se siembran algunas hortalizas, se derriban árboles (ocotes o ilites) y es buena época para reproducir de lo femenino (niña, gallina o totola).
Luna recia ( <i>Xikahuak metzin</i> ) a luna llena ( <i>Metstonatok</i> )	Se siembra el maíz (de preferencia del 20 de febrero al 30 de marzo de no hacerlo así este se pudre o apolilla) y se cosecha después de Día de Muertos. Se debe pixcar y cortar la mazorca en luna recia. Se derriban encinos para que la leña se mantenga dura y es momento para reproducir lo masculino (niño, gallo o guajolote).

*Fuente:* Elaboración propia

Las familias relacionan la luna con la fertilidad de la *tierrita*, ella es la principal guía que observan para la siembra y cosecha en el solar, también la consideran para la reproducción de animales, incluso recomiendan observar la luna para la procreación en las familias. Similar a lo registrado por Ramírez & Gámez (2017), quienes confirman que en el valle de Tehuacán, Puebla, la luna es considerada como un elemento que proporciona la señal más importante para sembrar o cosechar maíz, plantar hierbas medicinales, árboles frutales, reproducir animales, realizar limpiezas a los enfermos; también se le asocia con la fertilidad de la tierra, la humana, la de los animales y las plantas, en especial el maíz.

Para las familias nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla, la lluvia es una forma de vida para sus siembras, porque ésta hace que la tierra sea buena para sembrar. Además, al preguntar si se sienten como un integrante más en la tierra, el 95.2% respondió positivamente, agregando: *“porque es nuestra madre tierra la que nos da todo para bien vivir y bien morir”*. Dicha percepción coincide con la cosmovisión nahuatl de Puebla, para ellos la tierra es el principio de la vida; la tierra es comprendida como *“una entidad femenina sagrada y fecunda que da a luz; es la madre generosa que da sustento y permite la existencia de todos los seres vivos. Apoyada en su tarea procreadora de diversos elementos de la naturaleza y del universo como la lluvia, los rayos, el sol y la luna, lo cual se materializa en las labores agrícolas”* (Gómez *et al.*, 2017).

El 91.9% de las familias se asegura de que la *tierrita* permanezca con un color negro; es lo primero que consideran al momento de sembrar, pues su color negro denota una alta fertilidad, lo que implica una buena cosecha. Esta observación es similar a lo reportado por Gómez & Ramírez (2017); en Tehuacán, Puebla, la tierra espreciada como madre que se encuentra en cualquier lugar y para que sea fértil y dé muchos frutos, debe ser de color negro, “es mejor” porque se dice “que tiene más nutrientes y dará un mejor fruto, a diferencia de la tierra blanca”.

El 100% de las familias entrevistadas incorpora materia orgánica al suelo de su solar utilizando el abono de los animales de corral, el remanente de las verduras cocinadas y la ceniza del fogón (*tekuil*), también van a traer tierra al monte (abono de monte), principalmente para sembrar verduras y plantas medicinales y aromáticas. Una mujer describió que mezcla el abono de sus gallinas y cerdos con ceniza y tierra, la deja reposar por un mes, y la aplica a sus cultivos cuando ya está fría. Además, algunas mujeres manifestaron traer la reliquia (residuo de las flores utilizadas en el mes de mayo, también conocido como mes de María en alusión a la virgen

María) de la alfombra de la iglesia. Cada semana esas flores son desechadas y las mujeres las esparcen en el solar con la creencia de que ahuyentará a las tuzas o para que la siembra prospere.

En el imaginario rural de las familias de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla, la vida vegetal y animal tiene un significado tanto material como simbólico; en el primero, es revalorada como elemento de subsistencia alimenticia, de salud y de ingresos ya que los bienes reproducidos son para autoconsumo, comercializados, intercambiados o prestados.

Con respecto a lo simbólico, la vida vegetal y animal espreciada como elemento ritual y cultural (las flores son empleadas en tradiciones religiosas como decorativos estéticos) y las plantas medicinales y algunos animales son valorados por su curación en dolencias del alma - limpias, mal aire, mal de ojo-; con la milpa (maíz, frijol, calabaza, chile, quelites) se perpetua una tradición ancestral donde las actividades familiares son definidas y organizadas según el ciclo agrícola del maíz, lo cual proporciona identidad, sentido de pertenencia y arraigo para las familias.

Además, persisten tradiciones donde el maíz es el elemento principal. Por ejemplo, las madres de recién nacidos que han cumplido tres meses de vida elaboran un postre llamado “*Pichi*” con maíz *cacahuatzintle* (variedad que no se encontró en los solares recorridos) endulzado con panela (piloncillo) y aromatizado con canela. Se hierve hasta que el maíz tome un color marrón que indica que ya absorbió el dulce de la panela. Aproximadamente hace 50 años se servían doce puños del postre en hojas de chayote y de madrugada se iban a dejar a los manantiales más cercanos (*Tizaco* o *Acohuaco*), para que cuando las mujeres con sus hijos fueran por agua, pudieran tomar uno (uno por persona). En la actualidad el *pichi* se sirve en vasos desechables. La finalidad de este ritual es festejar los tres primeros meses de vida del

recién nacido, pedir abundancia, prosperidad y que crezca siendo una persona que comparte (entrevista a profundidad a la Sra. Antonieta G.).

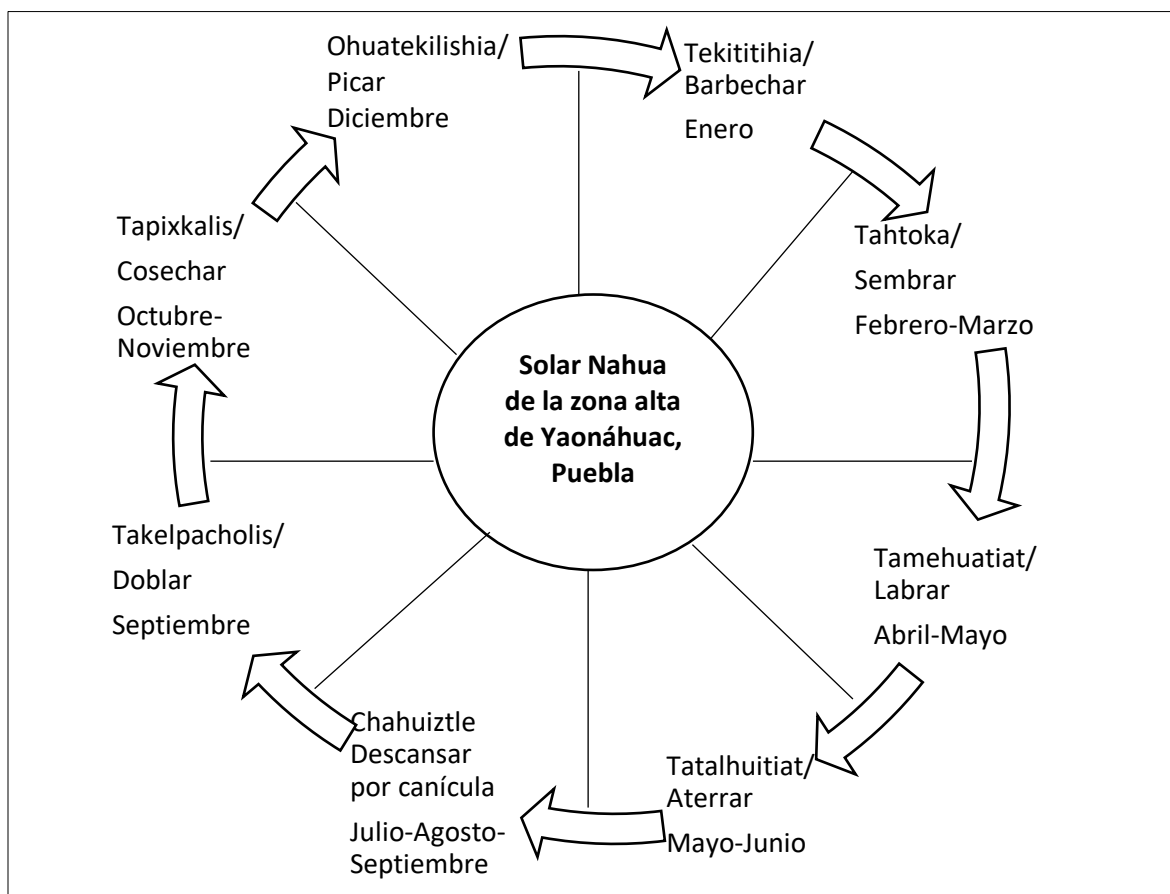
También, cuando una persona muere, en el ataúd se le coloca una vara larga de rosa de castilla, la característica de esta planta es que tiene muchas espinas, por lo que es útil para defenderse en el camino. También se le coloca agua bendita en un huaje (recipiente de calabaza), una velita de candelaria, una diadema elaborada con palma bendita con una pequeña cruz en la frente, un puño de sal y un itacate (alimentos para el camino) con 14 gorditas de maíz elaboradas con manteca y sal. *“El espíritu pasa un potrero donde hay un toro salvaje, el puño de sal es para dárselo y éste permita el paso; el espíritu recorre siete ríos y el animal que ayuda al difunto a pasarlos es un perro y para él son siete gorditas, las restantes son para el difunto”*. Por esta razón las familias nahuas siguen cuidando de perros de color oscuro, *“porque los perros de colores claros son “xinolos” (finos o delicados), no quieren ensuciar su vestidura clara en esos siete ríos”* (entrevista a profundidad a la Sra. Antonieta G.).

Las especies que componen el solar representan la vida que se procura en dichos sitios con la cual, las familias expresan la apropiación de sus territorios y su voluntad para reproducir la vida vegetal-animal cuya existencia es la plataforma para perpetuar la vida humana; tanto en lo simbólico y espiritual como en lo material. En la cognición nahua se percibe esa interdependencia entre dichos elementos, por lo que la familia que maneja los solares coloca la vida en el centro de sus actividades y se promueve y facilita su cuidado para reproducirla, afirmarla y sostenerla desde dicho núcleo básico de la sociedad (Dussel, 2006; Leff, 2014; Pérez-Orozco, 2014; Toledo & Ortiz-Espejel, 2014; Toledo, 2015).

#### 4.1.11.2 *Corpus*, Sistema de Conocimientos Basado en el Ciclo Agrícola del Maíz

El ciclo agrícola del solar nahua tiene su base en el ciclo del maíz; se documentaron los nombres en náhuatl de cada fase sucesiva del ciclo agrícola basado en el maíz que siguen las familias de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla (Figura 3).

**Figura 3.** Fases del Ciclo Agrícola del Maíz en el Solar Nahua de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla



*Fuente:* Elaboración propia

En la zona alta de Yaonáhuac, Puebla, el maíz es el elemento más importante de la milpa (*milah*); de las 62 familias entrevistadas el 83.9% tiene milpa en su solar, el resto no tenía por

dos razones: tienen otro terreno alejado de la casa o el terreno está en descanso; implica no dejar de satisfacer sus requerimientos de nutrientes, pero además le dan el debido descanso al suelo permitiendo que éste se regenere, tal como lo indica la tradición oral que recomienda descansar la tierra al menos por un año.

Por milpa se entiende que es aquel cultivo del solar donde se pudo encontrar maíz amarillo (*Kostik taoltzin*), maíz arrocillo (*taoltzin pitzahuak*), maíz azul (*nexkoyotzin*), maíz blanco (*iztak taoltzin*), maíz morado (*huitztekot*) o negro (*tiltik taoltzin*), maíz pinto, maíz rojo (*chichiltaoltzin*), maíz rosa y maíz elotero (*hintaoltzin*). También, calabaza de castilla y chilacayota (*tzilacayot*) junto a plantas de frijol (akalete, ayocote, enredador, mateado negro, michigan, pinto, *xaco* o toritos) y chiles (de cera amarillo -*chilkostik*-, de cera rojo, parado, rojo, serrano, *chiltekpín* y poblano).

El chile rojo tiene un proceso muy peculiar; las semillas se siembran en tierra caliente (zona baja) y de ahí se traen las plántulas al clima de la zona alta del municipio, para garantizar su buen desarrollo y crecimiento, así se fortalece y evita el ataque de plagas (entrevista a profundidad a la Sra. Josefina V.).

Así como las familias nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla tienen un conocimiento amplio sobre el ciclo agrícola del maíz y la milpa, también resguardan un conocimiento sobre las plantas. Se autodenominan *Masehualmeh* o Mexicaneros; entre ellos se encuentra a los *Tepahtiani*-Curanderos. “*Conocemos las plantas de la casa, de las veredas y del monte; somos mujeres y hombres mayores de 70 años que sabemos las tradiciones de antes y conocemos y usamos las hierbas que curan*” (entrevista a profundidad al Sr. Pascual B. de 73 años).

Esto permite reflexionar sobre la importancia social y biocultural de las personas mayores; ya que su conocimiento les da un estatus de ancianos respetables, porque son quienes resguardan el conocimiento en los pueblos y entre ellos honran dicho conocimiento compartiendo y enseñando a sus familiares y a miembros de su comunidad.

#### 4.1.11.3 *Praxis*, Sistema de Prácticas Productivas

La estructura del solar como totalidad organizada funciona a través de las actividades que interrelacionan a cada elemento; la familia expresa la apropiación de un espacio poniendo en práctica su conocimiento ancestral para preservar, reproducir y afirmar la vida existente en el solar. Una vida encarnada en las especies vegetales y animales del solar delimitado por un lindero. Las actividades ahí realizadas giran en torno al ciclo agrícola del maíz (Figura 3).

*Tekititihia*: consiste en barbechar, preparar, limpiar el terreno y hacer los surcos para la siembra de maíz. Se desgranar las mazorcas y se seleccionan las semillas de maíz para la siembra, deben preferirse las que están en medio de la mazorca (*tzinti*); las semillas de la punta y de la base son descartadas. La semilla debe estar completa con su ombligo blanco (punta blanca), no *poxka* (podrida, enmohecida), delgada, bonita, sin manchas y sin polilla. Se prefieren las semillas más vigorosas de las mazorcas que maduraron primero. También se escogen las semillas de frijol, chile de cera, chilacayota y calabaza de castilla. Estas actividades se realizan en la primera semana en enero; además en las tres primeras semanas de este mes se observa el clima para pronosticar meses de lluvia, calor o heladas, proceso conocido como cabañuelas.

*Tahtoka*: consiste en sembrar, hacer un pequeño orificio en la tierra (hoyada) utilizando como herramienta un punzón o espeque (*tahtokoni*) de encino, con una distancia aproximada entre un hoyo y otro de 90cm de ancho y 90cm de largo. En cada hoyo se arrojan cuatro granos

de maíz del color deseado. Algunas familias relataron agregar una quinta semilla de color rojo, para protección de las demás. Le llaman maíz adelantado y la temporada de lluvia le hace bien porque para junio ya tiene jilote (*Xilote*-olote tierno con cabellos). Estas actividades se realizan en la luna recia de febrero, donde también se pueden injertar los árboles de duraznos, se siembra frijol akalete, se cosecha haba y chícharo sembrados en septiembre del año anterior ya que soportan las heladas de invierno. Previamente, en la luna tierna de febrero se pueden sembrar calabacitas.

Si la siembra se realiza en la luna recia de marzo se le llama maíz atrasado y corre el riesgo de ser afectado por el exceso de lluvias de junio o julio. En la luna recia de marzo se siembra frijol mateado, enredador y frijol *xako* o toritos, se trasplantan plántulas de chile de cera previamente cuidados en los semilleros, se cosechan haba y chícharo sembrados en octubre del año anterior y aún se pueden injertar los árboles de duraznos. Florece el cilantro, la rosa reina, el lirio rojo, la rosa de castilla, el tomatillo (*miltomat*) y el citalillo (*sitaltomat*). Brotan los quelites cenizos (*nexahukilit*), la lengua de vaca (*xokokilit*), los cinco quelites (*makuilkilit*) y la flor de muerto (*nakastapalxochit*).

*Tamehuatlat*: consiste en labrar (deshierbar), con un azadón quitar las hierbas entre los surcos de la milpa chiquita. Se cosecha la calabacita sembrada en febrero, se siembran hortalizas, florece la manzanilla. Estas actividades se realizan en la luna recia de abril, pero desde el día 15 se resiembra en caso de que los pájaros se hayan comido las semillas. Brota la guía de chilacayota y la guía de calabaza de castilla. Si se sembró en marzo, la labra y la resiembra se realizan en mayo.

*Tatalhuitiat*: consiste en “*aterrar*” la planta de maíz de la milpa, es decir, con el azadón darle un soporte alrededor con tierra (*azadonear*), de esta forma comenzará a tener espiga. Es una actividad que se realiza en mayo, el día tres, las familias colocan en la entrada de la casa una cruz de madera adornada con flores del jardín, como protección, sincretizado como día de la Santa Cruz, ese mismo día, los representantes de comités de agua llevan otra cruz adornada a los nacimientos de agua para agradecer y pedir por buenas lluvias. El día 15, los campesinos esperan el primer aguacero de mayo, sincretizado en San Isidro Labrador. Se cosecha ciruela y aguacate, se siembran hortalizas y los capulines comienzan a agarrar color, además, brotan los *kiltoniles*. Si se sembró en marzo la “*aterrada*” se realiza en junio, el día 15 se riega la semilla de *sempualxochit*. El día 24, comienzan las lluvias de manera permanente sincretizado en San Juan. Continúa la cosecha de ciruela y aguacate e inicia la cosecha de frijol mateado. Si se aprovecha para sembrar árboles de ciruela, cada surco debe ir separado por 1.5 m.

*Chahuistle*: el día 15 de julio da inicio la canícula y permanece hasta el 15 de septiembre aproximadamente, es una época donde ya no se debe mover la tierra; no se siembra, no se cortan árboles, no se trasplanta porque a las plantas les cae plaga; se hacen amarillas y se secan, no se dan, no crecen. Las plantas ya existentes no se podan. Se pueden cosechar durazno y manzana, frijol mateado, tomatillo (*miltomat*) y citalillo (*sitaltomat*). En esta época las heridas de las personas se infectan y tardan más en curarse, los animales se deben castrar antes de este periodo. La canícula es un periodo de extremos; si hay mucho sol las plantas resienten y se secan, si hay mucha lluvia se hacen aguañosas (tienen agua) y se pudren. En agosto florece la flor de agosto, el agapando y el frijol ayocote; se cosechan espinacas, tomatillo, citalillo, maracuyá morado y chile de cera y chile verde.

*Takelpacholis*: consiste en doblar la punta del tallo de la planta de maíz, cuando ya es mazorca, para que no le entre la lluvia y evitar que se pudra. Se siembra haba y chícharo para cosechar en febrero, se cosecha frijol enredador, chile de cera y frijol xako o toritos. Estas actividades se realizan en la luna recia de septiembre, a partir del día 29 comienza la cosecha de elotes para comerlos hervidos o hacer elotaxkales. Florece el frijol ayocote, el chayote (*Huitzti*) y la granada. Los kiltoniles maduraron y ya tienen semilla.

*Tapixkalis*: consiste en cosechar, pixcar las mazorcas después de Día de Muertos, en luna recia se siembra haba y chícharo para cosechar en marzo, se cosecha chile de cera, chayote (*Huitzti*), chilacayota, calabaza de castilla, flor de muerto (*nakastapalxochit*), *sempualxochit* (para Día de Muertos), frijol ayocote, akalete y granada. Son actividades que se realizan a finales de octubre y principios de noviembre. Florece la mercadela y la alhelí morada.

*Ohuatekilishia*: consiste en cortar o picar los tallos ya secos (caña) del maíz y se dejan reposar funcionando como cobertura de suelo. Se almacenan las mazorcas escogiendo las más rellenitas, deben ser de las primeras porque son las más fuertes. Se prefieren aquellas mazorcas que hacen que se agachen o doblen las puntas del tallo debido al peso de éstas. Al almacenar, la mazorca no se separa de la hoja, se cuelga bajo techo con todo y hojas para que se airee y se conserve mejor. Se desentierra el chayoteste (raíz del chayote) y se ponen a secar las semillas de chilacayota y calabaza de castilla. Las actividades mencionadas se realizan en diciembre, el día 12, por la noche, algunas familias aún queman parte de las cañas del maíz para ahuyentar malas vibras y agradecer por los alimentos cosechados. Se deja el solar en descanso para iniciar de nuevo el ciclo en enero.

Las familias de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla, siembran y cosechan maíz una vez al año, debido a las heladas de invierno. A diferencia de lo que ocurre en la Sierra Norte de Puebla (Yancuictlalpan, Cuetzalán, Xochitlán de Vicente Suárez, San Pedro Hueytentan, Cuautempan, Zapotitlan de Méndez), donde Martínez *et al.*, (2002) reportaron que en las partes serranas bajas a menos de 700 msnm, entre los grupos étnicos nahuas y totonacos, el maíz se siembra dos veces al año, ahí el ciclo agrícola les toma de 8 a 10 meses.

