



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE PUEBLA**

INSTITUTO DE CIENCIAS



POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

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

**ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD DEL SECTOR AGRÍCOLA DEL
MUNICIPIO DE ATLIXCO, PUEBLA**

TESIS

para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta:

VERÓNICA DENISSE ANIMAS SERRANO

Directora de tesis:
D.C Gladys Linares



Noviembre 2022



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE PUEBLA**

INSTITUTO DE CIENCIAS



POSGRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

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

**ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD DEL SECTOR AGRÍCOLA DEL
MUNICIPIO DE ATLIXCO, PUEBLA**

TESIS

para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta:

VERÓNICA DENISSE ANIMAS SERRANO

Comité tutorial:

Directora	D.C Gladys Linares Fleites
Tutor	D.C Rossana Schiaffini Aponte
Integrante Comité Tutorial	D.C Jorge Antonio Yañez Santos
Integrante Comité Tutorial	D.C Sonia Emilia Silva Gómez

Noviembre 2022



BUAP

C. Verónica Denisse Animas Serrano

Por este conducto me permito comunicarle que los miembros del jurado integrado por:

D.C María Evelinda Santiago Jiménez *Presidente*
D.C José Víctor Rosendo Tamariz Flores *Secretario*
D.C Fabiola Avelino Flores *Vocal*
D.C Ricardo Darío Peña Moreno *Vocal*
D.C Jenaro Melquiades Reyes Mañamoras *Suplente*

Designado para la defensa de su tesis "**Análisis de la sustentabilidad del sector agrícola del municipio de Atlixco, Puebla**" han manifestado mediante su voto que esta cumple con los méritos suficientes para ser defendida como tesis de grado de Maestría en Ciencias Ambientales, por lo que este Posgrado le autoriza la impresión de la misma.

Sin otro asunto en lo particular, quedo de Usted.

ATENTAMENTE

"Pensar bien, para vivir mejor"

H. Puebla de Z; a 07 de noviembre de 2022

Dra. Rosalía del Carmen Castellán Vega
 Coordinadora
 Posgrado en Ciencias Ambientales



Posgrado en Ciencias
 Ambientales

Edif. IC6, Ciudad Universitaria,
 Col. San Manuel, Puebla, Pue.
 C.P. 72570
 01 (222) 2 29-55-00 Ext. 7387

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado durante este ciclo académico 2020- 2022.

Se agradece a la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado por el apoyo otorgado para la conclusión de esta tesis dentro del Eje IV. Modelo de investigación abierta y compartida. Objetivo 13. Formar recursos humanos que impacten positivamente el contexto social y científico como consecuencia de su accionar en una comunidad para lograr una educación desarrolladora de la transformación. Indicador establecido en el Plan de Desarrollo Institucional 2021 2025.

A la doctora Gladys Linares Fleites, por dirigir mi proceso.

A todos los maravillosos doctores que me retroalimentaron y me compartieron conocimiento, perspectiva y visión durante este proceso, especialmente al doctor Antonio Flores, al doctor Eduardo Torres, a la doctora Sonia Silva, al doctor Victor Tamaríz, al doctor Ricardo Peña, a la doctora Rossana Schiaffini, al doctor Miguel A. Valera y a la doctora Rosalía Castelán.

Un agradecimiento especial a Mariel, por su gran orientación y apoyo.

Dedicatorias

A mi hermana, que es mi motor, mi guía, mi más grande orgullo, mi motivación, y que además, es mi mejor amiga.

A mis padres, que son mis pilares, maestros y amigos. Ustedes son mi fortaleza.

A mi madrina Coco, por su cariño incondicional, que es totalmente mutuo, gracias por todo el apoyo que me das.

A Jon, por su invaluable respaldo, amabilidad, compromiso, empatía y motivación.

A toda mi familia y amigos, que afortunadamente son muchos, y muy valiosos, a todos ustedes, gracias por regalarme momentos de risas, pláticas, bailes, consejos, diversión y apoyo.

Tabla de contenido

<u>AGRADECIMIENTOS</u>	<u>5</u>
<u>DEDICATORIAS</u>	<u>6</u>
<u>ÍNDICE DE TABLAS.....</u>	<u>9</u>
<u>ÍNDICE DE FIGURAS.....</u>	<u>12</u>
<u>RESUMEN</u>	<u>16</u>
<u>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</u>	<u>18</u>
<u>CAPÍTULO II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</u>	<u>20</u>
2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
2.2 FORMULACIÓN DE PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	20
2.3 OBJETIVOS.....	20
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	20
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2.4 JUSTIFICACIÓN	21
2.5 HIPÓTESIS.....	21
<u>CAPÍTULO III. MARCO REFERENCIAL</u>	<u>23</u>
3. 1 MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO.....	23
3.1.1 SISTEMA SOCIOAMBIENTAL DE ESTUDIO	26
3.2 MARCO CONTEXTUAL.....	28
3.2.1 AGRICULTURA SUSTENTABLE	28
3.2.2 RECURSOS HÍDRICOS AGRÍCOLAS, PANORAMA GENERAL	29
3.2.3 RECURSOS EDÁFICOS AGRÍCOLAS, PANORAMA GENERAL.....	31
3.2.4 POBLACIÓN AGRÍCOLA, PANORAMA GENERAL	33
3.2.5 GOBERNANZA AGRÍCOLA, PANORAMA GENERAL	35
3.2.6 CAMBIO CLIMÁTICO, PANORAMA GENERAL	35
3.3 MARCO LEGAL	36
3.3.1 NIVEL INTERNACIONAL	37
3.3.2 NIVEL NACIONAL.....	38
3.3.3 NIVEL ESTATAL Y MUNICIPAL.....	39
3.3.4 GESTIÓN JURÍDICA DEL AGUA	40
3.4 ANTECEDENTES	41
<u>CAPÍTULO IV. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y METODOLOGÍA.....</u>	<u>46</u>
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
4.2.1 COORDENADAS.....	47
4.3 METODOLOGÍA	47

4.3.1 PRIMERA ETAPA METODOLÓGICA	49
4.3.2 SEGUNDA ETAPA METODOLÓGICA, MESMIS.	57

CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 61

5.1 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE ASPECTOS RELEVANTES DEL MUNICIPIO	61
5.2 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SUBSISTEMAS SOCIOECONÓMICO, AMBIENTAL Y DE GOBERNANZA	63
5.2.1 ANÁLISIS, SUBSISTEMA SOCIOECONÓMICO	63
5.2.2 ANÁLISIS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y EDÁFICOS, DIMENSIÓN AMBIENTAL	70
5.2.3 ANÁLISIS, PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DE GOBIERNO, DIMENSIÓN DE GOBERNANZA.....	85
5.2.3.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS, DIMENSIÓN DE GOBERNANZA	91
5.3 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS, MATRIZ FODA	92
5.4 IDENTIFICACIÓN Y MEDICIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD	95

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 101

VII. REFERENCIAS 103

ANEXO 1..... 116

ANEXO 2..... 117

ANEXO 3..... 118

ANEXO 4..... 119

ANEXO 5..... 120

ANEXO 6..... 121

Índice de Tablas

<u>TABLA 1</u>	<u>24</u>
<u>NOCIONES IMPORTANTES DEL PARADIGMA DE LA COMPLEJIDAD</u>	<u>24</u>
<u>TABLA 2</u>	<u>25</u>
<u>NOCIONES IMPORTANTES PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN</u>	<u>25</u>
<u>TABLA 3</u>	<u>37</u>
<u>ORGANISMOS INTERNACIONALES, MISIÓN Y ALGUNAS CONTRIBUCIONES GLOBALES, MARCO LEGAL</u>	<u>37</u>
<u>TABLA 4</u>	<u>38</u>
<u>ORGANISMOS REGULADORES, NIVEL NACIONAL</u>	<u>38</u>
<u>TABLA 5</u>	<u>38</u>
<u>INSTRUMENTOS REGULADORES, NIVEL NACIONAL</u>	<u>39</u>
<u>TABLA 6</u>	<u>40</u>
<u>PRINCIPALES ORGANISMOS REGULADORES A NIVEL ESTATAL Y MUNICIPAL</u>	<u>40</u>
<u>TABLA 7</u>	<u>40</u>
<u>PRINCIPALES INSTRUMENTOS REGULADORES A NIVEL ESTATAL Y MUNICIPAL</u>	<u>40</u>
<u>TABLA 8</u>	<u>41</u>
<u>REGULACIÓN DE AGUA, A NIVEL CUENCA</u>	<u>41</u>
<u>TABLA 9</u>	<u>43</u>
<u>FICHA DE ENTRADAS DE BÚSQUEDA Y PRINCIPALES RESULTADOS, ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO.....</u>	<u>43</u>
<u>TABLA 10</u>	<u>55</u>
<u>ELEMENTOS DE SALIDA DEL SOFTWARE R-COMMANDER, ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES</u>	<u>55</u>