Como se aprecia, el manejo biocultural del solar tiene una estructura muy peculiar y particular según las características biofísicas del espacio geográfico observado y las tradiciones, saberes, conocimiento, experiencias acumuladas y actividades realizadas por las familias. La interacción compleja de todos los elementos lo hacen funcionar año tras año como un conjunto en permanente cambio a través de un proceso dinámico como lo es el ciclo agrícola. De acuerdo con Toledo & Barrera Bassols (2008), se identificaron el sistema *Kosmos-Corpus-Praxis* en el solar, ellos definen que un agroecosistema tradicional es operado por la familia, su intervención lo hace funcionar como una totalidad organizada mediante un conjunto de creencias (*kosmos*), un sistema de conocimientos (*corpus*) y un conjunto de prácticas productivas (*praxis*) para satisfacer sus necesidades materiales y espirituales.

Con respecto a la relación naturaleza y sociedad se puede inferir que no hay separación. Las familias conciben a la naturaleza como un ente vivo, en el sentido de que se percibe a la tierra como una madre proveedora de todos los bienes necesarios para “*bien vivir y bien morir*”, sustentada por la energía del sol, la lluvia o las heladas; la reproducción de los bienes está organizada conforme al movimiento de la luna. La tierra como madre, debe ser venerada, respetada y cuidada, es vista como un ente vivo superior y las plantas son muy valoradas y respetadas. Los seres humanos son parte de la naturaleza como energía que trabaja la tierra,

también son hijos de la madre tierra y se sienten como iguales con plantas y demás seres vivos, es decir, no hay superioridad ante los demás seres vivos.

Tras lo descrito, en los solares se hace evidente la diversidad biocultural, cuya existencia conlleva a la resiliencia tanto de la familia como del solar ante eventos que pudieran ponerlos en riesgo. También se encontraron rasgos de autogestión y autonomía al basar su producción agrícola y animal bajo sus propios conocimientos ancestrales. La integración de fenómenos y procesos naturales, humanos y sociales permite a las familias nahuas articular y estructurar su realidad. La diversidad productiva hallada en los solares permite vislumbrar una autosuficiencia basada en sus propias capacidades, es decir, resuelven su abasto, salud y alimentación con los bienes reproducidos en el solar. La conclusión de las observaciones realizadas dio paso a una propuesta de índice, como herramienta de evaluación de la sustentabilidad, de acuerdo con el contexto que se ha observado.

#### **4.2 Diseño del Índice de Sustentabilidad para Agroecosistemas Tradicionales (ISAT)**

En el diseño del índice como herramienta de evaluación de la sustentabilidad de un agroecosistema tradicional, se desarrolló un marco conceptual basado en los principios de la sustentabilidad (diversidad-resiliencia, autogestión-autonomía, integración y autosuficiencia) vinculados a cuatro dimensiones (Agroambiental, Social, Biocultural y Económica). A través de la literatura consultada se elaboró una lista amplia de indicadores conforme al tipo de agroecosistema. Mediante consulta a expertos se eligieron aquellos que fueron más representativos del contexto local, para obtener un listado principal de 16 indicadores. (Flores & Sarandón, 2004; Cinelli *et al.*, 2014; van Asselt *et al.*, 2014; Peano *et al.*, 2015; Sabiha *et al.*, 2016; Pinedo-Álvarez *et al.*, 2017; Bonisoli *et al.*, 2018; Xavier *et al.*, 2018; Delgado-Ramos, 2019, Lv *et al.*, 2019).

Los principios se consideraron igualmente importantes (contribución máxima del 25% cada uno); la intención fue lograr un equilibrio entre los cuatro principios porque todos mantienen la misma prioridad. Cada principio fue cuantificado por cuatro indicadores, igualmente valiosos (6.25% valor máximo). Finalmente, cada variable se evaluó como se explica en el cuadro 14.

Un total de 86 variables fueron proporcionadas por los campesinos en los recorridos participativos y en las entrevistas realizadas. El número de variables considerado en cada principio fue: 20 para diversidad-resiliencia, 26 para autogestión-autonomía, 21 para integración y 19 para autosuficiencia. A la propuesta se le denominó Índice de Sustentabilidad para Agroecosistemas Tradicionales (ISAT) (Cuadro 14).

**Cuadro 14.** *Ponderación de Principios, Indicadores y Variables del ISAT*

Dimensión	Ponderación del Principio	Ponderación del Indicador	Variables por Indicador	Ponderación por variable individual
	$x = \frac{100}{p}$ Donde, $x$ =valor del principio $p$ =número total de principios (4) $x=25$	$y = \frac{x}{i}$ Donde, $y$ =valor del indicador $i$ =número total de indicadores por principio (4) $y=6.25$		$z = \frac{y}{v}$ Donde, $z$ =valor de la variable $v$ =número total de variables por indicador
Agroambiental	Diversidad-Resiliencia	Propiedades de fertilidad del suelo	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ausencia de rocas en el suelo</li> <li>Ausencia de raíces expuestas</li> <li>Presencia de lombrices</li> <li>Presencia de suelo con textura porosa</li> </ol>	Respuesta binaria $6.25/4$ variables= $1.56$ puntos cada uno (Sí= $1.56$ , No= $0$ )
		Heterogeneidad agrícola	<ol style="list-style-type: none"> <li>Presencia de verduras</li> <li>Presencia de plantas aromáticas</li> <li>Presencia de plantas ornamentales</li> <li>Presencia de plantas medicinales</li> <li>Presencia de árboles frutales</li> <li>Presencia de milpa</li> </ol>	Respuesta binaria $6.25/6$ variables= $1.04$ puntos cada uno (Sí= $1.04$ , No= $0$ )

Dimensión	Ponderación del Principio	Ponderación del Indicador	VARIABLES por Indicador	Ponderación por variable individual
Social	Autogestión-Autonomía	Prácticas de vinculación con el solar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incorporación de materia orgánica al suelo</li> <li>2. Rotación de cultivos</li> <li>3. Presencia de árboles frutales en el contorno o entre el solar</li> <li>4. Presencia de cultivos de cobertura</li> <li>5. Mantenimiento de policultivos</li> <li>6. Presencia de intercultivos basados en leguminosas</li> <li>7. Integración de animales de corral</li> <li>8. Barbecho con azadón</li> </ol>	<p>Respuesta binaria 6.25/8</p> <p>variables=0.78</p> <p>puntos cada uno (Sí=0.78, No=0)</p>
		Animales de corral	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presencia de animales criollos</li> <li>2. Presencia de animales de granja</li> </ol>	<p>Respuesta binaria 6.25/2</p> <p>variables=3.12</p> <p>puntos cada uno (Sí=3.12, No=0)</p>
		Participación familiar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Familia ampliada</li> <li>2. Familia nuclear</li> <li>3. Familia unipersonal</li> </ol>	<p>Valor relativo (3 variables)</p> <p>(Familia ampliada =6.25: Suficiente; Familia nuclear =4.16: Mucho y, Familia unipersonal =2.08: Poco)</p>
		No adquisición de insumos externos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No adquisición de semillas</li> <li>2. No adquisición de árboles frutales</li> <li>3. No adquisición de animales de corral</li> <li>4. No adquisición de vitaminas para animales</li> <li>5. No adquisición de desparasitantes para animales</li> <li>6. No adquisición de vacunas para animales</li> <li>7. No adquisición de fertilizantes</li> <li>8. No adquisición de alimento balanceado para animales</li> </ol>	<p>Respuesta binaria 6.25/8</p> <p>variables=0.78</p> <p>puntos cada uno (Sí=0.78, No=0)</p>
		Beneficios del solar a la familia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Provisión de salud</li> <li>2. Obtención de forraje</li> <li>3. Crianza de animales de corral</li> <li>4. Provisión de combustible (leña)</li> <li>5. Provisión de economía fortalecida</li> <li>6. Provisión de alimentos</li> </ol>	<p>Respuesta binaria 6.25/13</p> <p>variables=0.48</p> <p>puntos cada uno (Sí=0.48, No=0)</p>

Dimensión	Ponderación del Principio	Ponderación del Indicador	Variables por Indicador	Ponderación por variable individual		
Biocultural	Integración		7. Provisión de sombra (regulación de temperatura)	Valor relativo (2 variables) (No=6.25; Sí=0)		
			8. Provisión de relajación y distracción			
			9. Mantenimiento de cohesión familiar			
			10. Mantenimiento de cohesión social local			
			11. Mantenimiento de identidad, sentido de pertenencia y arraigo			
			12. Práctica del conocimiento agrícola tradicional			
			13. Mantenimiento de polinización			
			No participación en subsidios gubernamentales		1. No 2. Sí	
			Saberes locales		1. El ser humano es parte de la naturaleza 2. Conocimiento sobre tierra fría y caliente en Yaonáhuac 3. Observación de humedad, hojas, ramas y color negro del suelo 4. Observación de la luna para sembrar y cosechar 5. Conocimiento de periodos de lluvia, granizo y heladas 6. Mantenimiento del conocimiento tradicional para seleccionar 7. <i>Taltzin</i> (nombre local del solar en Nahuatl) 8. Conocimiento sobre canícula y cabañuelas	Respuesta binaria 6.25/8 variables=0.78 puntos cada uno (Sí=0.78, No=0)
			Usos de las plantas		1. Uso alimenticio 2. Uso ornamental o estético 3. Uso medicinal 4. Cerco vivo 5. Uso ritual-religioso 6. Uso como combustible (leña) 7. Uso forrajero	Respuesta binaria 6.25/7 variables=0.89 puntos cada uno (Sí=0.89, No=0)
Seguridad de permanencia del solar	1. Adaptación al aumento de precios de insumos 2. Adaptación a enfermedad o muerte de un familiar 3. Adaptación a cambios del clima	Respuesta binaria 6.25/3 variables=2.08 puntos cada uno (Sí=2.08, No=0)				

Dimensión	Ponderación del Principio	Ponderación del Indicador	Variables por Indicador	Ponderación por variable individual
		Tipo de material del cerco o lindero	1. Cerco vivo 2. Cerco de corral de caña 3. Cerco artificial	Valor relativo (3 variables) (Cerco vivo=6.25: suficiente; Corral de caña=4.16: mucho, Cerco artificial=2.08: poco)
		Diversidad productiva	1. Presencia de verduras 2. Presencia de plantas aromáticas 3. Presencia de plantas ornamentales 4. Presencia de plantas medicinales 5. Presencia de árboles frutales 6. Presencia de milpa 7. Presencia de gallos criollos 8. Presencia de guajolotes criollos 9. Presencia de cerdos criollos 10. Presencia de cerdos de granja	Respuesta binaria 6.25/10 variables=0.62 puntos cada uno (Sí=0.62, No=0)
Económica	Autosuficiencia	Destino de los cultivos	1. Autoconsumo 2. Venta 3. Intercambio (trueque)	Respuesta binaria 6.25/3 variables=2.08 puntos cada uno (Sí=2.08, No=0)
		Destino de los animales de corral	1. Autoconsumo 2. Venta 3. Prestado	Respuesta binaria 6.25/3 variables=2.08 puntos cada uno (Sí=2.08, No=0)
		Comercialización de los bienes del solar	1. Vecinal 2. Local 3. Municipal	Respuesta binaria 6.25/3 variables=2.08 puntos cada uno (Sí=2.08, No=0)

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos con las entrevistas a profundidad fueron procesados para la agregación de los valores de cada variable de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$IND = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i + \dots + x_n)}{n} \quad (1)$$

Dónde:

**IND** = Cualquiera de los 16 indicadores

**x** = Solar

**n** = Número total de solares (62)

Para la interpretación de la sustentabilidad, todos los valores fueron estandarizados y transformados a una escala con un rango de 0 a 100, donde 0 es el valor más bajo de la sustentabilidad y 100 es el valor más alto. La escala fue dividida en cinco categorías (Cuadro 15).

**Cuadro 15.** *La Escala de Sustentabilidad y sus Cinco Categorías*

Categorías	Descripción del agroecosistema
I. Sustentabilidad muy débil (<20)	En condición crítica debido al aporte mínimo de actividades y prácticas sustentables, donde no es visible algún indicador de sustentabilidad. Predomina un pensamiento instrumentalista.
II. Sustentabilidad débil (20.1-40)	En su mayor proporción es manejado con actividades convencionales, pero se asoman algunas características sustentables. Predomina un pensamiento instrumentalista.
III. Sustentabilidad intermedia (40.1-60)	Si se aumentan prácticas sustentables puede subsistir y dejar de ser vulnerable, pero si disminuyen se vuelve frágil o débil. Predomina una perspectiva antropocéntrica.
IV. Sustentabilidad fuerte (60.1-80)	Existen prácticas sustentables y va en camino hacia una reproducción sustentable. Se considera que se han adoptado prácticas sustentables, diversificando actividades que promueven la sustentabilidad. Predomina una perspectiva antropocéntrica.

V. Sustentabilidad súper fuerte (80.1- 100)	En condición excelente en lo que respecta a actividades y prácticas sustentables, con un impacto positivo en ambiente y sociedad. Son ideales para mantener, replicar y aumentar. Predomina una variedad de valores, pluralidad de conocimientos y una perspectiva biocéntrica.
--	---

*Fuente:* Basado en Shmelev & Rodríguez-Labajos (2009); Gudynas (2011); Cinelli *et al.* (2014); Chan *et al.* (2016); Cooper *et al.* (2016); Barmashova & Lazutkina (2020).

Es necesario validar el índice propuesto en términos de su diseño conceptual y de resultado. Con respecto a la validación de diseño; el índice propuesto *es flexible*, en tanto que está determinado por una fórmula simple (1) que puede incorporar más variables relacionadas con los indicadores de los principios y dimensiones considerados; está *bien definido*, puesto que se calcula con una agregación aditiva y los indicadores y variables se relacionan con la realidad estudiada; *es confiable* porque provee información sólida proveniente de variables derivadas de bases teóricas, consulta a expertos y percepción de los participantes objeto de estudio (Cuadro 14) y *es útil* porque puede ser usada para futuras investigaciones y en diferentes agroecosistemas tradicionales, además, apoya en la toma de decisiones para un mejor manejo agroecológico del sistema agrícola en cuestión. La validación de resultado se ejecuta con la aplicación empírica del índice en una zona de estudio (solares nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla) lo cual implica validar la solidez del resultado mediante pruebas empíricas de los valores del índice (van Asselt *et al.*, 2014; Peano *et al.*, 2015; Sabiha *et al.*, 2016).

### 4.3 Análisis de los principios de la sustentabilidad en el solar nahua

Los resultados del índice fueron representados en gráficas de barras y de radar para ser visualizados y analizados de forma individual y como un todo. El análisis de los principios de la sustentabilidad permitió identificar los indicadores que contribuyeron a reducir o incrementar la sustentabilidad.

#### 4.3.1 Diversidad-Resiliencia

Para obtener información sobre el suelo, más allá de lo convencional, es recomendable considerar la experiencia y conocimiento de los campesinos (Barrera-Bassols *et al.*, 2009). En ese sentido, el indicador relacionado al suelo reveló información sobre la percepción local de las familias acerca de las propiedades de fertilidad de este, cuya salud es la base para una “buena cosecha”. El 87.1% de los solares tuvieron ausencia de rocas, ausencia de raíces expuestas, presencia de lombrices y presencia de suelo con textura porosa. El mantenimiento de estas propiedades en el suelo es importante debido a la conectividad que hay entre el suelo y el ser humano; la salud humana depende de la salud de las plantas y del suelo (Barrera-Bassols *et al.*, 2006), además un buen manejo del suelo representa una estrategia para mejorar la producción y resiliencia del agroecosistema y, dicha estrategia está relacionada con la seguridad alimentaria (Douxchamps *et al.*, 2016; Nicholls & Altieri, 2018).

Otro indicador importante es la heterogeneidad agrícola; en el 83.9% de los solares se encontraron seis tipos de cultivo: verduras, plantas aromáticas, plantas ornamentales, plantas medicinales, árboles frutales y milpa; mientras que en el 16.1% no tuvieron milpa. Dicha diversidad vegetal es relevante porque propicia plantas enriqueedoras de nutrientes, insectos depredadores, polinizadores, bacterias fijadoras y descomponedoras de nitrógeno, y otros

organismos que desempeñan diversas funciones ecológicas beneficiosas (Altieri & Toledo, 2011), además, un compuesto diverso y complejo de plantas puede reducir la vulnerabilidad del agroecosistema ante eventos climáticos extremos (Altieri & Nicholls, 2017), y proporcionar salud ambiental y bienestar humano (González-Chang *et al.*, 2020).

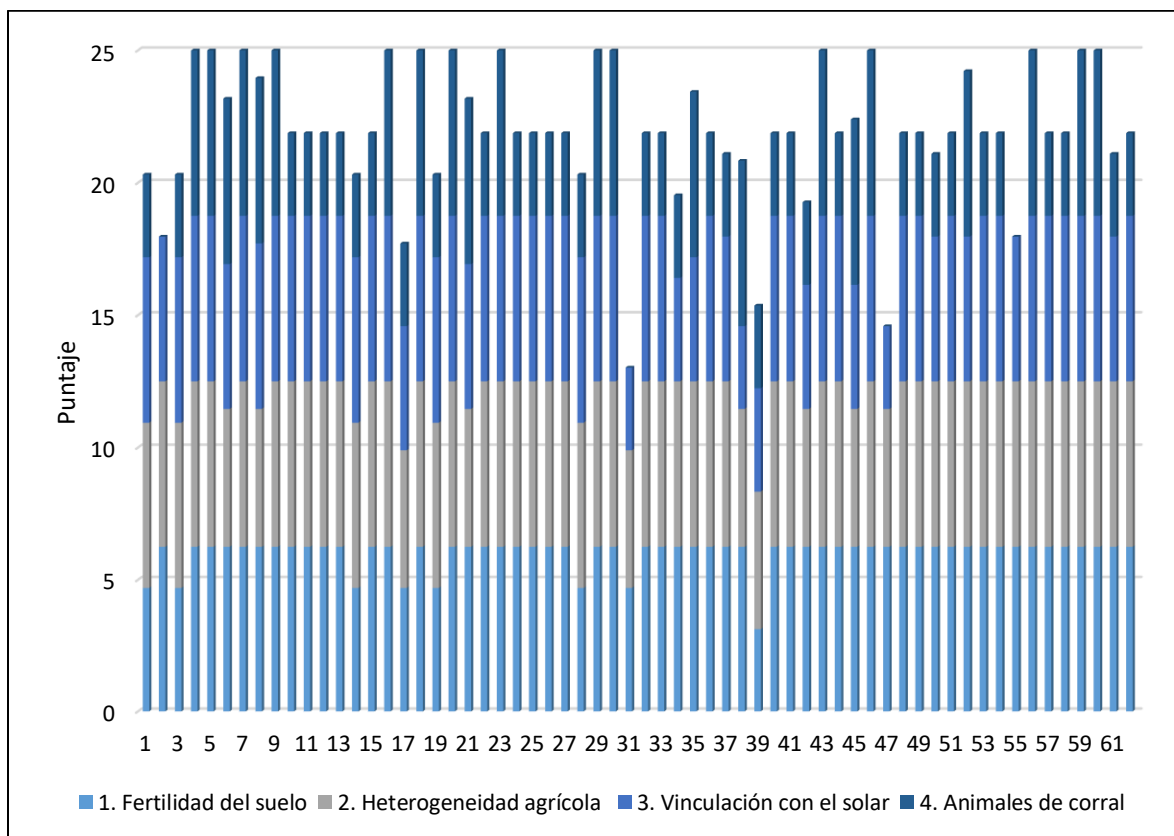
En cuanto a las prácticas de vinculación con el solar, se encontró que en el 72.6% de los solares, las familias incorporaron materia orgánica al suelo, realizaron rotación de cultivos, tuvieron árboles en el contorno y entre el huerto, procuraron cultivos de cobertura, policultivos, intercultivos basados en leguminosas, integraron animales de corral y el barbecho fue realizado con azadón, lo cual presume la existencia de especies diversas de plantas que aumentan la actividad biológica en el solar. Tal diversidad de prácticas ayuda al agroecosistema tradicional a sufrir menos daño ante la presencia de huracanes (comparados con monocultivos convencionales) y reduce su vulnerabilidad ante la variabilidad del clima (Altieri *et al.*, 2012; Altieri *et al.*, 2015; Nicholls & Altieri, 2018).

En el indicador animales de corral, en el 35.5% de los solares, las familias tuvieron animales tanto criollos como de granja, mientras que en el 58.1% solo tuvieron animales criollos, principalmente aves o cerdos, que emplearon para alimentación o festejos, pero en el 6.5% no tuvieron animales de corral. De acuerdo con Tremblay *et al.*, (2020), la decisión del tipo y cantidad de especies animales empleadas como alimento se asocia a un valor cultural, que se basa en la disponibilidad local. Por otro lado, la incorporación de diferentes componentes en un sistema agrícola puede mejorar su rendimiento y reforzar su resiliencia (Dumont *et al.*, 2020).

La fertilidad del suelo, la heterogeneidad agrícola y las prácticas de vinculación con el solar fueron los indicadores con valor más alto. Solo el 24.5% de los solares alcanzó el valor máximo.