TABLA 11	60
<i>ESCALA LIKERT PARA PONDERACIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD</i>	60
TABLA 12	64
<i>PROBLEMÁTICA SOCIOECONÓMICA DEL MUNICIPIO DE ATLIXCO</i>	64
TABLA 13	65
<i>CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO SELECCIONADAS</i>	65
TABLA 14	67
<i>CONTRIBUCIONES DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES 1 Y 2. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES. DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA</i>	67
TABLA 15	72
<i>DATOS DE PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE AGUA AGRÍCOLA</i>	72
TABLA 16	74
<i>CONTRIBUCIONES DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES 1 Y 2. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES, DIMENSIÓN AMBIENTAL, AGUA AGRÍCOLA</i>	74
TABLA 17	77
<i>TIPOS DE SUELO EN EL MUNICIPIO, SUPERFICIE EN HECTÁREAS Y PORCENTAJE</i>	77
TABLA 18	79
<i>PORCENTAJE DEL USO DE SUELO AGRÍCOLA, DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL, AÑO 1980, 2009, 2017 Y 2019</i>	79
TABLA 19	80
<i>DATOS DE PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE SUELO AGRÍCOLA</i>	80
TABLA 20	81
<i>CONTRIBUCIONES DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES 1 Y 2. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES. SUELO AGRÍCOLA, DIMENSIÓN AMBIENTAL</i>	82
TABLA 21	87

<u>DESGLOSE, ESTRUCTURA DE VINCULACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE ATLIXCO, 2018-2021.....</u>	<u>87</u>
<u>TABLA 22</u>	<u>88</u>
<u>TOTALES DE LÍNEAS DE ACCIÓN CON BENEFICIO DIRECTO AGRÍCOLA</u>	<u>88</u>

Índice de Figuras

FIGURA 1	23
<i>DESCRIPCIÓN Y COMPARACIÓN DE LOS PRINCIPALES PARADIGMAS DE INVESTIGACIÓN</i>	23
FIGURA 2	26
<i>SISTEMA AMBIENTAL DE ESTUDIO</i>	26
FIGURA 3	29
<i>AGRICULTURA SOSTENIBLE, ELEMENTOS, INFLUENCIAS Y CONTRIBUCIONES.....</i>	29
FIGURA 4	30
<i>ASPECTOS BÁSICOS DE LA DIVISIÓN Y REGULACIÓN DE LAS AGUAS NACIONALES EN MÉXICO.....</i>	30
FIGURA 5	32
<i>ASPECTOS BÁSICOS DE LA REGULACIÓN, TIPOS Y APTITUDES DE LOS SUELOS DE MÉXICO</i>	32
FIGURA 6	33
<i>SERIE DE TIEMPO DE LA DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL RURAL Y URBANA A NIVEL MUNDIAL.....</i>	33
FIGURA 7	34
<i>DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL RURAL Y URBANA DE MÉXICO 2010- 2021, DE ACUERDO A LA FAO (2021).....</i>	34
FIGURA 8	35
<i>DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR OCUPACIÓN DE SECTOR DE ACTIVIDAD ECONÓMICA DE MÉXICO</i>	35
FIGURA 9	41
<i>GRÁFICA, RESULTADO DE DOCUMENTOS POR TIPO, ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO</i>	41
FIGURA 10	42
<i>GRÁFICA, RESULTADO DE DOCUMENTOS POR PAÍS O TERRITORIO, ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO.....</i>	42

FIGURA 11	42
<i>GRÁFICA, RESULTADO DE DOCUMENTOS POR ÁREA, ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO.....</i>	42
FIGURA 12	42
<i>GRÁFICA, RESULTADO DE DOCUMENTOS POR AÑO, ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO</i>	42
FIGURA 13	45
<i>ANTECEDENTES. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA Y RESULTADOS DE INVESTIGACIONES AFINES.....</i>	45
FIGURA 14	46
<i>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</i>	46
FIGURA 15	47
<i>MAPA DEL MUNICIPIO DE ATLIXCO, LOCALIZACIÓN, RED HIDROGRÁFICA Y ÁREAS DE CULTIVO....</i>	47
FIGURA 16	48
<i>ETAPAS METODOLÓGICAS DE LA INVESTIGACIÓN</i>	48
FIGURA 17	49
<i>DESCRIPCIÓN, CONTRIBUCIONES Y ÁREAS DE INVESTIGACIÓN DE MAYOR DESARROLLO DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA, EL META-ANÁLISIS Y EL ANÁLISIS DE CONTENIDO</i>	49
FIGURA 18	51
<i>ETAPAS PARA LA REVISIÓN SISTEMÁTICA Y EL META-ANÁLISIS.....</i>	51
FIGURA 19	52
<i>ETAPAS PARA EL ANÁLISIS DE CONTENIDO.....</i>	52
FIGURA 20	53
<i>INTERPRETACIÓN DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON</i>	53
FIGURA 21	56
<i>REPRESENTACIÓN DE UN GRÁFICO BIPLLOT.....</i>	56

FIGURA 22	66
<u>MATRIZ DE CORRELACIÓN, RESULTADO DEL ANÁLISIS DE CORRELACIÓN, DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA.....</u>	66
FIGURA 23	68
<u>GRÁFICA BILOT, ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES</u>	68
FIGURA 24	73
<u>MATRIZ DE CORRELACIÓN, ANÁLISIS DE PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA AGRÍCOLA</u>	73
FIGURA 26	78
<u>GRÁFICA COMPARATIVA, TIPOS DE SUELO EN EL MUNICIPIO, AÑOS 1980 Y 2017</u>	78
FIGURA 27	81
<u>MATRIZ DE CORRELACIÓN, ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES, SUELO AGRÍCOLA</u>	81
FIGURA 28	82
<u>GRÁFICA BILOT, ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES, PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, SUELO AGRÍCOLA</u>	82
FIGURA 29	83
<u>COEFICIENTES DEL MODELO Y DEVIANZA, SALIDA DEL SOFTWARE R-COMMANDER, MLG</u>	83
FIGURA 30	86
<u>ESTRUCTURA DE VINCULACIÓN DEL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE ATLIXCO, 2018-2021 ..</u>	86
FIGURA 31	88
<u>ANÁLISIS DE CONTENIDO, DIMENSIÓN DE GOBERNANZA</u>	88
FIGURA 32	89
<u>GRÁFICA, % DE LÍNEAS DE ACCIÓN CON BENEFICIO DIRECTO AGRÍCOLA, CONTEMPLADAS Y REALIZADAS.....</u>	89
FIGURA 33	90

<u>MATRIZ DE SATURACIONES EN COMPONENTES, CAPTCA.....</u>	90
<u>FIGURA 34</u>	90
<u>DIAGRAMA DE DISPERSIÓN BIESPACIAL, CAPTCA</u>	90
<u>FIGURA 35</u>	94
<u>MATRIZ FODA</u>	94
<u>FIGURA 36</u>	95
<u>IDENTIFICACIÓN Y MEDICIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD, DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA.....</u>	95
<u>FIGURA 37</u>	96
<u>ESQUEMA RADIAL DEL GRADO DE SUSTENTABILIDAD EN LA DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA</u>	96
<u>FIGURA 38</u>	97
<u>IDENTIFICACIÓN Y MEDICIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD, DIMENSIÓN AMBIENTAL .</u>	97
<u>FIGURA 39</u>	97
<u>ESQUEMA RADIAL DEL GRADO DE SUSTENTABILIDAD EN LA DIMENSIÓN AMBIENTAL</u>	97
<u>FIGURA 40</u>	98
<u>IDENTIFICACIÓN Y MEDICIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD, DIMENSIÓN DE GOBERNANZA.....</u>	98
<u>FIGURA 41</u>	98
<u>ESQUEMA RADIAL DEL GRADO DE SUSTENTABILIDAD EN LA DIMENSIÓN DE GOBERNANZA</u>	99
<u>FIGURA 42</u>	100
<u>ESQUEMA RADIAL DEL GRADO DE SUSTENTABILIDAD DE LAS 3 DIMENSIONES DEL SISTEMA</u>	100

Resumen

La agricultura sustentable, además de cubrir las necesidades alimenticias globales y estimular el desarrollo rural, es capaz de preservar entornos naturales, conservar la biodiversidad, fomentar la seguridad alimentaria, la seguridad del suelo, la seguridad hídrica, e incluso contribuir a la mitigación del cambio climático.

Esta actividad responde tanto a componentes abióticos y bióticos del ecosistema, como a componentes socioeconómicos, políticos, institucionales, tecnológicos y culturales, por lo cual, sus elementos e interacciones, pueden visualizarse como un sistema socioambiental.