El puntaje del indicador animales de corral disminuyó debido a que cuatro familias no tenían animales de corral en su solar (2, 31, 47 y 55). (Figura 4).

**Figura 4.** Valor Acumulado por Solar de los Indicadores de Diversidad-Resiliencia



*Fuente:* Elaboración propia

### 4.3.2 Autogestión-Autonomía

En el indicador participación familiar los resultados manifestaron que el 48.4% de los solares fue manejado por familias ampliadas; el 41.9% por familias nucleares y el 9.7% por familias unipersonales donde la disponibilidad de mano de obra disminuyó considerablemente. La presencia de más integrantes en la familia supone una mayor transmisión de conocimientos y mayor acceso a mano de obra. Tanto en las familias ampliadas como nucleares, la organización de las actividades para el manejo del solar se realizó conforme a la edad, el sexo y la fuerza que

se requiere. Similar al hallazgo de López-González *et al.*, 2013 y Avilez-López *et al.*, (2020) donde las familias distribuyen sus actividades de acuerdo a las capacidades de sus integrantes. Mientras que Ortiz *et al.*, (2015) reportaron que los solares fueron atendidos por mujeres en un 66%; por hombres en un 12.5%; por ambos en un 20.8% y los niños solo participaron en la cosecha.

Se encontró un bajo uso de insumos externos en el solar; en el 6.5% las familias no compraron ni un solo insumo; en el 21% se adquirieron dos y en el 8.5% se adquirió uno de los insumos. No obstante, en el 4.8%, las familias adquirieron hasta siete de los ocho insumos contemplados. Ello resulta relevante ya que si en el manejo de un agroecosistema tradicional, la familia no promueve el uso de productos externos puede mantener independencia tecnológica y mayor control sobre disturbios. Además, los propietarios representan un grupo de campesinos que basan el funcionamiento del solar en recursos locales y técnicas agroecológicas tradicionales, es decir, no han adoptado modos de producción agroindustrial (Altieri & Toledo, 2011), donde se favorece la especialización, la sustitución de insumos y sus operaciones son dependientes e intensivas, contrario a lo que se promueve con las prácticas tradicionales; disminución de uso de agroquímicos y beneficios en términos de bajo impacto ambiental y ventajas económicas por la reducción de costos de producción (Nicholls *et al.*, 2016).

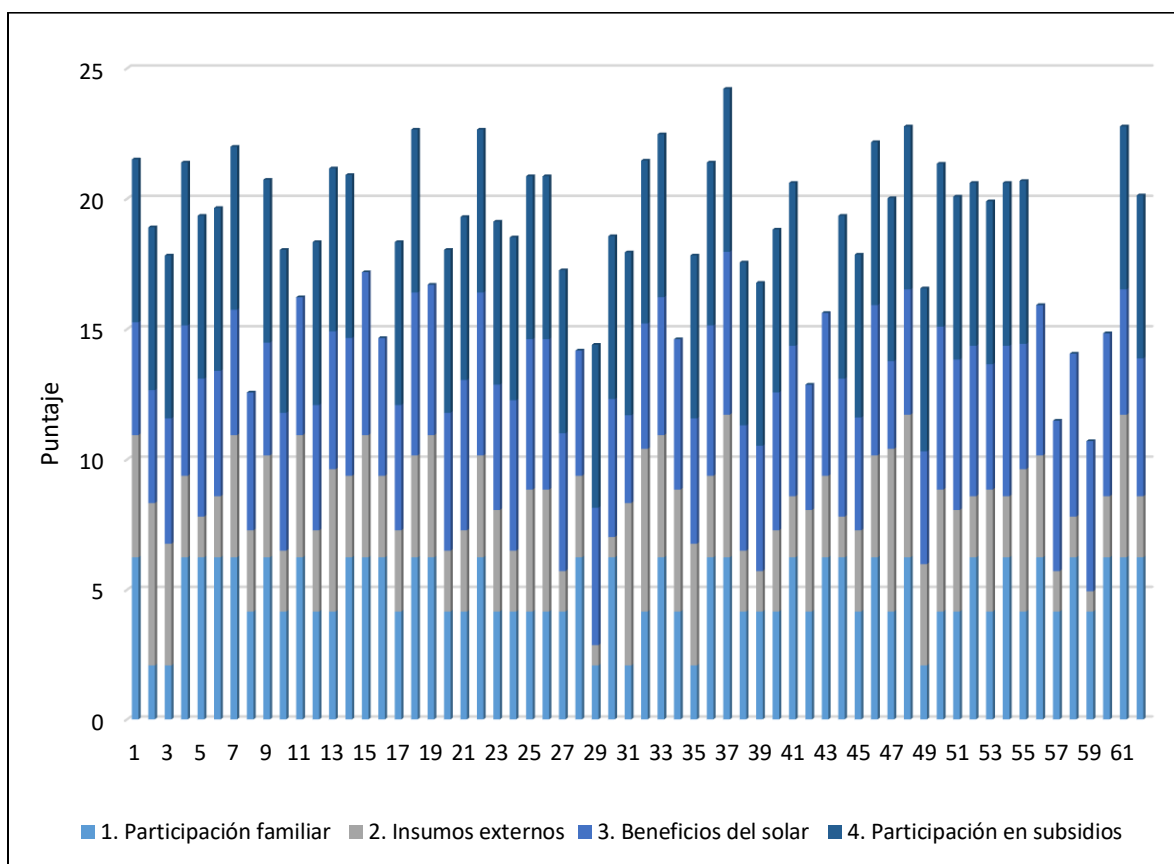
El resultado de los beneficios que otorga el solar (provisión de salud, provisión de combustible, obtención de forraje, crianza de animales, economía fortalecida, obtención de alimentos, sombra de los árboles, relajación y distracción, cohesión familiar, cohesión social local, identidad y sentido de pertenencia, práctica del conocimiento agrícola y polinización) mostró que el 12.9% de las familias reconocieron al total de beneficios contemplados; mientras que el 25.8% reconoció 12 de los 13 y el 24.2% 11 de 13. Estos datos coinciden con Avilez-

López *et al.*, (2020), donde confirman que los solares refuerzan la identidad y cohesión familiar y vecinal, ofrece beneficios estéticos, transmisión de conocimientos, favorece la soberanía alimentaria, el cuidado de animales domésticos, provee ingresos, madera, plantas medicinales, regulación de temperatura; además contribuye a la autonomía alimentaria local y regional al reducir los gastos diarios.

El manejo del solar nahua es autónomo en tanto no se haya participado en subsidios; los resultados mostraron que el 77.4% de las familias no había participado de algún subsidio gubernamental en los últimos diez años. Ello refleja que las familias manejan su solar basándose solo en sus propios conocimientos y en su mano de obra familiar, lo cual les permite tomar decisiones según sus prioridades. Ello es relevante ya que se mantienen fuera de la agricultura convencional; Anderson *et al.*, (2019) explican que el subsidio fomenta la imposición de paquetes agrícolas que conllevan a la dependencia económica, tecnológica y a insumos externos, lo cual daña severamente la autonomía de las familias. En ese sentido, Altieri (2002) y Giraldo & Rosset (2018) proponen que los subsidios deben ser desmantelados para evitar el control corporativo sobre los sistemas alimentarios y poder avanzar en el escalamiento de la agroecología.

La participación familiar y la no participación en subsidios gubernamentales fueron los indicadores mejor representados. Ningún solar alcanzó el valor máximo. El puntaje de los indicadores insumos externos tuvo bajo puntaje debido a que en tres solares (29, 30 y 59) las familias adquirieron siete de los ocho insumos contemplados, mientras que el puntaje del indicador beneficios del solar es bajo porque en dos solares (31 y 47) las familias distinguieron solo siete de 13 beneficios contemplados (Figura 5).

**Figura 5.** Valor Acumulado por Solar de los Indicadores del Principio Autogestión-Autonomía



*Fuente:* Elaboración propia

### 4.3.3 Integración

En el indicador saberes locales; se encontró que el 38.7% de las familias reconocen el total de saberes contemplados (el ser humano es parte de la naturaleza; tierra fría y caliente; observación de humedad, hojas, ramas y color negro del suelo; observación de la luna para plantar y cosechar; conocimiento de períodos de lluvia, granizo o heladas; selección tradicional de semillas; *Taltzin* -nombre local del solar en náhuatl- y Canícula y cabañuelas) y el 32.3% reconoció siete de los ocho saberes. De acuerdo con Barrera-Bassols & Toledo (2005) esto forma parte del sistema de creencias y conocimientos sobre el entorno local como consecuencia de observaciones realizadas, mantenidas y perfeccionadas a través del tiempo; transmitidos por vía

oral de generación en generación, lo cual ayuda a tomar decisiones más convenientes para el sostenimiento de la familia. En este mismo sentido Narciso Barrera-Bassols *et al.* (2006) sugieren poner atención no solo en el conocimiento y manejo local, sino también en el sistema de creencias y símbolos del entorno. Al respecto, Fagúndez & Izco (2016) concluyen que la diversidad de fito-topónimos está relacionada con la biodiversidad y la cultura, y representa el patrimonio cultural intangible. Por su parte, Vidal & Brusca (2020) explican que a medida que disminuye la diversidad cultural y lingüística también disminuye la diversidad biológica, por lo que recomiendan que los recursos y esfuerzos gubernamentales se enfoquen en la protección del conocimiento tradicional y cultural de las familias campesinas.

Las familias otorgan especial interés a las plantas para uso ornamental por la belleza que dan al entorno del hogar; también las que son para uso alimenticio por los nutrientes que les proporcionan y las plantas para uso medicinal y ritual-religioso son sembradas para satisfacer necesidades tangibles e intangibles, seleccionadas cuidadosamente a través de su experiencia. El indicador usos de las plantas mostró que el 83.9% de las familias dieron a las plantas un total de siete usos (alimenticio, ornamental o estético, medicinal, cerco vivo, ritual-religioso, combustible (leña) y forrajero); el 9.7% de las familias registraron seis usos; mientras que el 3.2% se reportaron cinco de los siete usos. Similar a lo reportado por Avilez-López *et al.*, (2020) donde las plantas se dividieron en uso medicinal (curativas, cosméticas o energizantes); uso para la producción agrícola (partes de plantas usadas como herramientas, abono verde y control de plagas); uso doméstico (repelentes de insectos, utensilios, contenedores, cestos, fibras para cuerdas, artesanías y colorantes); y otros usos (árboles para sombra, plantas melíferas, para picaduras y proveedoras de aceite). Por su parte, Zhang *et al* (2020) reportaron hasta catorce categorías de uso (frutas, plantas ornamentales, plantas rituales, grano, madera, elaboración de

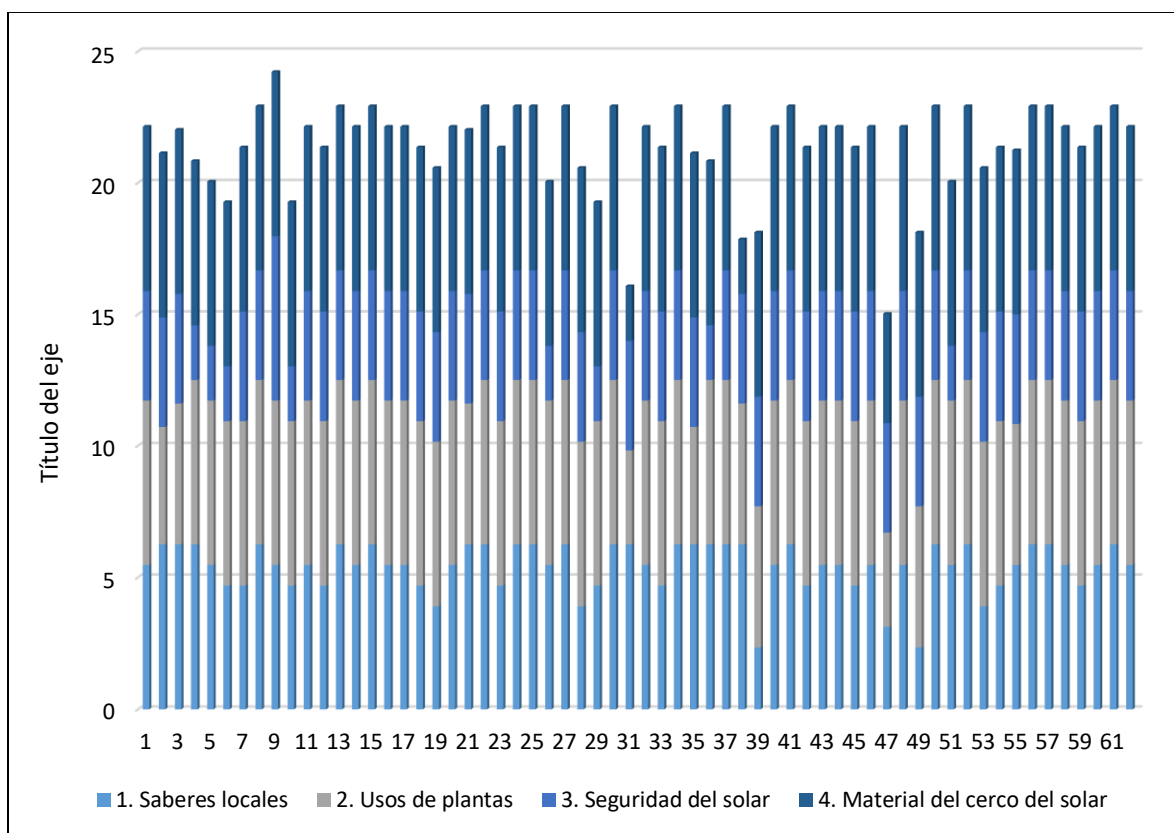
vino, tejido, plantas tintóreas, vegetales, plantas forrajeras, especias, medicinas, plantas oleaginosas y otras).

En el indicador seguridad de permanencia del solar solo una familia dijo adaptarse al aumento de los precios, a la enfermedad o muerte de algún familiar y ante los cambios de clima; mientras que el 85.5% de las familias se adaptaron a dos de los tres riesgos considerados y en el 12.9% las familias se adaptaron solo a uno. Ello confirma lo puntualizado por el IPCC (2014), donde se explica que los riesgos están relacionados principalmente con eventos económicos, de salud y meteorológicos a los que las familias no tienen control y pueden impactar severamente poniendo en situación vulnerable tanto al agroecosistema como a los integrantes de la familia.

En el indicador material del cerco o lindero se encontró que el 95.2% de los solares estuvieron delimitados con cerco vivo; el 3.2% con cerco artificial (alambre, malla o barda) y el 1.6% de los solares estuvo delimitado con corral de caña de maíz. La delimitación con cerco vivo se puede explicar en términos económicos, un cerco artificial es de difícil acceso por el costo que implica. Por otro lado, culturalmente existen lazos de confianza y de respeto a los espacios y propiedades vecinales, además, prefieren aprovechar y hacer un uso óptimo del espacio. De acuerdo con Nicholls *et al.*, (2016) los cercos vivos son una estrategia de manejo que contribuye a reforzar el mejoramiento de la diversidad funcional y creación de hábitats; favorece condiciones de suelo para el crecimiento de plantas, manejo de materia orgánica y el mejoramiento de la actividad biológica del suelo; diversifica especies y recursos genéticos en el tiempo y espacio y mejora las interacciones biológicas beneficiosas y promueve servicios y procesos ecológicos clave para la resiliencia en el solar.

Los saberes agrícolas, los usos de las plantas y el material del cerco del solar fueron los indicadores con valor más alto. Ningún solar se alcanzó el valor máximo. El valor de la seguridad del solar disminuyó debido a que las familias encuentran difícil adaptarse al aumento de los precios de los insumos y a la enfermedad o muerte de algún familiar (Figura 6).

**Figura 6.** Valor Acumulado por Solar de los Indicadores del Principio Integración



*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.3.4 Autosuficiencia

El resultado de la diversidad productiva mostró que en el 32.3% de los solares hubo diez elementos productivos (verduras, plantas aromáticas, ornamentales, medicinales, árboles frutales, milpa, gallos criollos, guajolotes criollos, cerdos criollos y cerdos de granja); en el 27.4% se encontraron ocho y en el 29% se encontraron siete de 10. Desde la perspectiva de las familias, su

preferencia por cuidar tanto plantas como animales fue con el propósito de tener acceso a una mejor alimentación y soporte en sus ingresos cuando son vendidos. De acuerdo con Dumont *et al.*, (2020), la combinación de plantas y animales puede incrementar la productividad y el uso eficiente de recursos, por su parte Altieri & Toledo, (2011); Altieri *et al.*, (2012); Segnon *et al.*, (2015) afirman que los sistemas agrícolas integrados son más productivos si se considera la producción total en lugar del rendimiento de un solo cultivo.

El indicador destino de los cultivos reveló que en el 45.2% de los solares los cultivos fueron para autoconsumo, venta e intercambio (trueque); mientras que en el 38.7% los cultivos se dispusieron a dos de los tres destinos y en el 16.1% se reservaron solo para autoconsumo. Toledo *et al.*, (2003) y Toledo & Moguel, (2012) explican que las familias se encuentran inmersas en una economía dual; producen bienes para la venta y ello les permite obtener productos manufacturados y otros productos de abasto, pero al mismo tiempo producen bienes básicos para su propia subsistencia, por esta razón aumentan la diversidad de elementos en el solar. Bajo estos términos los datos cobran relevancia, puesto que el acceso y disponibilidad de alimentos se logra a través de la agricultura de subsistencia, lo cual refuerza la autosuficiencia familiar (Rankoana, 2017).

En cuanto al destino de los animales, se encontró que en el 46.8% de los solares, los animales de corral fueron para autoconsumo, venta y prestado; en el 32.3% los animales fueron reservados a dos de los tres destinos y en el 14.5% de los solares se dispusieron solo para autoconsumo. El prestado de animales entre familiares o vecinos representa la prevalencia de una actividad cultural importante que ayuda a mantener armonía entre las familias y comunidades, consiste en conocer el peso exacto del animal, generalmente aves, para que sea devuelto en las mismas condiciones, en un lapso que puede ir de los tres a los cinco años. De acuerdo con

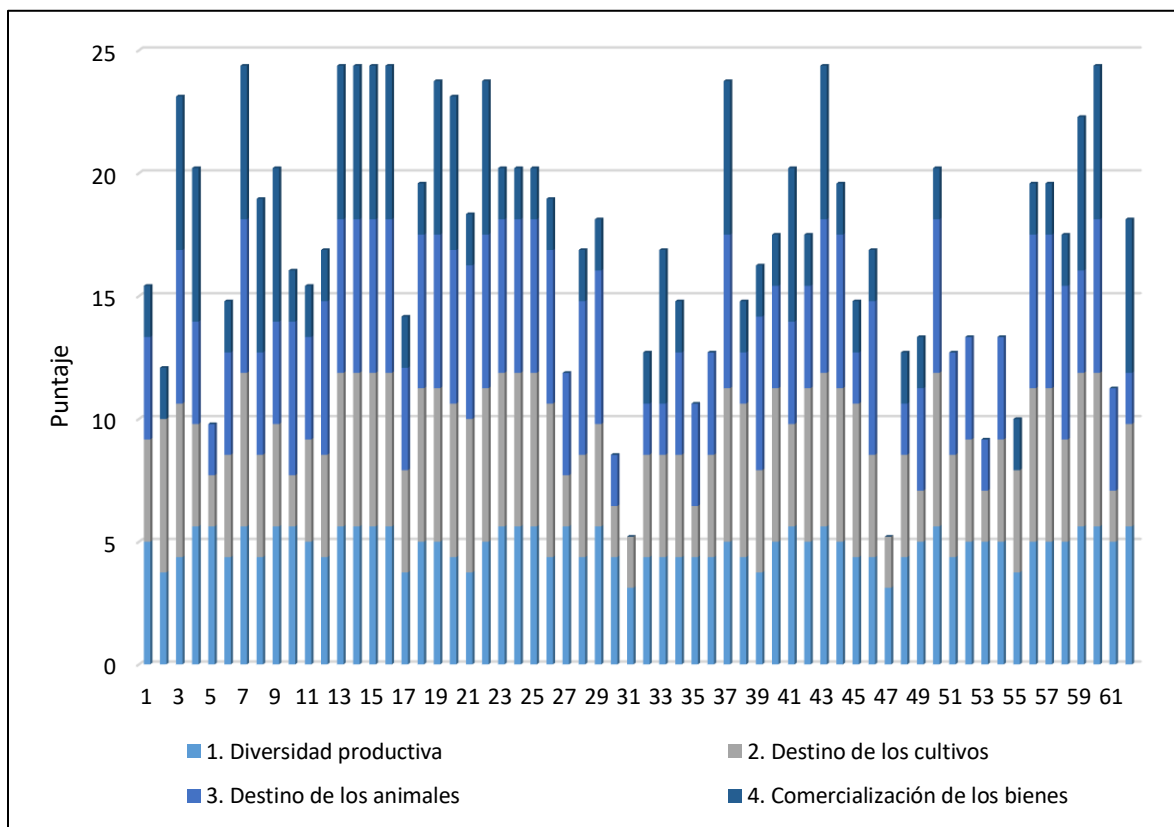
Anderson *et al.*, (2019), este intercambio es accesible, justo, rentable y satisfactorio para las familias involucradas en dicho proceso, ello, le hace formar parte de un sistema tradicional de intercambio de bienes agrícolas en pequeño volumen y localmente adaptados.