En el municipio de Atlixco, estado de Puebla, la actividad agrícola es de gran importancia, por la variedad y cantidad de cultivos que en él se producen.

En esta investigación, para medir su sustentabilidad, se definió un sistema socioambiental en dicha zona, contemplándose la dimensión socioeconómica, definida por las características de la población de estudio; la dimensión ambiental, constituida por la disponibilidad, el potencial y el estado fisicoquímico de los recursos hídricos y edáficos agrícolas; y la dimensión de gobernanza, integrada por la planeación y ejecución de gobierno referente a la actividad y al sector agrícola.

A partir de dicha concepción, se utilizaron metodologías sistemáticas, exhaustivas, y validables para la obtención de información y el análisis de la misma, siendo estas, la revisión sistemática, el meta-análisis y el análisis de contenido.

Posteriormente, para la identificación y medición de indicadores de sustentabilidad, se siguieron los pasos del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), donde a partir del análisis anterior, se identificaron los puntos críticos, fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de cada dimensión, para la obtención de indicadores estratégicos.

Para la medición de los indicadores, se empleó la escala de categorización de eficiencia del sistema, propuesta por Fonseca (2021), “Escala Likert para ponderación de indicadores de sustentabilidad”.

Se encontró que el grado de sustentabilidad de la dimensión socioeconómica, es de 3.71, es decir, que la eficiencia del subsistema es sensible, considerándose medianamente sustentable; en cuanto a la dimensión ambiental, el grado de sustentabilidad es de 4.5, es decir, que la eficiencia del sistema es pertinente, considerándose moderadamente sustentable, y el grado de sustentabilidad de la dimensión de Gobernanza es de 3.33, con una eficiencia del sistema sensible, y considerándose también, medianamente sustentable.

Por último, se resaltaron los indicadores con menor grado de sustentabilidad de cada dimensión, recomendándose un mayor énfasis en el planteamiento gubernamental dirigido al estímulo, protección y fomento de las capacidades del sector, la actividad y la población agrícola del municipio, elementos determinantes para el desarrollo sustentable del municipio.

Capítulo I. Introducción

La agricultura es una de las actividades antrópicas más importantes, pues responde a las necesidades alimenticias de millones de personas y estimula el desarrollo de las zonas rurales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015). Enfocada sosteniblemente, es decir, garantizando las necesidades intergeneracionales, la rentabilidad, la salud ambiental, y la equidad social y económica (FAO, 2021), es capaz de preservar los entornos naturales, conservar la biodiversidad, fomentar la seguridad alimentaria, la seguridad del suelo, la seguridad hídrica y contribuir a la mitigación del cambio climático.

El agua y el suelo son determinantes para el desarrollo y la calidad de los cultivos que proveen, y son la base de nuestra producción de alimentos, sin embargo, están sometidos a fuertes tensiones que alteran su disponibilidad y salud. Esta situación se ve exacerbada por el cambio climático, que señala la variación del clima respecto del historial climático, a una escala regional o global, enfatizando principalmente a las causas antrópicas. Cabe mencionar que el cambio climático no es un fenómeno ambiental aislado, su complejidad refleja los procesos que ocurren en los sistemas naturales y humanos de manera interrelacionada (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2019; Quintana, 2017).

Además de estos elementos, la agricultura responde a las características sociales, económicas y de gobernanza de la población que la desarrolla.

Por ello, para estudiar, comprender y gestionar de una manera integral e interrelacionada estos sucesos, sus elementos y dimensiones, han surgido nuevos enfoques para obtener mecanismos que contemplen las crecientes demandas alimenticias, planificadas en el contexto de la presión del cambio climático, fomentando mejoras sociales y económicas, seguridad alimentaria, seguridad hídrica, cuidado del suelo y protección de la biodiversidad (Embid & Martín, 2017).

El municipio de Atlixco, ubicado en el estado de Puebla, es referente nacional y estatal de producción agrícola. En dicha región, se han observado niveles altos de degradación de la tierra, pérdida de suelo fértil, improductividad en parcelas, cambio de uso de suelo y contaminación, así como desaprovechamiento y desperdicio en los sistemas de riego y contaminación del agua, observándose carencia de prácticas de conservación, elementos

importantes que inciden en la calidad y eficiencia de la producción agrícola, y así mismo, en la salud y bienestar de su población (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA], 2017a; IMTA, 2017b). Además, en el municipio, existen problemáticas socioeconómicas complejas (Ayuntamiento de Atlixco, 2018), involucradas con la propia gestión gubernamental, que afectan al sector rural y el desarrollo de sus actividades agrícolas.