Por otro lado, la comercialización de los bienes se llevó a cabo a nivel vecinal, local y municipal en el 30.6% de los solares, mientras que en el 50% de ellos, se realizó en uno de los tres tipos de comercialización (vecinal o local) y en el 19.4% de los solares no se realizó ningún tipo de comercialización. Los bienes comercializados llegaron a diferentes municipios (Atempan, Tlatlauquitepec, Teziutlán y Zacapoaxtla) esto sugiere una importante movilidad económica a través de canales de comercialización que las mismas familias buscaron para llegar a consumidores diversos. Para Toledo & Moguel (2012) y Anderson *et al.*, (2019) dicha movilidad de bienes en diversos nichos de mercado ofrece una forma de producción que permite la acumulación local de la riqueza y se contrapone a una acumulación global dominada por la especialización y maximización del rendimiento a corto plazo. Aunado a esto, la comercialización local y municipal se efectuó a través de “*Tianguis*”; mercados locales tradicionales a donde llegan los productores de municipios aledaños para comercializar o intercambiar (trueque) sus bienes agrícolas o animales y así, diversificar sus ingresos. Además por su permanencia en el tiempo, va más allá del tianguis alternativo que reportan Toledo & Barrera-Bassols (2017), ya que en estos se venden productos certificados o no de productores agroecológicos o ecológicos.

La diversidad productiva y el destino de los cultivos fueron los indicadores con valor más alto. Mientras que los valores del destino de los animales y la comercialización tuvieron valores bajos debido a que en el primero cuatro familias no tuvieron animales y en la segunda, 12

familias no comercializaron ningún producto del solar. Ningún solar alcanzó el valor máximo (Figura 7).

**Figura 7.** *Calor Acumulado por Solar de los Indicadores del Principio Autosuficiencia*



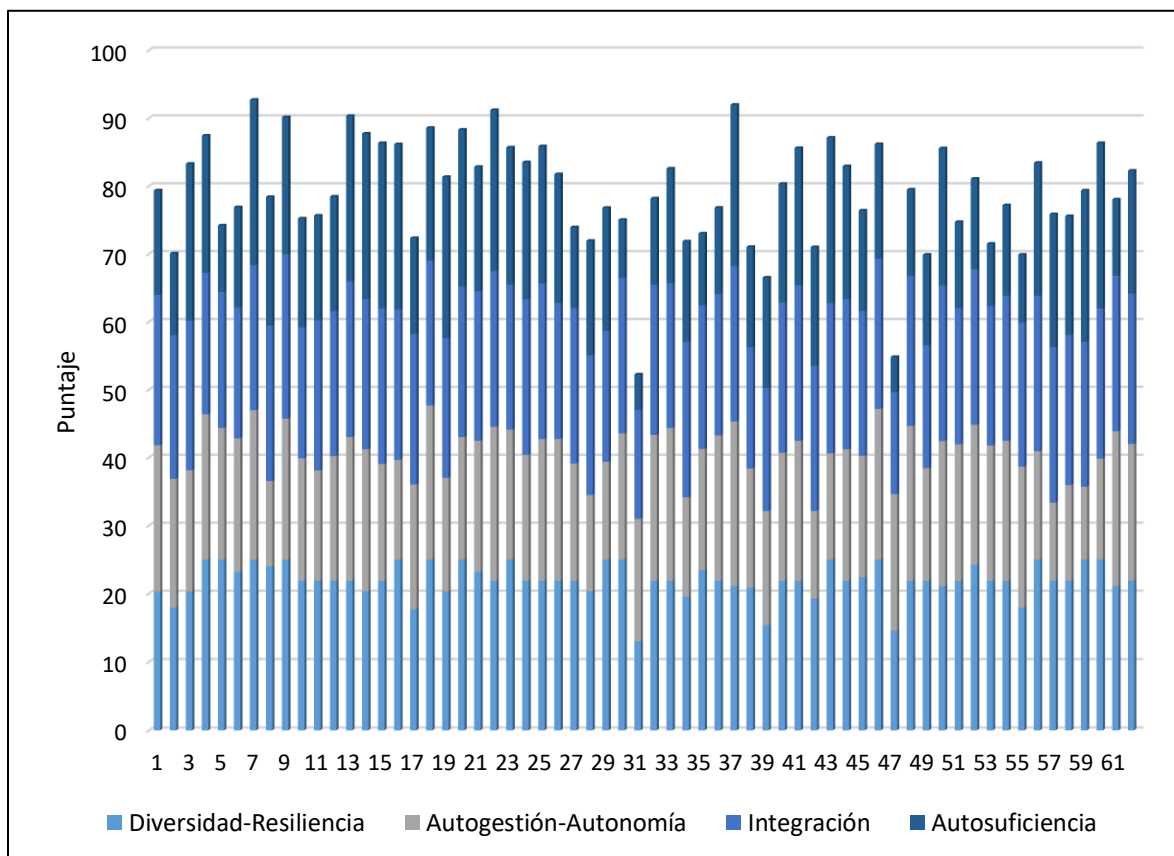
*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.3.5 Sumatoria de los principios del ISAT

Una vez realizado el análisis de los 16 indicadores, se consiguió el valor de cada uno de los cuatro principios en los 62 solares estudiados. Los principios mejor representados fueron Diversidad-Resiliencia e Integración. La Autogestión-Autonomía no alcanzó el valor máximo debido a que 14 familias sí participaron de un subsidio gubernamental para el solar. La Autosuficiencia se fue a la baja porque cuatro familias no tuvieron animales de corral, además,

12 familias no comercializaron ningún producto obtenido del solar. En la figura 8 se muestra el comportamiento de los valores acumulados.

**Figura 8.** *Valor Acumulado por Solar de los Principios del ISAT*



*Fuente:* Elaboración propia

#### **4.4 Evaluación de la sustentabilidad en el solar nahua de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla**

Al ejecutar la fórmula de agregación para cada uno de los 16 indicadores, se obtuvo la sumatoria de cada principio, es decir, se obtuvieron los valores promedio de cada eje de análisis; para el principio Diversidad-Resiliencia el valor promedio fue de 22 puntos, para Autogestión-Autonomía fue de 18.6, mientras que para Integración fue de 21.5 y para Autosuficiencia fue de

17.2 puntos, dando como resultado total un promedio de 79.2 puntos en la escala de la sustentabilidad, que en términos generales, ubica a los solares nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla en sustentabilidad fuerte (categoría IV) (Cuadro 16).

**Cuadro 16.** *Integración de los Valores al Índice de Sustentabilidad de los Solares*

No.	Diversidad-Resiliencia	Autogestión-Autonomía	Integración	Autosuficiencia	ISAT	Categoría
1	20.3	21.5	22.1	15.4	79.4	IV
2	18.0	18.9	21.1	12.1	70.1	IV
3	20.3	17.8	22.0	23.1	83.3	V
4	25.0	21.4	20.8	20.2	87.4	V
5	25.0	19.4	20.1	9.8	74.2	IV
6	23.2	19.7	19.3	14.8	76.9	IV
7	25.0	22.0	21.4	24.4	92.7	V
8	24.0	12.6	22.9	19.0	78.4	IV
9	25.0	20.7	24.2	20.2	90.2	V
10	21.9	18.0	19.3	16.0	75.2	IV
11	21.9	16.2	22.1	15.4	75.7	IV
12	21.9	18.3	21.4	16.9	78.4	IV
13	21.9	21.2	22.9	24.4	90.3	V
14	20.3	20.9	22.1	24.4	87.7	V
15	21.9	17.2	22.9	24.4	86.4	V
16	25.0	14.7	22.1	24.4	86.2	V
17	17.7	18.3	22.1	14.2	72.4	IV
18	25.0	22.7	21.4	19.6	88.6	V
19	20.3	16.7	20.6	23.8	81.3	V
20	25.0	18.0	22.1	23.1	88.3	V
21	23.2	19.3	22.0	18.3	82.8	V
22	21.9	22.7	22.9	23.8	91.2	V
23	25.0	19.1	21.4	20.2	85.7	V
24	21.9	18.5	22.9	20.2	83.5	V
25	21.9	20.9	22.9	20.2	85.9	V

No.	Diversidad- Resiliencia	Autogestión- Autonomía	Integración	Autosufic iencia	ISAT	Categoría
26	21.9	20.9	20.1	19.0	81.8	V
27	21.9	17.3	22.9	11.9	73.9	IV
28	20.3	14.2	20.6	16.9	71.9	IV
29	25.0	14.4	19.3	18.1	76.8	IV
30	25.0	18.6	22.9	8.5	75.0	IV
31	13.0	17.9	16.1	5.2	52.2	III
32	21.9	21.5	22.1	12.7	78.2	IV
33	21.9	22.5	21.4	16.9	82.6	V
34	19.5	14.6	22.9	14.8	71.9	IV
35	23.4	17.8	21.1	10.6	73.0	IV
36	21.9	21.4	20.8	12.7	76.8	IV
37	21.1	24.2	22.9	23.8	92.0	V
38	20.8	17.6	17.9	14.8	71.0	IV
39	15.4	16.8	18.1	16.3	66.5	IV
40	21.9	18.8	22.1	17.5	80.3	V
41	21.9	20.6	22.9	20.2	85.6	V
42	19.3	12.9	21.4	17.5	71.0	IV
43	25.0	15.6	22.1	24.4	87.1	V
44	21.9	19.4	22.1	19.6	82.9	V
45	22.4	17.9	21.4	14.8	76.4	IV
46	25.0	22.2	22.1	16.9	86.2	V
47	14.6	20.0	15.0	5.2	54.8	III
48	21.9	22.8	22.1	12.7	79.5	IV
49	21.9	16.6	18.1	13.3	69.9	IV
50	21.1	21.3	22.9	20.2	85.6	V
51	21.9	20.1	20.1	12.7	74.7	IV
52	24.2	20.6	22.9	13.3	81.1	V
53	21.9	19.9	20.6	9.2	71.5	IV
54	21.9	20.6	21.4	13.3	77.2	IV
55	18.0	20.7	21.2	10.0	69.9	IV
56	25.0	15.9	22.9	19.6	83.4	V
57	21.9	11.5	22.9	19.6	75.9	IV

No.	Diversidad-Resiliencia	Autogestión-Autonomía	Integración	Autosuficiencia	ISAT	Categoría
58	21.9	14.1	22.1	17.5	75.6	IV
59	25.0	10.7	21.4	22.3	79.4	IV
60	25.0	14.8	22.1	24.4	86.4	V
61	21.1	22.8	22.9	11.3	78.0	IV
62	21.9	20.1	22.1	18.1	82.3	V

*Fuente:* Elaboración propia

Mientras que, al distinguir a detalle la categoría en la escala de la sustentabilidad donde se ubica cada solar, los resultados evidenciaron que de las cinco categorías que se contemplaron para el Índice de Sustentabilidad de Agroecosistemas Tradicionales, las categorías I (Sustentabilidad muy débil) y II (Sustentabilidad débil) no fueron representadas en el estudio, mientras que las categorías III (Sustentabilidad intermedia), IV (Sustentabilidad fuerte) y V (Sustentabilidad súper fuerte) sí encontraron representación.

#### **4.4.1 Solares con sustentabilidad intermedia**

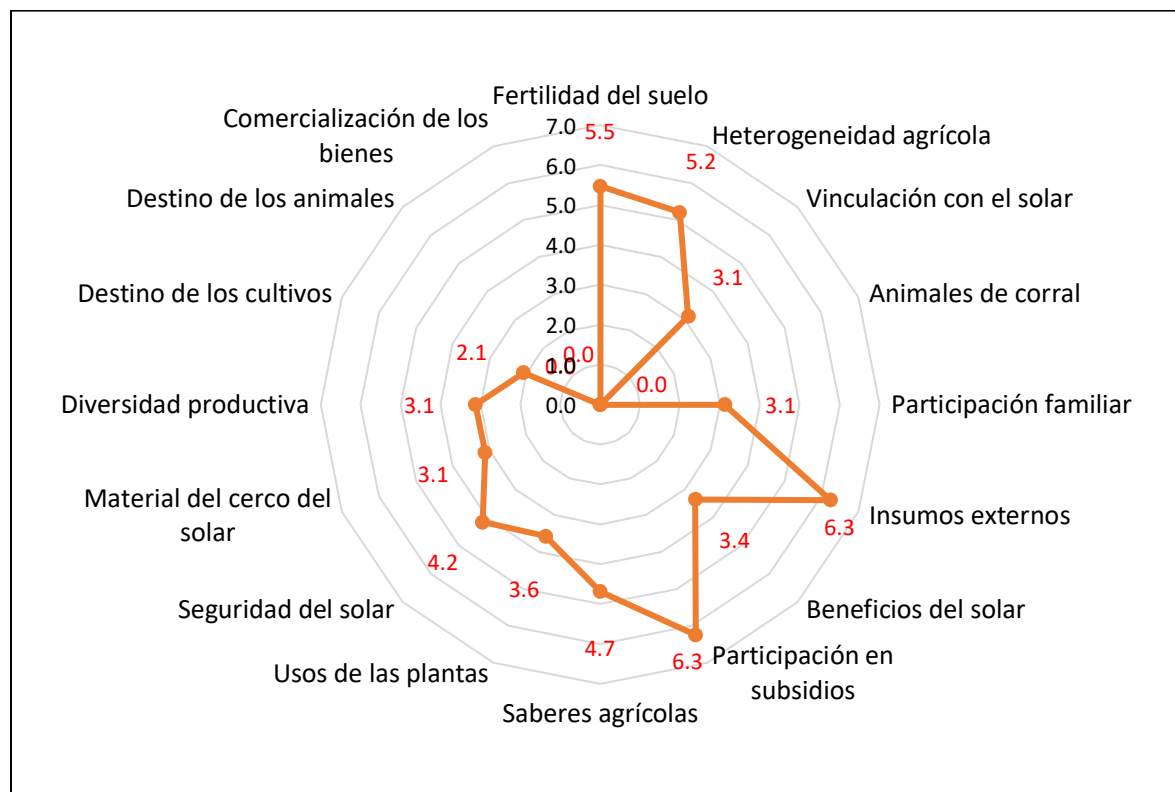
Dentro de la categoría III (Sustentabilidad intermedia) se encontraron dos solares (31 y 47) con un ISAT de 57.3 y 54.8, respectivamente. Los indicadores de Diversidad-Resiliencia tuvieron valores discontinuos, debido a que un solar tuvo suelo *chicloso* (no poroso); las dos familias no tuvieron milpa y tuvieron solo cuatro de ocho prácticas de vinculación con su solar, además, las dos familias no tuvieron animales criollos ni de granja; lo cual generó gastos para la familia al tener que adquirir carne para alimentarse. La Autosuficiencia se afectó de forma muy severa porque no hubo comercialización de bienes del solar, además, tuvieron solo cinco de las 10 variables consideradas para la diversidad productiva y el destino de los cultivos fue para autoconsumo familiar, lo cual ya es satisfactorio. Sin embargo, es deseable que los bienes de

cultivo también se destinen a la venta, intercambio o trueque o prestado, con el objetivo de reforzar las redes comunitarias, la reciprocidad y el poder social.

En tanto la Autogestión-Autonomía es importante destacar que un solar era operado por un hogar unipersonal; un campesino viudo de 94 años, la falta de familiares cercanos para apoyarle en el solar le pone en una situación vulnerable en caso de enfermedad. El otro solar era operado por una familia nuclear, ahí hubo menos riesgo en la permanencia del solar, por la cantidad de personas para manejarlo. Estas familias no adquirieron ni un solo insumo externo para su solar, tampoco participaron de algún subsidio, por esta razón el pico de estos dos indicadores llegó a su valor promedio máximo. Este principio disminuyó debido a que las dos familias visualizaron pocos beneficios del solar (siete de 13).

Los indicadores con un valor continuo fueron los del principio Integración; el mismo campesino es un conocedor sobre los saberes agrícolas locales, mientras que da un uso alimenticio, ornamental, medicinal y ritual-religioso a sus bienes agrícolas (Figura 9).

**Figura 9.** Valor Promedio por Indicador de los Solares con Sustentabilidad Intermedia



*Fuente:* Elaboración propia

Los solares con sustentabilidad intermedia se caracterizan por ser vulnerables, si se presenta un evento que ponga en riesgo la seguridad del solar, como la enfermedad o muerte de un familiar o el aumento de precios de insumos externos, estos podrían caer en la categoría II (Sustentabilidad débil).

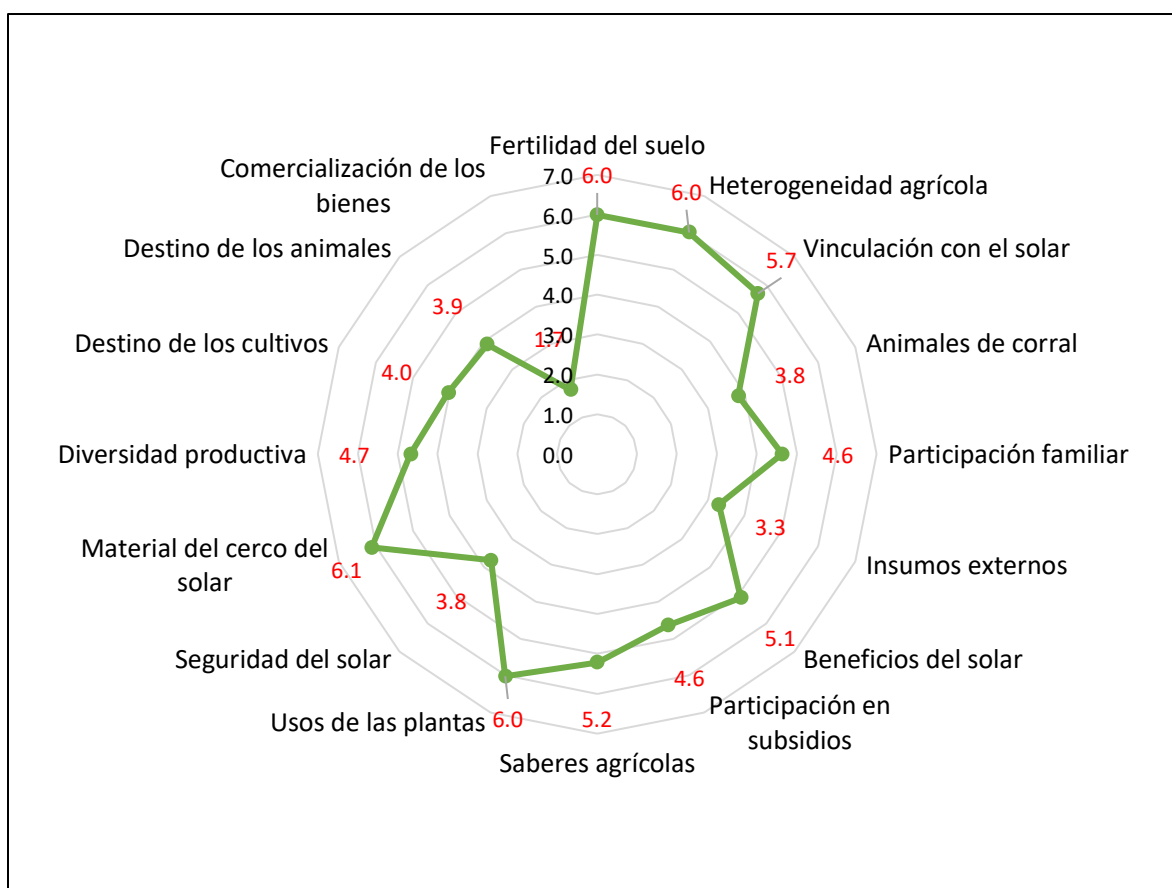
#### 4.4.2 Solares con sustentabilidad fuerte

Con respecto a la categoría IV (Sustentabilidad fuerte) se encontraron 31 solares con un ISAT promedio de 74.7. Todos los indicadores tuvieron participación, ninguno cayó a cero, pero tampoco alcanzaron un valor máximo. El valor de la Diversidad-Resiliencia se inclinó a la baja debido a que dos de las 31 familias no tuvieron animales criollos ni de granja en su solar. Por su

parte, ocho de las 31 familias sí han participado en subsidios gubernamentales en los últimos 10 años, lo que afectó, considerando que en tanto más una familia haga prosperar su solar sin ningún tipo de apoyo gubernamental, eleva su Autogestión-Autonomía.

Los indicadores de Integración estuvieron mejor representados, sin embargo, seis de las 31 familias encontraron dificultad para adaptarse ante el aumento de los precios de los insumos y ante la enfermedad o muerte de algún familiar. Las dos familias que no tuvieron animales de corral y no tuvieron actividad comercial sumándose a las nueve familias que no comercializaron cultivos ni animales restándoles Autosuficiencia (Figura 10).

**Figura 10.** Valor Promedio por Indicador de los Solares con Sustentabilidad Fuerte



Fuente: Elaboración propia

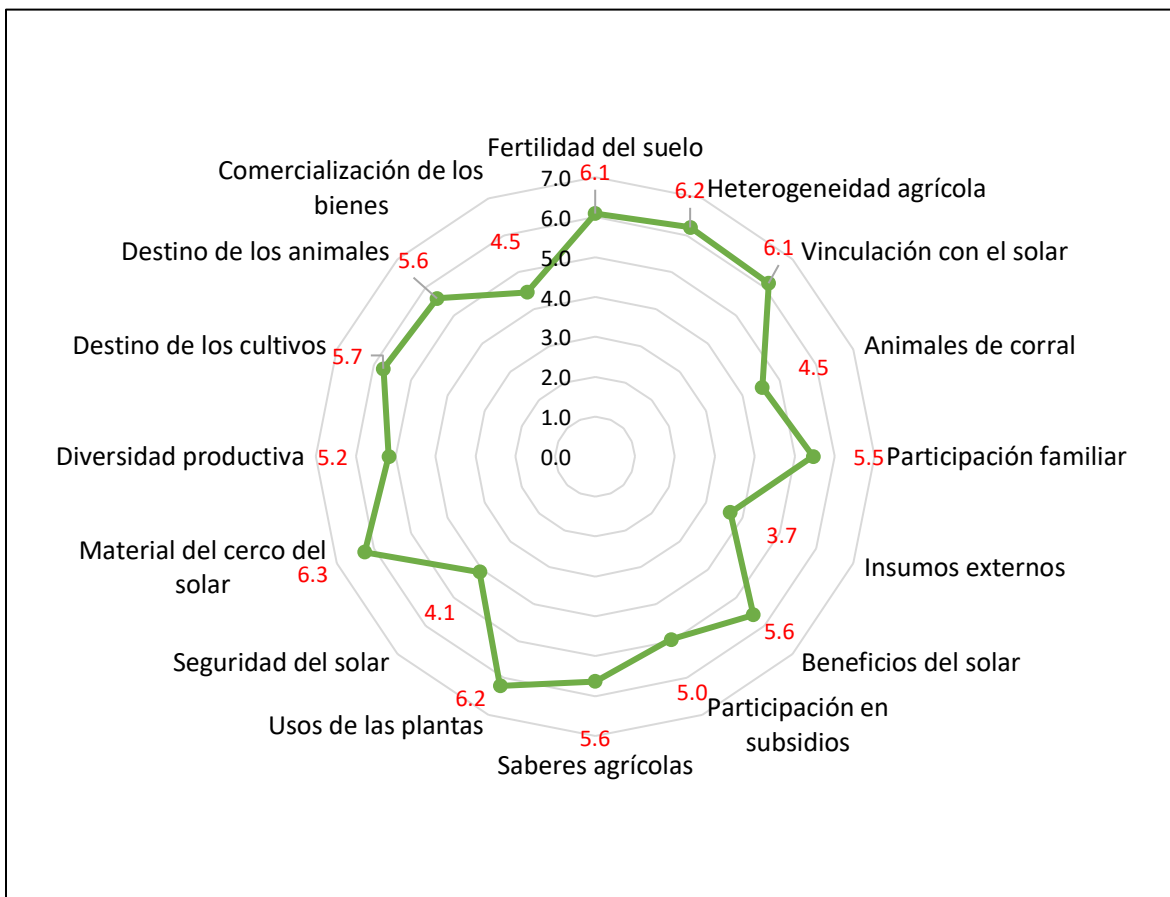
Los solares con sustentabilidad fuerte se caracterizan porque caminan hacia una reproducción de la vida más sustentable en el solar. Se observa que en estos solares se han mantenido, promovido y reproducido la fertilidad de suelo, su heterogeneidad agrícola y prácticas de vinculación con el solar, además, los saberes agrícolas están arraigados, existe un uso diverso de las plantas y cercos vivos para delimitar el solar.

#### **4.4.3 Solares con sustentabilidad súper fuerte**

Con respecto a la categoría V (Sustentabilidad súper fuerte) se encontraron 29 solares con un ISAT promedio de 85.8. Los indicadores mejor representados son los de Diversidad-Resiliencia, pero disminuyó debido a que 16 de las 29 familias solo tuvieron animales de corral criollos, lo cual es favorable, pero es deseable que también tengan animales de granja porque diversifica sus ingresos monetarios. La Autogestión-Autonomía tuvo números a la baja a causa de que seis familias sí participaron de un subsidio gubernamental.

La Integración se vio mermada porque solo una familia manifestó no tener dificultad para adaptarse al aumento de precios de insumos, ante la enfermedad o muerte de un familiar y ante los cambios del clima (generalmente lluvias torrenciales o fuertes vientos). Por último, la autosuficiencia fue afectada porque una familia no comercializa sus bienes de ninguna forma; ni vecinal, ni local o municipal (Figura 11).

**Figura 11.** Valor Promedio por Indicador de los Solares con Sustentabilidad Súper Fuerte



*Fuente:* Elaboración propia

Los solares con sustentabilidad súper fuerte se caracterizan porque se encuentran en estado excelente, con un impacto positivo en ambiente y sociedad. Son solares ideales para mantener, replicar, aumentar y preservar. Se observa que en estos solares los indicadores considerados se han mantenido estables.

## Conclusiones y recomendaciones

El aporte de esta investigación se aprecia en dos aspectos; en términos agroecológicos y etnobotánicos los solares nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla albergan una gran cantidad de especies vegetales y animales, mismas que las familias utilizan para diversos fines, entre los que destacan el uso ornamental, alimenticio y medicinal. Los bienes reproducidos en el solar satisfacen necesidades primordiales de la familia y los excedentes son comercializados, intercambiados o prestados en el nivel vecinal, local y municipal. Esto tiene una función cultural muy importante, pues estas prácticas consolidan redes sociales de reciprocidad entre las familias, las comunidades y los municipios vecinos.

Se encontró una gran diversidad biocultural como productiva, ya que además de las especies vegetales también cuidan de animales de corral como aves y cerdos criollos, de donde las familias obtienen proteínas, pero además les otorgan una relativa autonomía de las fluctuaciones del mercado económico.

Se logró visualizar la existencia de una cosmovisión nahua prevaeciente y estructurada mediante el complejo *Kosmos-Corpus-Praxis* que da sentido no solo al solar sino a una colectividad rural que mantiene una percepción sacralizada de los fenómenos naturales, los cuales rigen su actuar en la cotidianeidad de su realidad.

Se confirmó la existencia de los principios de la sustentabilidad en los solares nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla; se pudo corroborar que estos son puestos en práctica desde el seno familiar.

En términos generales, a diferencia de la afirmación en la hipótesis de que la sustentabilidad de los solares es súper fuerte, los resultados mostraron que, los solares mantienen

una sustentabilidad fuerte. A detalle, se logró definir que 31 solares tuvieron una sustentabilidad fuerte, lo que significa que, a su modo, treinta y una familias reconocen el valor no solo económico sino también ecológico y cultural de la naturaleza. Mientras que 29 solares tuvieron sustentabilidad súper fuerte, lo cual podría implicar que igual número de familias reconocen una pluralidad de valoraciones de la Naturaleza (ética, económica, ecológica, sociales, culturales, estéticas, religiosas) y un valor inherente e intrínseco que no depende de la utilidad o apropiación del ser humano.

La propuesta de evaluar la sustentabilidad de un agroecosistema tradicional como el solar nahua, con los principios Diversidad-Resiliencia, Autogestión-Autonomía, Integración y Autosuficiencia como ejes de análisis, supone una contribución metodológica a las ya existentes, en el sentido de que apuesta por indicadores que mejor representan la realidad rural de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla. Además, las variables fueron consideradas conforme a la percepción de las familias desde su práctica, lo cual confiere al ISAT una oportunidad para el debate tanto teórico como práctico. Esta propuesta de índice podrá ser utilizada en agroecosistemas tradicionales de pequeña escala con características similares para monitorear su sustentabilidad, así como para asistir en la toma de decisiones y promover su manejo agroecológico desde el seno familiar.

Los resultados de la investigación corresponden únicamente a un año de seguimiento; es la primera evaluación de la sustentabilidad de los solares nahuas que se realiza en Yaonáhuac, Puebla, por lo que falta mucho por conocer sobre dicho agroecosistema tradicional. Muchos esfuerzos se han realizado para diseñar y aplicar índices para la medición de la sustentabilidad de los agroecosistemas. Campesinos, investigadores académicos, extensionistas, tomadores de decisiones, formuladores de políticas públicas, entre otros, requieren información detallada y

confiable sobre las actividades agrícolas. El ISAT aplicado es una herramienta que puede proveer tal información para tomar mejores decisiones de manejo o para la introducción a la zona de estudio por los actores sociales mencionados.

Cuatro dimensiones de sustentabilidad (agroambiental, social, biocultural y económica), cuatro principios (diversidad-resiliencia, autogestión-autonomía, integración y autosuficiencia), 16 indicadores y 86 variables fueron consideradas. Esto sugiere que los tomadores de decisiones y formuladores de políticas públicas sobre el sector agrícola a nivel nacional, estatal, regional y local pueden usar el índice para diagnosticar la sustentabilidad de los agroecosistemas tradicionales. Además, pueden enfocar sus esfuerzos a promover el desuso de fertilizantes sintéticos y pesticidas, incentivar la tenencia de animales de corral y mejorar los canales de comercialización.

Integrar una dimensión biocultural a la sustentabilidad implica considerar el conocimiento y experiencia de los campesinos, ello genera confianza en sí mismos, sus prácticas agrícolas ancestrales son valoradas y un acercamiento entre la comunidad agrícola y la comunidad académica es forjado. El índice puede apoyar a los investigadores académicos en la comprensión del estado de la sustentabilidad de los solares en el área de estudio, pero si es aplicado a un área geográfica más amplia, puede conocerse la sustentabilidad de la región nororiental de Puebla.

Los datos mostrados en esta investigación representan una información inicial para monitorear y proponer transiciones agroecológicas en la región para reconfigurar los diferentes componentes del solar nahua como agroecosistema y sus interacciones, ello para lograr el escalamiento de la agroecología, con la participación y organización de los campesinos. El objetivo es preservar y mejorar el entorno social, cultural, biológico y económico.

Implementar dichas transiciones agroecológicas contribuiría en la conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad, la prevención y control de la contaminación, la gestión integral de los recursos hídricos y el combate al cambio climático.

Se recomienda profundizar en estudios para identificar los manantiales de los cuales las familias obtienen agua potable y verificar si su organización es a través de usos y costumbres (comités, faenas y actividades colectivas). Además de hacer análisis químicos del agua para verificar si hay contaminación por agroquímicos.

Se necesita profundizar en los conflictos ambientales que se están gestando en el municipio por la imposición de la minería y tres proyectos hidroeléctricos que se pretenden instalar en el río Apulco; estas dos imposiciones del modelo neoliberal indudablemente afectarían a los ecosistemas bosque mesófilo de montaña y de pino-encino donde se contiene el agroecosistema tradicional solar, así como a la población de toda la sierra nororiental de Puebla.

Se sugiere profundizar en estudios de los animales de corral, ya que los animales criollos tienen especial importancia por la conservación y preservación genética que su existencia implica. También, considerar animales domésticos (gatos y perros), ya que son importantes cuidadores y animales de compañía para las familias.

## REFERENCIAS

- Altieri, M. A. (2002). Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture Ecosystem & Environment*, 93, 1–24.  
<https://doi.org/10.3923/pjn.2006.387.397>
- Altieri, M. A., Funes-Monzote, F. R., & Petersen, P. (2012). Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: Contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0065-6>
- Altieri, M. A., & Koohafkan, P. (2008). *Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional Farming Communities*. Penang, Malaysia: Third World Network. Retrieved from [http://www.fao.org/nr/water/docs/enduring\\_farms.pdf](http://www.fao.org/nr/water/docs/enduring_farms.pdf)
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017a). Agroecology: a brief account of its origins and currents of thought in Latin America. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(3–4), 231–237. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1287147>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017b). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*, 140(1), 33–45.  
<https://doi.org/10.1007/s10584-013-0909-y>
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A., & Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 869–890. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>
- Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587–612. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>

- Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2000). *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable* (Primera Ed, Vol. 1). México, D. F.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.
- Anderson, C. R., Bruil, J., Chappell, M. J., Kiss, C., & Pimbert, M. P. (2019). From Transition to Domains of Transformation : Getting to Sustainable and Just Food Systems through Agroecology. *Sustainability*, *11*, 28.
- Astier, M., Pérez-Agis, E., Ortiz, T., & Mota, F. (2004). Sustentabilidad de sistemas campesinos de maíz después de cinco años : el segundo ciclo de evaluación MESMIS. *LEISA Revista de Agroecología*, *19*, 39–46.
- Astier, M., Speelman, E. N., López-Ridaura, S., Masera, O. R., & Gonzalez-Esquivel, C. E. (2011). Sustainability indicators, alternative strategies and trade-offs in peasant agroecosystems: Analysing 15 case studies from Latin America. *International Journal of Agricultural Sustainability*, *9*(3), 409–422. <https://doi.org/10.1080/14735903.2011.583481>
- Avilez-López, T., Van Der Wal, H., Aldasoro-Maya, E. M., & Rodríguez-Robles, U. (2020). Home gardens' agrobiodiversity and owners' knowledge of their ecological, economic and socio-cultural multifunctionality: A case study in the lowlands of Tabasco, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, *16*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00392-2>
- Barmashova, T. I., & Lazutkina, E. V. (2020). Bioethics as effective method for preserving biological diversity on Earth. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *548*(7). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/7/072050>
- Barrera-Bassols, N., Zinck, J. A., & Van Ranst, E. (2009). Participatory soil survey: Experience

in working with a Mesoamerican indigenous community. *Soil Use and Management*, 25(1), 43–56. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2008.00192.x>

Barrera-Bassols, Narciso, Alfred Zinck, J., & Van Ranst, E. (2006). Symbolism, knowledge and management of soil and land resources in indigenous communities: Ethnopedology at global, regional and local scales. *Catena*, 65(2), 118–137. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2005.11.001>

Barrera-Bassols, Narciso, & Toledo, V. M. (2005). Ethnoecology of the Yucatec Maya: Symbolism, knowledge and management of natural resources. *Journal of Latin American Geography*, 4(1), 9–41. <https://doi.org/10.1353/lag.2005.0021>

Bermeo, A., Couturier, S., & Galeana Pizaña, M. (2014). Conservation of traditional smallholder cultivation systems in indigenous territories: Mapping land availability for milpa cultivation in the Huasteca Poblana, Mexico. *Applied Geography*, 53, 299–310. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.06.003>

Boege, E. (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*. (G. Vidriales Chan, I. García Coll, M. Mondragón, A. Juan Rivas, M. P. Lozada, & F. Soto, Eds.) (Primera Ed). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia; Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.

Boege, E. (2015). Hacia una antropología ambiental para la apropiación social del patrimonio biocultural de los pueblos indígenas en América Latina. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 35, 101–120. <https://doi.org/10.5380/dma.v35i0.43906>

Boneta, A., Rufi-Salís, M., Ercilla-Montserrat, M., Gabarrell, X., & Rieradevall, J. (2019).

Agronomic and environmental assessment of a polyculture rooftop soilless urban home garden in a mediterranean city. *Frontiers in Plant Science*, 10(March), 1–11.

<https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00341>

Bonilla Aparicio, M. E., Salcido Ramos, B. A., Paredes Sánchez, J. A., Aguirre Álvarez, L., Méndez Cadena, M. E., & Hernández Rodríguez, M. de L. (2013). La diversidad hortícola para la seguridad alimentaria en municipios marginados del estado de Puebla. *Ra Ximhai*, 9(2), 151–163.

Bonisoli, L., Galdeano-Gómez, E., & Piedra-Muñoz, L. (2018). Deconstructing criteria and assessment tools to build agri-sustainability indicators and support farmers' decision-making process. *Journal of Cleaner Production*, 182, 1080–1094.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.055>

Candelaria-Martínez, B., Ruiz-Rosado, O., Pérez-Hernández, P., Gallardo-López, F., Vargas-Villamil, L., Marínez-Becerra, Á., & Flota-Bañuelos, C. (2014). Sustentabilidad de los agroecosistemas de la microcuenca Paso de Ovejas 1, Veracruz, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 11(73), 87–104. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.CDR11-73.sdam>

Chablé-Pascual, R., Palma-López, D. J., Vázquez-Navarrete, C. J., Ruiz-Rosado, O., Mariaca-Méndez, R., & Ascencio-Rivera, J. M. (2015). Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de la Chontalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(4), 23–39.

Chan, K. M. A., Balvanera, P., Benessaiah, K., Chapman, M., Díaz, S., Gómez-Baggethun, E., ... Turner, N. (2016). Why protect nature? Rethinking values and the environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(6), 1462–1465.

<https://doi.org/10.1073/pnas.1525002113>

Cinelli, M., Coles, S. R., & Kirwan, K. (2014). Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. *Ecological Indicators*, *46*, 138–148. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.06.011>

CONABIO. (2011). *La biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado* (Primera Ed). México.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Cooper, N., Brady, E., Steen, H., & Bryce, R. (2016). Aesthetic and spiritual values of ecosystems: Recognising the ontological and axiological plurality of cultural ecosystem ‘services.’ *Ecosystem Services*, *21*(December 2015), 218–229. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.07.014>

COTIC & CUPREDER. (2017). *Proyecto Apulco Xiucayucan. Caracterización y diagnóstico de usos de suelo en el municipio de Yaonáhuac, y propuesta para su regulación*. Yaonáhuac, Puebla, México.

Cubillos, L. F. (2007). La epistemología de las Ciencias Ambientales: reflexiones desde la “impertinencia” social. In O. Sáenz (Ed.), *Las Ciencias Ambientales: una nueva área del conocimiento* (Primera Ed, pp. 70–83). Bogotá, D.C. Colombia: Red Colombiana de Formación Ambiental.

Darnhofer, I., Fairweather, J., & Moller, H. (2010). Assessing a farm’s sustainability: Insights from resilience thinking. *International Journal of Agricultural Sustainability*, *8*(3), 186–198. <https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0480>

de Roest, K., Ferrari, P., & Knickel, K. (2018). Specialisation and economies of scale or

diversification and economies of scope? Assessing different agricultural development pathways. *Journal of Rural Studies*, 59, 222–231.

<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.04.013>

Delgado-Ramos, G. C. (2013). ¿Por qué es importante la ecología política? *Nueva Sociedad*, (244), 47–60. Retrieved from <http://nuso.org/articulo/por-que-es-importante-la-ecologia-politica/>

Delgado-Ramos, G. C. (2019). *Asentamientos urbanos sustentables y resilientes: retos y oportunidades para la transformación urbana en California y Baja California*. (Primera Ed). México: UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades.

Delgado-Ramos, G. C., Imaz Gispert, M., & Beristain Aguirre, A. (2015). Sustainability in the Twenty-first Century. *Interdisciplina*, 3(7), 22–34.

Douxchamps, S., Van Wijk, M. T., Silvestri, S., Moussa, A. S., Quiros, C., Ndour, N. Y. B., ... Rufino, M. C. (2016). Linking agricultural adaptation strategies, food security and vulnerability: evidence from West Africa. *Regional Environmental Change*, 16(5), 1305–1317. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0838-6>

Dumont, B., Puillet, L., Martin, G., Savietto, D., Aubin, J., Ingrand, S., ... Thomas, M. (2020). Incorporating Diversity into Animal Production Systems can Increase their Performance and Strengthen their Resilience. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4(July), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00109>

Dussel, E. (2006). *20 tesis de política* (Primera Ed). México: Siglo XXI: Centro de Cooperación Regional para la Educación de Adultos en América Latina y el Caribe.

- Espinoza, G., & Soto, N. (2020). La SEMARNAT y la normatividad ambiental. *Diálogos Ambientales*, (2), 84.
- Fagúndez, J., & Izco, J. (2016). Diversity patterns of plant place names reveal connections with environmental and social factors. *Applied Geography*, 74, 23–29.  
<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.06.012>
- FAO. (2010). *Horticultura urbana y periurbana. Con los microhuertos, la población urbana pobre produce lo que consume*. Roma, Italia.
- FAO. (2014). *Ciudades más verdes en América Latina y el Caribe. Un informe de la FAO sobre la agricultura urbana y periurbana en la región*. Retrieved from  
<http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/CMVALC/downloads.html%5Cnhttp://www.fao.org/3/a-i3696s.pdf>
- Fernandez, M., Goodall, K., Olson, M., & Méndez, V. E. (2013). Agroecology and alternative agri-food movements in the United States: Toward a sustainable agri-food system. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 37(1), 115–126.  
<https://doi.org/10.1080/10440046.2012.735633>
- Fish, R., Church, A., & Winter, M. (2016). Conceptualising cultural ecosystem services: A novel framework for research and critical engagement. *Ecosystem Services*, 21(November), 208–217. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.002>
- Flores, C. C., & Sarandón, S. J. (2004). Limitations of Neoclassical Economics for Evaluating Sustainability of Agricultural Systems : Comparing Organic and Conventional Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 24(2), 77–91. <https://doi.org/10.1300/J064v24n02>
- Gámez, A., Correa de la Garza, A., & Rodríguez López, G. (2017). La tierra en la cosmovisión y

- la ritualidad de los ngiguas de Puebla. In A. Gámez Espinoza & R. Ramírez Rodríguez (Eds.), *El maíz, la tierra y el agua en la cosmovisión popoloca. Etnografía, reflexiones y propuestas teórico metodológicas* (Primera Ed, pp. 235–277). Puebla, México.: Facultad de Filosofía y Letras BUAP, El Errante Editor.
- Gámez, A., & Ramírez, R. (2017). “El maíz esta vivo”. Cosmovisión y ritualidad indígena en el sureste de Puebla. In A. Gámez Espinosa & R. Ramírez Rodríguez (Eds.), *El maíz, la tierra y el agua en la cosmovisión popoloca. Etnografía, reflexiones y propuestas teórico metodológicas* (Primera Ed, pp. 117–169). Puebla, México: Facultad de Filosofía y Letras BUAP.
- García, L., Masera, O., & García-Barrios, R. (2008). Construcción y uso de modelos dinámicos sencillos para evaluar estrategias de manejo productivo de recursos bióticos. Una guía básica ilustrada. In M. Astier, O. Masera, & Y. Galván-Miyoshi (Eds.), *Evaluación de la sustentabilidad, un enfoque dinámico y multidimensional*. (Primera Ed, pp. 140–169). Valencia, España: SEAE, CIGA-UNAM, ECOSUR, CIECO-UNAM, UNAM.  
<https://doi.org/http://docplayer.es/14885206-Evaluacion-de-sustentabilidad-un-enfoque-dinamico-y-multidimensional.html>
- García, J. C., Gutiérrez-Cedillo, J. G., Balderas-Plata, M. Á., & Araújo-Santana, M. R. (2016). Estrategia de vida en el medio rural del Altiplano Central Mexicano: el huerto familiar. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(4), 621–641.
- García, J. (2000). *Etnobotánica maya: origen y evolución de los huertos familiares de la Península de Yucatán, México*. Universidad de Córdoba, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Instituto de Sociología y Estudios Campesinos.

García, R. (2006). *Sistemas Complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria* (Primera Ed). Barcelona, España: Gedisa.

<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Giraldo, O. F., & Rosset, P. M. (2018). Agroecology as a territory in dispute: between institutionality and social movements. *Journal of Peasant Studies*, 45(3), 545–564.

<https://doi.org/10.1080/03066150.2017.1353496>

Gómez-Pompa, A. (2001). Etnobotánica y conservación. *Revista de Geografía Agrícola*, (909).

González-Chang, M., Wratten, S. D., Shields, M. W., Costanza, R., Dainese, M., Gurr, G. M., ...

Zhou, W. (2020). Understanding the pathways from biodiversity to agro-ecological outcomes: A new, interactive approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 301(December 2019). <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107053>

González, F. (2007). Aportes para una caracterización de las Ciencias Ambientales. In O. Sáenz (Ed.), *Las Ciencias Ambientales: una nueva área del conocimiento* (Primera Ed, pp. 29–39). Bogotá, D.C. Colombia: Red Colombiana de Formación Ambiental.

González Ortiz, F., Pérez Magaña, A., Ocampo Fletes, I., Paredes Sánchez, J. A., & De la Rosa Peñaloza, P. (2013). Contribuciones de la producción en traspatio a los grupos domésticos campesinos. *Estudios Sociales*, 22(44), 146–170.

Groot, J. C. J., Cortez-Arriola, J., Rossing, W. A. H., Massiotti, R. D. A., & Tiftonell, P. (2016). Capturing agroecosystem vulnerability and resilience. *Sustainability (Switzerland)*, 8(11), 1–12. <https://doi.org/10.3390/su8111206>

Gudynas, E. (2011). Desarrollo y sustentabilidad ambiental: diversidad de posturas, tensiones persistentes. In A. Matarán Ruíz & F. López Castellano (Eds.), *La Tierra no es muda:*

- diálogos entre el desarrollo sostenible y el postdesarrollo* (pp. 69–96). Granada: Universidad de Granada.
- Gutiérrez Cedillo, J., White Olascoaga, L., Juan Pérez, J., & Chávez Mejía, C. (2015). Agroecosistemas de huertos familiares en el subtrópico del altiplano mexicano. Una visión sistémica. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18(3), 237–250.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Edic). México, D. F.: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hernández Ruíz, J., Juárez García, R. A., Hernández Ruíz, N., & Hernández Silva, N. (2013). Uso antropocéntrico de especies vegetales en los solares de San Pedro Ixtlahuaca, Oaxaca, México. *Ra Ximhai Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 9(1), 99–108.
- INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Yaonáhuac, Puebla. Puebla, México.
- INEGI. (2013). Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación Escala 1:250 000 Serie V Conjunto Nacional Aguascalientes. Retrieved from Available at <https://www.inegi.org.mx>
- INEGI. (2016). *Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2016*. México: Gobierno del Estado de Puebla, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (2017). *Anuario Estadístico y Geográfico de Puebla 2017*. Puebla, México: INEGI. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2009.03468.x>
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad - Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de*

- Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.* (C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, ... L. L. White, Eds.). Ginebra, Suiza: OMM, PNUMA.
- Jardón Barbolla, L. (2018). Agroecology as necessary knowledge to transform the mutual determination nature-society. *Interdisciplina*, 6(14), 29–49.
- Koohafkan, P., & Altieri, M. A. (2011). *Sistemas ingeniosos del patrimonio agrícola mundial: un legado para el futuro*. Roma, Italia: SIPAM, FAO.
- Kothari, A., Salleh, A., Escobar, A., Demaria, F., & Acosta, A. (2019). *Pluriverse. A Post-Development Dictionary*. *Pluriverse. A Post-Development Dictionary* (First Edit). New Delhi, India: Tulika Books, Authors Upfront.
- La Vía Campesina. (2010). Sustainable peasant and family farm can feed the World. *Via Campesina Views*, 16. Retrieved from <https://viacampesina.org/downloads/pdf/en/paper6-EN-FINAL.pdf>
- Leff, E. (2014). *La apuesta por la vida. Imaginación sociológica e imaginarios sociales en los territorios ambientales del sur*. (E. Leff, Ed.). Mexico, D.F.: VOZES EDITORA.
- Leff, E. (2017). Las relaciones de poder del conocimiento en el campo de la ecología política. *Ambiente & Sociedad*, XX(2), 229–262.
- López-González, J. L., Damián-Huato, M. Á., Álvarez-Gaxiola, F., Zuluaga-Sánchez, G. P., Parra-Inzunza, F., & Paredes-Sánchez, J. A. (2013). El traspasio de los productores de maíz en San Nicolas de los Ranchos, Puebla, México. *Ra Ximhai*, 9(2), 181–198.
- Lugo, L. J., & Rodríguez, L. H. (2018). El agroecosistema : ¿objeto de estudio de la agroecología o de la agronomía ecologizada ? Anotaciones para una tensión epistémica. *INTERdisciplina*,

6(14), 89–112. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2018.14.63382>

Lv, Y., Zhang, C., Ma, J., Yun, W., Gao, L., & Li, P. (2019). Sustainability assessment of smallholder farmland systems: Healthy farmland system assessment framework.

*Sustainability (Switzerland)*, 11(17). <https://doi.org/10.3390/su11174525>

Mariaca, R. (2012). *El huerto familiar del sureste de México*. (R. Mariaca Méndez, Ed.) (Primera Ed). México: Secretaria de Recursos Naturales y Protección Ambiental del estado de Tabasco y El Colegio de la Frontera Sur.

Marten, G. (1988). Productivity, Stability, Sustainability, Equitability and Autonomy as Properties for Agroecosystem Assessment. *Agricultural Systems*, 26, 291–316. Retrieved from <http://www.gerrymarten.com/publicatons/agroecosystem-Assessment.html>

Marten, G. G. (1990). Small-scale agriculture in Southeast Asia. In M. A. Altieri & S. B. Hecht (Eds.), *Agroecology and small farm development* (pp. 183–200). Boca Ratón, FL: CRC Press. [https://doi.org/10.1016/0308-521x\(92\)90090-b](https://doi.org/10.1016/0308-521x(92)90090-b)

Martínez, M. Á. (2001). Agroecosistemas de la Sierra Norte de Puebla: su delimitación espacial y temporal. In B. Rendón-Aguilar, S. Rebollar-Domínguez, J. Caballero-Nieto, & M. Á. Martínez-Alfaro (Eds.), *Plantas, cultura y sociedad. Estudios sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI* (Primera Ed, pp. 101–122). México, D. F.: UAM-Iztapalapa, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Martínez, M. A., Evangelista Oliva, V., Basurto Peña, F. A., & Mendoza Cruz, M. (2002). La etnobotánica y los recursos fitogenéticos : el caso de la Sierra Norte de Puebla. *Revista de Geografía Agrícola*, 79–88.

- Martínez Alier, J. (2019). La Enseñanza de las ciencias socioambientales. *Debate*, 8(22), 29–36.
- Martínez, M., Evangelista, V., Basurto, F., Mendoza, M., & Cruz-Rivas, A. (2007). Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 15–40.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7550/rmb.5311>
- Martínez, R. (2002). Agroecología: atributos de sustentabilidad. *Inter Sedes*, 3(5), 25–45.
- Medina Ramos, G., & Rivero Pastor, A. R. (2009). *Gramática de la lengua nahuatl*. (R. B. Díaz Barriga & A. R. Rivero Pastor, Eds.) (Primera Ed). Puebla, México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Unidad Regional Puebla de Culturas Populares, Editorial Puente.
- Moctezuma-Pérez, S. (2010). Una aproximación al estudio del sistema agrícola de huertos desde la antropología. *Ciencia y Sociedad*, XXXV(1), 47–69.
- Moguel, P. (2015). Los nahuats y el kuojtakiloyan: ejemplo vivo de resiliencia comunitaria. In V. Toledo (Ed.), *El Kuojtakiloyan: Patrimonio Biocultural Nahuatl de la Sierra Norte de Puebla, México* (Primera Ed, p. 304). Morelia, Michoacán, México: CONACYT, Red de Patrimonio Biocultural, UNAM.
- Monroy, R., Ponce Díaz, A., Colín Bahena, H., Monroy Ortiz, C., & García Flores, A. (2016). Los huertos familiares tradicionales, soporte de seguridad alimentaria en comunidades campesinas del estado de Morelos, México. *Ambiente y Sostenibilidad*, 6, 33–43.
- Moore Lappé, F. (2016). Farming for a Small Planet: Agroecology Now. *Development (Basingstoke)*, 59(3–4), 299–307. <https://doi.org/10.1057/s41301-017-0114-9>
- Muñoz-Rodríguez, M., Fernández-González, C., Aguilar-Gallegos, N., & González-Santiago, M. V. (2020). The primacy of politics in public food security policies: The case of home gardens. *Sustainability (Switzerland)*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/su12104316>

- Nicholls, C., Altieri, M., & Vazquez, L. (2016). Agroecology: Principles for the Conversion and Redesign of Farming Systems. *Journal of Ecosystem & Ecography*, (August), 1–18.  
[https://doi.org/10.1142/9781786343062\\_0001](https://doi.org/10.1142/9781786343062_0001)
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2018). Pathways for the amplification of agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(10), 1170–1193.  
<https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1499578>
- Oble, M. I., & Montoya J. N. (2018). Caracterización agroecológica de solares mayas, José María Morelos y una comunidad San Felipe I, Quintana Roo, México. *Inventum*, 13(24), 29–36. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum>
- ONU. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. (CEPAL, Ed.), CEPAL ((LC/G.2681). Santiago: CEPAL, ONU.
- Ortiz-Sánchez, A., Monroy-Ortiz, C., Romero-Manzanares, A., Luna-Cavazos, M., & Castillo-España, P. (2015). Multipurpose functions of home gardens for family subsistence. *Botanical Sciences*, 93(4), 791–806. <https://doi.org/10.17129/botsci.224>
- Palar, K., Lemus Hufstedler, E., Hernandez, K., Chang, A., Ferguson, L., Lozano, R., & Weiser, S. D. (2019). Nutrition and Health Improvements After Participation in an Urban Home Garden Program. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 51(9), 1037–1046.  
<https://doi.org/10.1016/j.jneb.2019.06.028>
- Peano, C., Tecco, N., Dansero, E., Girgenti, V., & Sottile, F. (2015). Evaluating the sustainability in complex agri-food systems: The SAEMETH framework. *Sustainability (Switzerland)*, 7(6), 6721–6741. <https://doi.org/10.3390/su7066721>

- Pérez-Orozco, A. (2014). *Subversión feminista de la economía. Aportes para un debate sobre el conflicto capital-vida* (Primera Ed). Madrid, España: Traficantes de Sueños.
- Pinedo-Álvarez, C., Chacón-Chumacero, K. O., Pinedo-Álvarez, A., Martínez-Salvador, M., Rentería-Villalobos, M., Santellano-Estrada, E., & Rodríguez-Piñeros, S. (2017). Using Social, Economic and Land-Use Indices to Build a Local Sustainability Index in a Mining Region of the Sierra Tarahumara, Mexico. *Resources*, 6(42), 15.  
<https://doi.org/10.3390/resources6030042>
- Quiroga, R. (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. *SERIES MANUALES*. Santiago de Chile: CEPAL, ONU.
- Ramírez, R., & Gámez, A. (2017). El maíz en la cosmovisión indígena del sur de Puebla. Reflexiones teórico-metodológicas y etnografía. In A. Gámez Espinosa & R. Ramírez Rodríguez (Eds.), *El maíz, la tierra y el agua en la cosmovisión popoloca. Etnografía, reflexiones y propuestas teórico metodológicas* (Primera Ed, pp. 27–116). Mexico: Facultad de Filosofía y Letras, BUAP, El Errante Editor.
- Rankoana, S. A. (2017). Subsistence Food Production Practices: An Approach to Food Security and Good Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/ijerph14101184>
- Reyna-Ramírez, C. A., Rodríguez-Sánchez, L. M., Vela-Correa, G., Etchevers-Barra, J., & Fuentes-Ponce, M. (2018). Redesign of the traditional Mesoamerican agroecosystem based on participative ecological intensification: Evaluation of the soil and efficiency of the system. *Agricultural Systems*, 165(July 2017), 177–186.  
<https://doi.org/10.1016/j.agry.2018.06.013>

- Rodríguez, J. R., & Ortiz Espejel, B. (2008). Etnoecología y desarrollo sustentable en dos comunidades Tseltales de los municipios Chilon y Sitalá, Chiapas. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 8(16), 50.
- Sabiha, N. E., Salim, R., Rahman, S., & Rola-Rubzen, M. F. (2016). Measuring environmental sustainability in agriculture: A composite environmental impact index approach. *Journal of Environmental Management*, 166, 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.10.003>
- Salcido, S., Gerritsen, P., & Moreno, A. (2016). Evaluación de la multifuncionalidad de sistemas de producción agrícola en el sur de Jalisco , México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 16(31), 17–45.
- Sánchez-Cadena, D. M. (2012). *Los medios de comunicación como herramientas para impulsar la efectividad de los huertos familiares con mujeres campesinas del PESA-Estatal en una comunidad de la Sierra Nororiental, Puebla*. Colegio de Postgraduados. Retrieved from [http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/256/Sanchez\\_Borja\\_M\\_D\\_C\\_Fitosanidad\\_2010.pdf?sequence=1](http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/256/Sanchez_Borja_M_D_C_Fitosanidad_2010.pdf?sequence=1)
- Schuschny, A., & Soto, H. (2009). *Guía metodológica. Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible*. Cepal. Santiago de Chile: Naciones Unidas. <https://doi.org/LC/W255>
- Secretaria General de la Comunidad Andina. (2011). *Agricultura familiar agroecológica campesina en la comunidad andina: una opción para mejorar la seguridad alimentaria y conservar la biodiversidad* (Primera Ed). Lima, Perú. Retrieved from [http://www.comunidadandina.org/Upload/2011610181827revista\\_agroecologia.pdf](http://www.comunidadandina.org/Upload/2011610181827revista_agroecologia.pdf)
- SEDESOL. (2015). Catálogo de localidades. Retrieved from INEGI. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades, Octubre 2015.

- SEDESOL. (2016). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2016*. Yaonáhuac, Puebla. Puebla, México. Retrieved from [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/51946/ZAP\\_Urbanas\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/51946/ZAP_Urbanas_2016.pdf)
- SEDESOL. (2018). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2018*. Subsecretaría de Planeación, Evaluación y Desarrollo Regional. Retrieved from [http://www.dof.gob.mx/SEDESOL/Chiapas\\_108.pdf](http://www.dof.gob.mx/SEDESOL/Chiapas_108.pdf)
- Segnon, A. C., Achigan-Dako, E. G., Gaoue, O. G., & Ahanchédé, A. (2015). Farmer's knowledge and perception of diversified farming systems in sub-humid and semi-arid areas in Benin. *Sustainability (Switzerland)*, 7(6), 6573–6592. <https://doi.org/10.3390/su7066573>
- Shmelev, S. E., & Rodríguez-Labajos, B. (2009). Dynamic multidimensional assessment of sustainability at the macro level: The case of Austria. *Ecological Economics*, 68(10), 2560–2573. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.03.019>
- Singh, R. K., Kumar, A., Singh, A., & Singhal, P. (2020). Evidence that cultural food practices of Adi women in Arunachal Pradesh, India, improve social-ecological resilience: insights for Sustainable Development Goals. *Ecological Processes*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13717-020-00232-x>
- Smyth, A., & Dumanski, J. (1994). *FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management*. Rome, Italy: Food and Agriculture of the United Nations (FAO).
- Speelman, E. N., López-Ridaura, S., Colomer, N. A., Astier, M., & Masera, O. R. (2007). Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: Lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. *International Journal of Sustainable*

*Development and World Ecology*, 14(4), 345–361.

<https://doi.org/10.1080/13504500709469735>

Šūmane, S., Kunda, I., Knickel, K., Strauss, A., Tisenkopfs, T., Rios, I. des I., ... Ashkenazy, A.

(2018). Local and farmers' knowledge matters! How integrating informal and formal knowledge enhances sustainable and resilient agriculture. *Journal of Rural Studies*, 59,

232–241. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.01.020>

Tittonell, P. (2020). Assessing resilience and adaptability in agroecological transitions.

*Agricultural Systems*, 184(August 2019), 102862.

<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102862>

Toledo, V. (2003). *Ecología, espiritualidad y conocimiento: de la sociedad del riesgo a la*

*sociedad sustentable* (Primera Ed). México, D. F.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina regional para América Latina y el caribe, Universidad Iberoamericana.

Toledo, V. (2015). ¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta

ecológico política. *INTERdisciplina*, 7, 35–55. Retrieved from [vtoledo@cieco.unam.mx](mailto:vtoledo@cieco.unam.mx)

Toledo, V., Alarcón-Chaires, P., & Barón, L. (2002). *La modernización rural de México: un*

*análisis socioecológico*. (V. Toledo, Ed.) (Primera Ed). México: SEMARNAT, INE-SEMARNAT, UNAM. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Toledo, V., & Barrera Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de*

*las sabidurías tradicionales* (Primera Ed). Barcelona, España.: Junta de Andalucía,

Consejería de Agricultura y Pesca, Icaria Editorial Perspectivas Agroecológicas. Retrieved from <https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/memoria->

biocultural.pdf%5Cnhttp://www.unich.edu.mx/wp-content/uploads/2013/09/Art.-Notas-a-la-Memoria-Biocultural-de-Victor-Toledo.pdf

- Toledo, V. M. (2013). Indigenous Peoples and Biodiversity. *Encyclopedia of Biodiversity: Second Edition*, 4(1987), 269–278. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00299-9>
- Toledo, V. M., Alarcón-Chaires, P., & Barón, L. (1999). Estudiar lo rural desde una perspectiva interdisciplinaria: una aproximación al caso de México. *Estudios Agrarios*, 55–90. Retrieved from [http://www.pa.gob.mx/publica/cd\\_estudios/Paginas/autores/toledo\\_victor\\_m\\_estudiar\\_lo\\_rural\\_desde\\_una\\_persp.pdf](http://www.pa.gob.mx/publica/cd_estudios/Paginas/autores/toledo_victor_m_estudiar_lo_rural_desde_una_persp.pdf)
- Toledo, V. M., & Barrera-Bassols, N. (2017). Political agroecology in Mexico: A path toward sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 9(2), 1–13. <https://doi.org/10.3390/su9020268>
- Toledo, V. M., Boege, E., & Barrera-Bassols, N. (2010). The biocultural heritage of México: an overview. *Langscape*, II(6), 8–14.
- Toledo, V. M., & Moguel, P. (2012). Coffee and sustainability: the multiple values of traditional shaded coffee. *Journal of Sustainable Agriculture*, 36(3), 353–377. <https://doi.org/10.1080/10440046.2011.583719>
- Toledo, V. M., Ortiz-Espejel, B., Cortés, L., Moguel, P., & Ordoñez, M. de J. (2003). The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptive management. *Conservation Ecology*, 7(3). <https://doi.org/10.5751/es-00524-070309>
- Toledo, V., & Ortiz-Espejel, B. (2014). *México, regiones que caminan hacia la sustentabilidad* (Primera Ed). Puebla, México: Universidad Iberoamericana Puebla, CONACYT, COLMAD.
- Toro Jaramillo, I. D., & Parra Ramírez, R. D. (2010). *Fundamentos epistemológicos de la*

*investigación y la metodología de investigación. Cualitativa / Cuantitativa* (Primera Ed).

Medellín, Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT.

Tremblay, R., Landry-Cuerrier, M., & Humphries, M. M. (2020). Culture and the social-ecology of local food use by indigenous communities in northern North America. *Ecology and Society*, 25(2), 1–26. <https://doi.org/10.5751/ES-11542-250208>

van Asselt, E. D., van Bussel, L. G. J., van der Voet, H., van der Heijden, G. W. A. M., Tromp, S. O., Rijgersberg, H., ... van der Fels-Klerx, H. J. (2014). A protocol for evaluating the sustainability of agri-food production systems - A case study on potato production in peri-urban agriculture in the Netherlands. *Ecological Indicators*, 43, 315–321.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.027>

van der Wal, H., Huerta-Lwanga, E., & Torres-Dosal, A. (2011). *Huertos familiares en Tabasco: Elementos para una política integral en materia de ambiente, biodiversidad, alimentación, salud, producción y economía*. Villahermosa, Tabasco, México: Secretaria de Recursos Naturales y Protección Ambiental, Gobierno del Estado de Tabasco y el Colegio de la Frontera Sur.

Vidal, O., & Brusca, R. C. (2020). Mexico's biocultural diversity in peril. *Revista de Biología Tropical*, 68(2), 669–691.

Vilamijó, D., Gispert, M., Vales, M., González, A., & Rodríguez, H. (2011). Los huertos familiares como reservorios de recursos fitogenéticos arbóreos y de patrimonio cultural en Rayón, México y el Volcán , Cuba. *Etnobiología*, 9, 15.

Xavier, A., Costa freitas, M. de B., Fragoso, R., & Rosário, M. do S. (2018). A regional composite indicator for analysing agricultural sustainability in Portugal : A goal

programming approach. *Ecological Indicators*, 89, 84–100.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.01.048>

Zhang, Y., Yang, L., Li, M.-X., Guo, Y.-J., Li, S., & Wang, Y.-H. (2020). The Best Choices: the Diversity and Functions of the Plants in the Home Gardens of the Tsang-la (Motuo Menba) Communities in Yarlung Tsangpo Grand Canyon, Southwest China. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 1–15. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-20641/v1>

## ANEXOS

## Anexo 1. Cuestionario para la observación directa en salida de campo.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE PUEBLA



INSTITUTO DE CIENCIAS

Posgrado en Ciencias Ambientales

**Estudio: Evaluación de Sustentabilidad del Solar Nahua de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla Mediante la Construcción de un Índice**

**Municipio:** Yaonáhuac, Puebla.

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Técnica de investigación:** Observación Directa

**Objetivo:** Hacer un recorrido observatorio para reconocer las generalidades del solar por medio de la obtención de datos para diferentes variables.

**GENERALIDADES DEL HUERTO**

- |  |   |  |
|--|---|--|
| 1. Tamaño aproximado del huerto.<br>(        ) m   | 2. Personas que se observan alrededor del huerto.<br>Niños (        )<br>Adolescentes (        )<br>Adultos (        )<br>Adultos mayores (        )  | 3. Herramientas de trabajo en el huerto.<br>Pala (        )<br>Azadón (        )<br>Pico (        )<br>Carretilla (        )<br>Otros (        )   |
| 4. Ubicación del huerto en la casa habitación.<br>Atrás (        )<br>Adelante (        )<br>A los lados (        )<br>Otros (        )  | 5. Techumbre del huerto, en caso de tenerlo.<br>Plástico (        )<br>Láminas (        )<br>Tela (        )<br>Otros (        )  | 6. Límites o linderos del huerto<br>Árboles (        )<br>Arbustos (        )<br>Corrales (        )<br>Alambre (        )<br>Otros (        )   |
| 7. Diversidad de cultivos<br>Hortalizas (        )<br>Frutales (        )<br>Condimentales (        )<br>Medicinales (        )<br>Ornamentales (        )<br>Otros (        ) | 8. Diversidad de animales<br>Gallinas (        )<br>Cerdos (        )<br>Conejos (        )<br>Guajolotes (        )<br>Gallos (        )<br>Otros (        )   | 9. Educación y sensibilización ambiental sobre la importancia de tener un huerto en casa.<br>Cursos (        )<br>Talleres (        )<br>Pláticas vecinales (        )<br>Otros (        ) |
| 10. Tiendas de insumo (semillas, fertilizantes, nutrientes, plaguicidas, medicamentos, vacunas y otros).<br>Locales (        )<br>Foráneas (        )                          | 11. Saberes y costumbres vinculados al cultivo.<br>Recolección de semillas (        )<br>Recetas alimenticias (        )<br>Recetas medicinales (        )<br>Conmemoraciones religiosas (        )<br>Otros (        ) | 12. Conservación del patrimonio natural y cultural.<br>Uso de las variedades vegetales (        )<br>Uso de variedades animales (        )   |

## Anexo 2. Entrevista a profundidad realizada a 62 familias de Yaonáhuac,

Puebla



# BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA



## INSTITUTO DE CIENCIAS

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla a través del Instituto de Ciencias ha iniciado un estudio denominado: **Evaluación de Sustentabilidad del Solar Nahua de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla Mediante la Construcción de un Índice**. Por tal motivo y con el propósito de contar con su valiosa opinión al respecto, le solicitamos nos proporcione la información que se pide en este cuestionario.

La información que usted nos brinde se manejará con absoluta discreción y será únicamente empleada para propósitos de este trabajo académico.

Entrevistador: \_\_\_\_\_

Número de entrevista: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

### Datos generales para caracterización

Municipio: Yaonáhuac, Puebla

Comunidad: \_\_\_\_\_

¿Cuántos años lleva viviendo en su comunidad? \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

Escolaridad alcanzada

Seis años \_\_\_\_\_

Nueve años \_\_\_\_\_

Doce años \_\_\_\_\_

Más de doce años \_\_\_\_\_

¿Además del español, habla otro idioma? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

Estado civil:

Soltero \_\_\_\_\_

Casado \_\_\_\_\_

Divorciado \_\_\_\_\_

Viudo \_\_\_\_\_

### Información sobre Autogestión-Autonomía

1. ¿Cuántas personas integran la familia?
2. ¿Cuántos hombres adultos trabajan en el huerto o solar?
3. ¿Cuántas mujeres adultas trabajan en el huerto o solar?
4. ¿Su mamá o su abuelita también tenían o tienen un solar en su casa?
5. ¿Cuántos niños apoyan en el manejo del solar?
6. ¿Cuál es su edad?
7. ¿Cuántas niñas apoyan en el manejo del solar?
8. ¿Cuál es su edad?
9. ¿Considera usted importante que los niños y las niñas aprendan a manejar un solar y a reconocer las plantas?
10. ¿Para sembrar en su huerto, compra las semillas?
11. ¿Compra árboles frutales?
12. ¿Compra los animales de corral?
13. ¿Compra abono (orgánico o químico) para fertilizar el suelo de su solar?
14. ¿Compra las medicinas para curar las enfermedades de los animales de corral?
15. ¿Compra vitaminas para los animales de corral?
16. ¿Compra antiparasitarios para sus animales de corral?
17. ¿Compra vacunas para sus animales de corral?
18. ¿Compra plaguicidas para aplicar en el suelo del huerto?
19. ¿Compra herbicidas para aplicar en el huerto?
20. ¿Considera usted que las frutas y verduras u hortalizas obtenidas contribuyen a la preparación de alimentos nutritivos para la familia?
21. ¿Cómo considera usted la calidad de los productos obtenidos de su huerto?
22. ¿Considera usted que su salud mejora al consumir productos del huerto?
23. ¿Considera usted que su economía familiar mejora y se fortalece con la venta de la cosecha del huerto?
24. ¿Considera usted que su salud mejora o se mantiene estable al usar plantas medicinales del huerto?
25. ¿Considera usted que tiene asegurada la alimentación de su familia al manejar un huerto?
26. ¿Considera usted que la participación familiar en el huerto le ayuda a mejorar la relación con sus hijos y su pareja?
27. ¿Considera usted que al atender su huerto se siente relajado o considera que le sirve como distracción?
28. ¿Considera que es importante que sus hijos aprendan sobre el manejo del huerto?
29. ¿Se siente orgulloso o identificado con su comunidad al cultivar su huerto?
30. ¿Algún miembro de la familia ha participado o participa en algún proyecto, plan, programa relacionado con huertos familiares?

### **Información sobre Integración**

31. ¿En el día a día se siente usted parte de la naturaleza?
32. ¿Qué características tienen la tierra fría y la tierra caliente en Yaonáhauc, Puebla?
33. ¿Cómo sabe usted si la tierra es buena para sembrar?
34. ¿Observa usted la luna para fijar el inicio de la siembra, la cosecha, la poda o corte de árboles?
35. ¿Qué fases de la luna son consideradas?
36. ¿Conoce los tipos de nubes, vientos, los periodos de lluvia, ciclones, granizo o heladas que afectan a sus cultivos?
37. ¿En qué temporada del año, la lluvia afecta más a los cultivos?
38. ¿Qué cultivos o plantas son más afectados por la lluvia?
39. ¿Cómo selecciona las semillas para la siembra en el huerto?
40. ¿Cómo nombra usted el paisaje, los cerros, los huertos en náhuatl?
41. ¿Qué es la canícula?
42. ¿Cómo afecta la canícula a sus cultivos?
43. ¿Sabe usted algo sobre agricultura orgánica y/o sustentable?
44. ¿Qué uso da a las plantas del huerto?
45. ¿Qué uso da a los animales del huerto?
46. ¿Han aumentado los precios de los fertilizantes químicos, plaguicidas, herbicidas, desparasitantes, vitaminas, vacunas, semillas, animales de corral, árboles frutales que utiliza para su huerto/solar?
47. ¿Últimamente ha dejado de trabajar su huerto por alguna enfermedad o problema familiar?
48. ¿Hay plantas que usted haya traído del monte?
49. ¿Hay plantas que le hayan traído de otro lugar?
50. ¿Ha tenido alguna dificultad para proveer semillas al huerto?

### **Información sobre Autosuficiencia**

51. ¿Cuántos cultivos posee en su huerto o solar?
52. ¿En qué temporada del año hay mayor cantidad de cultivos en el huerto/solar?
53. En orden de importancia, mencione qué tipo de cultivos le generan mayor ingreso a la familia. (1 es más importantes, 6 es menos importante).
54. ¿Qué plantas siempre han estado en su huerto/solar?
55. ¿Para qué las usa?
56. ¿Por qué las siembra?
57. ¿Qué animales de corral siempre tiene en su casa?
58. ¿Para qué lo usa?
59. ¿Por qué los tiene?
60. ¿Por qué tiene cultivos intercalados?
61. ¿De qué le sirven?

62. ¿Cuál es el destino de los cultivos del huerto o solar?
63. ¿Cuál es el destino de los animales de corral que tiene usted en el huerto o solar?
64. ¿En qué temporada del año hay mayor venta de productos obtenidos del huerto?
65. ¿Hace intercambio de plantas o animales de corral con sus vecinos?
66. ¿El intercambio es inmediato o a largo plazo?
67. ¿Considera usted que con el intercambio de plantas o animales de corral entre sus vecinos se genera un apoyo mutuo?
68. ¿Considera usted que con el intercambio de plantas o animales de corral entre sus vecinos se generan lazos de amistad?
69. ¿Al momento del intercambio entre vecinos también intercambia algunos saberes como recetas de medicina tradicional o de cocina?
70. ¿Dónde comercializa las cosechas o animales de corral obtenidas del huerto?
71. ¿Cuántas plazas (tianguis) visita para vender las plantas, cosechas o animales de corral del huerto, en un mes?
72. ¿A qué plazas o tianguis va usted?
73. ¿Cuántos mercados visita usted para vender sus plantas, cosechas productos o animales de corral del huerto, en un mes?
74. ¿A qué mercados va usted?
75. ¿Cuántas ferias visita usted para vender sus plantas, cosechas, productos o animales de corral del huerto en un mes?
76. ¿A qué ferias va usted? (Para conocer movilidad en la región y el impacto del producto en diversos espacios geográficos en los consumidores).

### Anexo 3. Ficha de observación de campo en compañía del propietario (a) del solar



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA DE PUEBLA**



**INSTITUTO DE CIENCIAS**

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla a través del Instituto de Ciencias ha iniciado un estudio denominado: **Evaluación de Sustentabilidad del Solar Nahua de la Zona Alta de Yaonáhuac, Puebla Mediante la Construcción de un Índice**. Por tal motivo y con el propósito de contar con su valiosa opinión al respecto, le solicitamos nos proporcione la información que se pide en este cuestionario.

La información que usted nos brinde se manejará con absoluta discreción y será únicamente empleada para propósitos de este trabajo académico.

Entrevistador: \_\_\_\_\_

Número de cuestionario: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**Nombre del entrevistado:** \_\_\_\_\_

**Edad:** \_\_\_\_\_

**Municipio:** Yaonáhuac, Puebla. **Comunidad:** \_\_\_\_\_

### Ficha de observación de campo en compañía del campesino propietario del solar

#### Información sobre Diversidad-Resiliencia

Recorridos para identificar los cultivos que posee el solar, que pueden ser hortalizas, plantas aromáticas/condimentales, ornamentales, medicinales, árboles frutales y parcelas de maíz, haba, frijol, chícharo (milpa).

1. Hortalizas/verduras
2. Plantas aromáticas/condimentales
3. Plantas culinarias
4. Plantas ornamentales
5. Plantas medicinales
6. Árboles frutales
7. Milpa (maíz, frijol, tzilacayota, chile de cera)

Recorridos en los huertos para identificar el tipo de materiales que emplean las familias para la delimitación del huerto o solar, que puede ser de alambre o malla, corral de caña, cerco vivo y corral de caña (combinado) y cerco vivo.

8. Cerco vivo
9. Corral de caña
10. Alambre o malla
11. Cerco vivo y corral de caña
12. Cerco vivo y alambre o malla

Recorridos por los huertos para identificar las propiedades visibles y determinar la fertilidad en el suelo; raíces expuestas en el suelo del huerto, lombrices u otros organismos en el suelo del huerto, el suelo del huerto es poroso o compacto, rocas en el suelo del huerto.

13. Raíces expuestas
14. Lombrices u otros organismos
15. Suelo poroso o compacto
16. Rocas en el suelo

Recorridos en los cultivos para reconocer plantas y animales criollos y de granja.

17. Plantas criollas
18. Animales criollos

Recorridos en los huertos buscando existencia de cubierta vegetal en el suelo, presencia y evidencia de árboles en el contorno del huerto y entre el huerto, presencia o evidencia de cultivos de cobertura, rotación de cultivos e incorporación de MO.

19. ¿Utiliza fertilizantes químicos, plaguicidas o herbicidas en su huerto/solar?
20. ¿Cómo prepara la tierra para sembrar en el huerto?
21. Cubierta vegetal
22. Árboles en el contorno del huerto
23. Cultivos de cobertura
24. Rotación de cultivos
25. Incorporación de materia orgánica al suelo del huerto
26. Intercultivos basados en leguminosas

**Anexo 4. Inventario de especies vegetales útiles registradas en los solares nahuas de la zona alta de Yaonáhuac, Puebla**

O=Ornamental, A=Alimenticio, M=Medicinal, Cv=Cerco vivo o Lindero, C=Combustible, Rr=Ritual-religioso, F=Forrajero, \*Hongo comestible del maíz, \*\*Especies sin identificar, I=Introducida, N=Nativa, E=Endémica, S/D=sin datos, Ab=Arbustiva, Ar=Arbórea, H=Herbácea, T=Trepadora, R=Rastrera

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
Acanthaceae	<i>Pachystachys lutea</i>	Camarón amarillo	O	I	Ab
	<i>Justicia brandegeana</i>	Camarón rojo	O	N	Ab
	<i>Justicia spicigera</i>	Hierba azul	M	N	H
	<i>Thunbergia alata</i>	Ojo de poeta	O	I	T
	<i>Hypoestes phyllostacya</i>	Salpicada morada	O	I	Ab
Alstroemeriaceae	<i>Alstroemeria aurea</i>	Astromelia	O	I	H
Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i>	Betabel o acelga	A	I	H
	<i>Dysphania ambrosioides</i>	Epazote	A, M	N	H
	<i>Dysphania graveolens</i>	Epazote zorrillo	A, M	N	H
	<i>Spinacia oleracea</i>	Espinaca	A	I	H
	<i>Celosia argétea</i>	Mano de león	O, Rr	I	H
	<i>Chenopodium álbum</i>	Quelite cenizo ( <i>Nexahukilit</i> )	A	I	H
	<i>Chenopodium giganteum</i>	Quelite cenizo morado	A	I	H
	<i>Amaranthus hybridus</i>	Kiltonil	A	N	Ab
	<i>Iresine difusa</i>	Sangre de cristo/Purpura	O	I	Ab
	<i>Gomphrena globosa</i>	Sempiterna purpura	O	I	Ab
Amaryllidaceae	<i>Agapanthus africanus</i>	Agapando	O, Cv	I	H
	<i>Amaryllis belladona</i>	Flor de agosto	O, Rr	I	H

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
	<i>Crinum moorei</i>	Flor de lindero	O, Rr	I	H
	<i>Hippeastrum puniceum</i>	Lirio rojo	O, Rr	I	H
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya ( <i>Matzapot</i> )	A	I	Ar
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i>	Hinojo	A, M	I	H
	<i>Coriandrum sativum</i>	Cilantro	A	I	H
	<i>Petroselinum crispum</i>	Perejil	A	I	H
	<i>Daucus carota</i>	Zanahoria	A	I	H
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Adelfa	O	I	Ab
	<i>Ceropegia linearis</i>	Collar de corazones	O	I	T
	<i>Vinca major</i>	Siempreverde	O, Cv	I	H
Araceae	<i>Zantedeschia elliottiana</i>	Alcatraz amarillo	O	I	H
	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Alcatraz blanco	O, Rr	I	H
	<i>Monstera deliciosa</i>	Costilla de vaca	O	N	T
	<i>Spathiphyllum wallisii</i>	Cuna de moises	O	I	H
	<i>Xanthosoma robustum</i>	Mafafa ( <i>Kekexkilit</i> )	O, Cv	N	Ab
	<i>Colocasia esculenta</i>	Oreja de elefante	O, Cv	I	H
	<i>Epipremnum aureum</i>	Teléfono	O	I	T
Araliaceae	<i>Schefflera arboricola</i>	Aralia	O	I	Ab
	<i>Hedera hélix</i>	Hiedra	O, Cv	I	T
Arecaceae	<i>Chamaedorea klotzschiana</i>	Tepejilote ( <i>Tepexilot</i> )	O, M, Rr,	E	Ab
Asparagaceae	<i>Cordyline fruticosa</i>	Banderilla	O	I	Ab
	<i>Dasyllirion acrotrichum</i>	Cucharilla arribeña	O, M, Rr	N	Ab
	<i>Asparagus setaceus</i>	Esparrago	O	I	T

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
	<i>Yucca gigantea</i>	Ihzote ( <i>Ihzot</i> )	A, Cv	E	Ar
	<i>Chlorophytum comosum</i>	Mala madre	O, Cv	I	H
	<i>Beaucarnia pliabilis</i>	Pata de elefante	O	E	Ab
Asphodelaceae	<i>Hemerocallis fulva</i>	Lirio anaranjado	O	I	H
	<i>Aloe vera</i>	Sábila hembra	O, M	I	Ab
	<i>Aloe arborescens</i>	Sábila macho	O	I	Ab
Asteraceae	<i>Tithonia tubaeformis</i>	<i>Acahual</i>	F	N	H
	<i>Tagetes filifolia</i>	Anís	M	N	H
	<i>Heterotheca inuloides</i>	Árnica ( <i>Kuauteteco</i> )	M	N	H
	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	<i>Azomiate</i>	M	N	Ab
	<i>Chrysanthemum morifolium</i>	Campechanas	O	I	Ab
	<i>Tagetes erecta</i>	<i>Sempualxochit</i>	O, M, Rr	N	H
	<i>Montanoa tomentosa</i>	<i>Sihuapat</i>	M	N	Ab
	<i>Dahlia pinnata</i>	Dalia ( <i>Xikaxochit</i> )	O	N	H
	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	F	I	H
	<i>Baccharis conferta</i>	Escoba de monte	Cv, M, O, Rr	N	Ar
	<i>Tagetes tenuifolia</i>	Flor de muerto ( <i>Nakastapalxochit</i> )	O, M, Rr	N	Ab
	<i>Gazania rigens</i>	Gazania	O	I	H
	<i>Helianthus annuus</i>	Girasol	O	N	H
	<i>Artemisa absinthium</i>	Hierba maestra/Ajenjo	M	I	H
	<i>Verbesina persicifolia</i>	Huichín	M	N	Ar
	<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga	A	I	H
	<i>Matricaria chamomilla</i>	Manzanilla	M	I	H

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Margarita	O	I	H
	<i>Argyranthemum frutescens</i>	Margarita morada	O	I	H
	<i>Calendula officinalis</i>	Mercadela	O, M	I	H
	<i>Dahlia imperialis</i>	Mirasol	O	N	H
	<i>Bidens pilosa</i>	Mozote ( <i>Mosotxihuit</i> )	M, F	N	H
	<i>Bidens odorata</i>	Mozote arribeño	M	N	H
	<i>Achillea millefolium</i>	Plumajillo ( <i>Talkehketzal</i> )	M	I	H
	<i>Tanacetum phartenium</i>	Santa María	M	I	H
	<i>Calea urticifolia</i>	<i>Zacatechichi</i>	M	N	Ab
Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i>	Belén	O	I	H
	<i>Impatiens sodenii</i>	China rosa/No me toques	O	I	Ab
	<i>Impatiens hawkeri</i>	Gachupina	O	I	H
Begoniaceae	<i>Begonia incarnata</i>	Alas de ángel	O	N	H
	<i>Begonia cucullata</i>	Flor de cera/Begonia	O	I	H
	<i>Begonia semperflorens-cultorum</i>	Quinceañera	O	S/D	H
	<i>Begonia x tuberhybrida</i>	Tuberosas	O	I	H
	<i>Begonia barkeri</i>	<i>Xokoyolli</i>	A	N	H
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Ilite</i>	Cv, C	N	Ar
Bignoniaceae	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	Cv, O	I	Ar
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i>	Borraja	M	I	H
Brassicaceae	<i>Matthiola incana</i>	Alhelí morada	M	I	H
	<i>Nasturtium officinale</i>	Berros	A	I	H
	<i>Brassica oleracea</i>	Col, coliflor o brócoli	A	I	H

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
	<i>Lepidium virginicum</i>	Lentejilla	M	N	H
	<i>Brassica nigra</i>	Mostaza	F	I	H
	<i>Raphanus sativus</i>	Rábano	A	I	H
Bromeliaceae	<i>Aechmea fasciata</i>	Bromelia	O	I	H
Buxaceae	<i>Buxus sempervirens</i>	Arrayan	Cv	I	Ab
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Nopal	A	N	Ab
	<i>Opuntia lasiacantha</i>	Nopal de cerro	Cv	N	Ab
	<i>Opuntia robusta</i>	Nopal tapón	Cv	N	Ab
	<i>Opuntia microdasys</i>	Nopalitos (Ala de ángel)	O	N	H
	<i>Disocactus ackermanni</i>	Teresita ( <i>Nopalxochiketzaltik</i> )	O	E	H
	<i>Schlumbergera truncata</i>	Teresita de Noel	O	I	H
Campanulaceae	<i>Lobelia homochilus laxiflora</i>	Cerillitos	O	N	H
Cannabaceae	<i>Cannabis sativa</i>	Marihuana	M	I	H
Cannaceae	<i>Canna indica</i>	Pahpata	A, O, Cv	N	Ab
Caprifoliaceae	<i>Lonicera japónica</i>	Madreselva	O	I	T
Caryophyllaceae	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Clavel	O	I	H
	<i>Dianthus deltoides</i>	Clavelina	O, M	I	H
Commelinaceae	<i>Tradescantia pallida</i>	Hierba del pollo	F	N	H
	<i>Tinantia erecta</i>	Matalín de mata ( <i>Ahuakilit</i> )	A, F	N	H
	<i>Tradescantia zebrina</i>	Matalín morado	M	N	H
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>	Camote	A	N	T
	<i>Ipomoea purpurea</i>	Quiebraplatos ( <i>Koaxihuit</i> )	O	N	T
	<i>Cuscuta americana</i>	Zacastapal ( <i>Zakapaxtle</i> )	M	N	H

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
Crassulaceae	<i>Crassula ovata</i>	Árbol de la abundancia	O	I	Ab
	<i>Sedum palmeri</i>	Chisme cenizo	O	N	H
	<i>Sedum x luteoviride</i>	Chisme verde	O	S/D	H
	<i>Sedum morganium</i>	Cola de borrego	O	N	H
	<i>Sedum burrito</i>	Cola de burro	O	N	H
	<i>Echeveria secunda</i>	Conchita	O	N	H
	<i>Sedum pachyphyllum</i>	Dedos de dios	O, M	E	H
	<i>Sedum x rubrotinctum</i>	Dedos de niño	O, M	N	H
	<i>Kalanchoe daigremontiana</i>	Kalanchoe	O, M	I	Ab
	<i>Graptopetalum paraguayense</i>	Madreperla	O	N	H
	<i>Echeveria gibbiflora</i>	Oreja de burro	O	N	H
	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	Oreja de ratón	O	I	H
	<i>Echeveria elegans</i>	Rosa verde	O, M	E	H
	<i>Sedum dendroideum</i>	Siempre viva	O, M	N	Ab
	<i>Sedum praealtum</i>	<i>Tetzmit</i>	O, M	E	Ab
	<i>Sempervivum calcareum</i>	Uña de señorita	O	I	H
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita argyrosperma</i>	Calabacita de bola	A	N	T
	<i>Cucurbita pepo</i>	Calabacitas	A	N	T
	<i>Cucurbita moschata</i>	Calabaza de castilla	A, Rr	N	T
	<i>Sechium edule</i>	Chayote ( <i>Huitzti</i> )	A, Cv, F, Rr	N	T
	<i>Cucurbita ficifolia</i>	Chilacayota ( <i>Tzilakayot</i> )	A, Rr	N	T
	<i>Cyclanthera langaei</i>	Cinco quelites ( <i>Makuilkilit</i> )	A	N	H
	<i>Lagenaria siceraria</i>	<i>Mohchi</i>	A	I	T

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
Cyatheaceae	<i>Cyathea divergens</i>	Pezma de monte ( <i>Cohuayekahuit</i> )	O	S/D	Ar
Equisetaceae	<i>Equisetum hyemale</i>	Cola de caballo	M	N	H
Ericaceae	<i>Vaccinium corymbosum</i>	Arándanos	A	I	Ab
	<i>Rhododendrum indicum</i>	Azalea	O	I	Ab
Euphorbiaceae	<i>Acalypha pendula</i>	Cola de gato	O	I	H
	<i>Euphorbia milii</i>	Corona de cristo	O, Rr	I	H
	<i>Cnidoscolus rostratus</i>	Mala mujer ( <i>Altzihtzikat</i> )	O, M, Cv	S/D	Ar
	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Noche buena ( <i>Kuexochit</i> )	O, Rr	N	Ar
	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Cv, M	I	Ab
Fabaceae	<i>Pisum sativum</i>	Chícharo	A	I	H
	<i>Erythrina americana</i>	Colorín ( <i>Tzompankuahuit</i> )	A, O, Cv, Rr	N	Ar
	<i>Phaseolus dumosus</i>	Frijol akalete	A	N	T
	<i>Phaseolus coccineus</i>	Frijol ayocote	A	N	T
	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol negro	A	N	T
	<i>Vicia faba</i>	Haba	A	I	H
	<i>Leucaena leucocephala</i>	Jonocuile/Huaje	A	N	Ar
	<i>Quercus corrugata</i>	Encino ( <i>Ahuat</i> )	C	N	Ar
Geraniaceae	<i>Pelargonium x hortorum</i>	Geranio	O	I	H
Hydrangeaceae	<i>Philadelphus mexicanus</i>	Jazmín	O, Cv	N	Ab/T
	<i>Hydrangea macrophylla</i>	Hortensia	O, Cv	I	Ab
Iridaceae	<i>Gladiolus x hortulanus</i>	Gladiola	O	I	H
	<i>Iris x germánica</i>	Lirio azul	O	I	H
	<i>Tigridia pavonia</i>	<i>Toxpixochit</i>	O	N	H

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
Juglandaceae	<i>Juglans mexicana</i>	Nogal ( <i>Mixpa</i> )	Cv, M	N	Ar
	<i>Juglans regia</i>	Nuez de castilla	A	I	Ar
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>	Albahaca	A	I	Ab
	<i>Plectranthus verticillatus</i>	Dólar	O	I	H
	<i>Mentha spicata</i>	Hierba buena	A, M	I	H
	<i>Mentha aquatica</i>	Hierba buena de río/mejorana	A, M	I	H
	<i>Plectranthus glabratus</i>	Incienso	O	I	H
	<i>Scutellaria seleriana</i>	<i>Maltantzin (Kouhtamaltantzin)</i>	M	N	H
	<i>Plectranthus scutellarioides</i>	Manto	O	I	Ab
	<i>Marrubium vulgare</i>	Marrubio	M	I	H
	<i>Mentha x piperita</i>	Menta	A, M	I	H
	<i>Salvia Disjunta</i>	Mirto rojo	M	N	Ab
	<i>Origanum vulgare</i>	Orégano	A	I	H
	<i>Mentha pulegium</i>	Poleo	A, M	I	H
	<i>Salvia rosmarinus</i>	Romero	M, Rr	I	Ab
	<i>Salvia officinalis</i>	Salvia real	M	I	H
	<i>Thymus vulgaris</i>	Tomillo	A, M	I	H
	<i>Agastache mexicana</i>	Toronjil	A, M	N	H
	<i>Plectranthus hadiensis</i>	Vaporub	O, M	I	H
Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	A	N	Ar
	<i>Litsea glaucescens</i>	Laurel	A	N	Ar
Liliaceae	<i>Allium sativum</i>	Ajo	A, O, M, Rr	N	H
	<i>Lilium candidum</i>	Azucena blanca	O	I	H

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
Lythraceae	<i>Punica granatum</i>	Granada roja	A	I	Ar
Magnoliaceae	<i>Magnolia mexicana</i>	<i>Yoloxochit</i>	M, Cv	N	Ar
Malvaceae	<i>Callianthe megapotamica</i>	Farolito	O	I	Ab
	<i>Malva parviflora</i>	Malva	M	I	H
	<i>Malva sylvestris</i>	Malva de campo	M	I	H
	<i>Malvaviscus penduliflorus</i>	Moco de guajolote	O	N	Ab
	<i>Callianthe picta</i>	<i>Tikohtzitzin</i>	O	I	Ab
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Tulipán	O	I	Ab
Melastomataceae	<i>Tibouchina urvilleana</i>	Capuchina	O	I	Ab
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro ( <i>Tiokuahuit</i> )	C, Cv	N	Ar
Moraceae	<i>Ficus carica</i>	Higuera	A, Cv	I	Ar
	<i>Morus nigra</i>	Morera	A, Cv	I	Ar
Moringaceae	<i>Moringa oleifera</i>	Moringa	A, Cv	I	Ar
Musaceae	<i>Ensete ventricosum</i>	Plátano burro	Cv	I	Ar
	<i>Musa acuminata</i>	Plátano morado	A, Cv	I	Ar
Myrtaceae	<i>Melaleuca citrina</i>	Cepillo	O	I	Ab
	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba ( <i>Xalxokot</i> )	A	N	Ar
	<i>Pimenta dioica</i>	Pimienta gorda	A, Cv	N	Ar
	<i>Syzygium jambos</i>	Pomarosa	A	I	Ar
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis exaltata</i>	Helecho común	O	I	H
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Bugambilia anaranjada	O	I	Ab
	<i>Bougainvillea glabra</i>	Bugambilia morada	O, M	I	T
	<i>Bougainvillea x buttiana</i>	Bugambilia roja	O	I	T

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
	<i>Mirabilis jalapa</i>	Maravilla ( <i>Talkilin</i> )	O	N	H
Oleaceae	<i>Ligustrum lucidus</i>	Trueno	O, Cv	I	Ar
Onagraceae	<i>Fuchsia magellanica</i>	Aretillo delgado	O	I	Ab
	<i>Fuchsia x hybrida</i>	Aretillo relleno	O	I	Ab
	<i>Oenothera rosea</i>	Hierba de golpe ( <i>Nexokolilpah</i> )	M	N	H
Oxilidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	Trébol	F	N	H
Papaveraceae	<i>Argemone platyceras</i>	Chicalote	M, Cv	N	Ab
Passifloraceae	<i>Passiflora ligularis</i>	Granadilla	A	N	T
	<i>Passiflora tarminiana</i>	Maracuyá banana	A	I	T
	<i>Passiflora edulis</i>	Maracuyá morado	A	I	T
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca rivinoides</i>	Guaparrón ( <i>Yahmolli</i> )	M, F	S/D	H
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Ocote ( <i>Okot</i> )	C, Cv	N	Ar
	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	A, C, Cv	N	Ar
Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Hoja santa ( <i>Omehkilit</i> )	A, M, Cv, O	N	Ab
	<i>Peperomia maculosa</i>	Lengua de tigre	A	N	H
	<i>Peperomia peltilimba</i>	Nacazuillo ( <i>Nakastekilit</i> )	A	N	H
	<i>Piper hispidum</i>	<i>Xakcohuit</i>	M	S/D	Ab
Plantaginaceae	<i>Digitalis purpurea</i>	Campanitas	O	I	H
	<i>Antirrhinum majus</i>	Perritos	O	I	H
Poaceae	<i>Avena sativa</i>	Avena	A, F	I	H
	<i>Guadua angustifolia</i>	Bambú	Cv	I	Ar
	<i>Phyllostachys aurea</i>	Bambú dorado	Cv	I	Ab
	<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar ( <i>Ohuat</i> )	A	I	Ab

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
	<i>Arundo donax</i>	Carrizo ( <i>Akat</i> )	Cv	I	Ar
	<i>Zea mays</i>	Maíz ( <i>Taoltzin</i> )	A, M, C, Rr, F, Cv	N	Ab
	<i>Cymbopogon citratus</i>	Zacate limón	A, M	I	H
Polemoniaceae	<i>Loeselia mexicana</i>	Espinosilla ( <i>Huihuitz</i> )	M	N	Ab
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca ( <i>Xokokilit</i> )	A	I	H
	<i>Rumex obtusifolius</i>	Lengua de vaca chica	A	I	H
Portulacaceae	<i>Portulaca grandiflora</i>	Amor de un día	O	I	H
	<i>Portulaca pilosa</i>	Amor de un rato	O	N	H
	<i>Portulaca oleraceae</i>	Verdolaga ( <i>Itzmikilit</i> )	A	N	H
Rosaceae	<i>Prunus serótina</i>	Capulín	A, Cv	N	Ar
	<i>Prunus domestica</i>	Ciruelo	A, Cv	I	Ar
	<i>Prunus pérsica</i>	Durazno ( <i>Xokotohmit</i> )	A, M, Cv, C	I	Ar
	<i>Fragaria x ananassa</i>	Fresa	A	I	H
	<i>Potentilla indica</i>	Fresilla	O	I	H
	<i>Malus x domestica</i>	Manzana ( <i>Xokot</i> )	A, Cv	I	Ar
	<i>Eriobotrya japónica</i>	Níspero	A, Cv, C, M	I	Ar
	<i>Pyrus communis</i>	Peral	A, Cv	I	Ar
	<i>Rosa hybrida</i>	Rosa (diversos colores)	O	I	Ab
	<i>Rosa gallica</i>	Rosa de castilla roja	O, M, Cv	I	Ab
	<i>Rosa chinensis</i>	Rosa de castilla rosa	O, M, Cv	I	Ab
	<i>Rosa banksiae</i>	Rosa habanera blanca	O, M, Cv	I	Ab/T
	<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote ( <i>Texokot</i> )	A, Cv	N	Ar
	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	A, Cv	I	H/T

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	Café	A	I	Ab
	<i>Gardenia jasminoides</i>	Gardenia	O, M	I	Ab
Rutaceae	<i>Citrus medica</i>	Cidra	A	I	Ab
	<i>Choisya ternata</i>	Clavo/Arraigan ( <i>Tzapoxihuit</i> )	Cv, Rr	N	Ab
	<i>Citrus x latifolia</i>	Lima de chichi/de castilla	A, M, Cv	I	Ar
	<i>Citrus x limon</i>	Limón amarillo	A, Cv, M, C	I	Ar
	<i>Citrus japonica</i>	Limón mandarina	A, Cv, M, C	I	Ab
	<i>Citrus x aurantiifolia</i>	Limón verde	A, Cv, M, C	I	Ar
	<i>Citrus deliciosa</i>	Mandarina	A, Cv, C	I	Ar
	<i>Citrus x aurantium</i>	Naranja	A, Cv, C	I	Ar
	<i>Ruta graveolens</i>	Ruda	M	I	Ab
	<i>Casimoroa edulis</i>	Zapote blanco ( <i>Tzapot</i> )	A, Cv	N	Ar
Sapindaceae	<i>Litchi chinensis</i>	Litchi	A	I	Ar
Saxifragaceae	<i>Tolmiea menziesii</i>	Millonaria	O	I	H
Sin identificar		* <i>Axte</i>	A, Cv	S/D	Ar
		*Cactus tubo ( <i>Huitznahuak</i> )	O	S/D	T
		*Gordolobo ( <i>Kuetzalkuitapil</i> )	M	S/D	Ab
		*Hierba de chivo ( <i>Tzivoxihuit</i> )	M, Cv	S/D	H
		* <i>Papaloxihuit</i>	O, Cv	S/D	Ab
		* <i>Patmat</i>	M, Cv	S/D	H
		*Tepestrella de monte	M, Cv	S/D	Ab
	* <i>Xaktomat</i>	A	S/D	H	
Solanaceae	<i>Solanum betaceum</i>	Berenjena/pepino rojo	A, Cv	I	Ab

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
	<i>Capsicum pubescens</i>	Chile de cera ( <i>Chilkostik</i> )	A, Cv	I	H
	<i>Capsicum annuum</i>	Chile verde	A	N	H
	<i>Solanum pimpinellifolium</i>	Citalillo ( <i>Sitaltomat</i> )	A	I	H
	<i>Solanum myriacanthum</i>	Kokotztomat	M	N	Ab
	<i>Solandra máxima</i>	Copa de oro ( <i>Tekomaxochit</i> )	O	N	Ar
	<i>Brugmansia versicolor</i>	Florifundio amarillo	O, Cv, M	I	Ar
	<i>Brugmansia arborea</i>	Florifundio blanco	O, Cv, M	I	Ar
	<i>Brugmansia x candida</i>	Florifundio campana	O, Cv, M	I	Ar
	<i>Brugmansia suaveolens</i>	Florifundio rosado	O, Cv, M	I	Ar
	<i>Solanum dimidiatum</i>	Huitzenkakala	M	I	Ab
	<i>Solanum lycopersicum</i>	Jitomate ( <i>Xitomat</i> )	A, M	N	H
	<i>Solanum tuberosum</i>	Papa	A	I	H
	<i>Nicotiana tabacum</i>	Tabaco	O, Cv	I	Ab
	<i>Datura Datura stramonium</i>	Toloache	M	N	Ab
	<i>Physalis philadelphica</i>	Tomate de cáscara	A	N	H
	<i>Physalis ixocarpa</i>	Tomate verde	A	N	H
	<i>Physalis angulata</i>	Tomatillo ( <i>Miltomat</i> )	A	N	H
	<i>Solanum americanum</i>	Hierba mora ( <i>Tomatkilit</i> )	F	N	H
Theaceae	<i>Camellia japónica</i>	Camelia	O, Cv	I	Ab
Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum majus</i>	Mastuerzo	O, M	I	T/R
Urticaceae	<i>Urtica chamaedryoides</i>	Chichicastle ( <i>Tzitzikastle</i> )	M	N	H
	<i>Urtica dioica</i>	Ortigo	M	N	H
Ustilaginaceae	** <i>Ustilago maydis</i>	Huitlacoche	A	N	Hongo

Familia	Nombre Científico	Nombre Común/Nahuatl	Uso	Estatus	Habito
Verbenaceae	<i>Aloysia citrodora</i>	Cedrón	A, M	I	Ab
	<i>Lippia dulcis</i>	Hierba dulce ( <i>Tzopelikxihuit</i> )	M	N	H
	<i>Lantana cámara</i>	Orozuz anaranjado ( <i>Pitzinteuhxochit</i> )	Cv, M	N	Ab
	<i>Lantana x urticoides</i>	Orozuz colorado	Cv, M	N	Ab
	<i>Lantana trifolia</i>	Orozuz morado	Cv, M	N	Ab
Viburnaceae	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco hembra ( <i>Yekxomet</i> )	O, M, Cv, Rr	I	Ab
	<i>Sambucus canadensis</i>	Sauco macho ( <i>Kouhxomet</i> )	Cv	I	Ab
Violaceae	<i>Viola x wittrockiana</i>	Pensamientos	O	N	H
	<i>Viola odorata</i>	Violeta	O	I	H
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i>	Jengibre	A, M	I	H