Por ello, el objetivo de esta investigación es profundizar en investigaciones existentes sobre el municipio de Atlixco, a partir de la revisión sistemática, el meta-análisis y el análisis de contenido, para esclarecer la relación de sustentabilidad con sus características fundamentales, su desarrollo y gestión de gobierno.

Capítulo II. Formulación del Problema de Investigación

2.1 Formulación del Problema

El municipio de Atlixco, ubicado en el estado de Puebla, hoy en día, es un referente estatal y nacional, que en el 2017 se colocó como el municipio con mayor producción agrícola a nivel local (INEGI, 2017). En él, y gracias a sus características geológicas, geográficas, topográficas y climáticas, existe un alto nivel de diversificación de cultivos. En el municipio, existen problemáticas sociopolíticas y socioeconómicas complejas (Ayuntamiento de Atlixco, 2018), observándose, además, niveles altos de degradación de la tierra, pérdida de suelo fértil, improductividad en parcelas de tierra, desaprovechamiento y desperdicio de agua en los sistemas de riego, carencia de prácticas de conservación de suelo y agua (IMTA, 2017a; IMTA, 2017b); elementos importantes que inciden en la calidad y eficiencia de la producción agrícola, en el desarrollo del sector y en la salud y bienestar de la población.

2.2 Formulación de Pregunta de Investigación

¿Cuál es el estado de sustentabilidad actual, en torno al sector agrícola, y en el ámbito socioeconómico, de gobernanza y de los recursos hídricos y edáficos agrícolas, dentro del municipio de Atlixco, que permitan satisfacer las necesidades de su población?

2.3 Objetivos

2.3.1 *Objetivo General*

Analizar la sustentabilidad actual del sistema socioambiental agrícola del municipio de Atlixco, contemplando las características socioeconómicas, de gobernanza, y de sus recursos hídricos y edáficos agrícolas, análisis que pueda ser empleado en la satisfacción de las necesidades de su población y en su desarrollo sostenible.

2.3.2 *Objetivos Específicos*

1. Identificar aspectos relevantes del municipio de Atlixco, según información disponible.

2. Analizar las características socioeconómicas de educación, vivienda, seguridad social y economía de la población del municipio, el uso, disponibilidad, y estado fisicoquímico de los recursos hídricos y edáficos agrícolas y los aspectos de planeación y ejecución de gobernanza enmarcados a la actividad y al sector agrícola.

3. Identificar, a partir del análisis anterior, puntos críticos, de fortalecimiento o debilitamiento de todos los subsistemas (socioeconómico, ambiental y de gobernanza).

4. Identificar indicadores de sustentabilidad para cada dimensión, medir la sustentabilidad de cada indicador e integrar resultados.

5. Sugerir estrategias y recomendaciones para mejorar el rumbo sustentable del municipio.

2.4 Justificación

El agua y el suelo son fundamentales para la producción de alimentos, y la actividad agrícola en general. Además de estos valiosos recursos, la agricultura responde a las características sociales, políticas y económicas de la población que la desarrolla. Contemplar estos elementos y sus interrelaciones desde el planteamiento gubernamental, da un panorama integral de la sostenibilidad del sistema (Embid & Martín, 2017).

En el municipio de Atlixco, la actividad agrícola es de gran importancia para el estado, por la variedad y calidad de cultivos que en él se producen. En el municipio, se viven problemas y conflictos derivados del estado, uso y conservación de sus recursos naturales, así como de las características sociales, económicas y políticas de su población. Profundizar en investigaciones existentes sobre el municipio de Atlixco, estado de Puebla, a partir de la revisión sistemática, el meta-análisis, el análisis de contenido, esclarecerá la relación de sostenibilidad con sus características fundamentales, por lo que esta investigación es de gran importancia y necesidad.

2.5 Hipótesis

La profundización de investigaciones existentes sobre los recursos hídricos y edáficos, las características socioeconómicas y de gobernanza, en torno al sector agrícola en el municipio de Atlixco, permitirá esclarecer su estado de sustentabilidad actual, aportando con ello, información que contribuya a satisfacer las necesidades de su población.

Capítulo III. Marco Referencial

3. 1 Marco Conceptual y Teórico

La importancia de revisar, exponer y reflexionar los fundamentos, conceptos teóricos e investigaciones precedentes en entorno al objeto de estudio de la investigación, motivo de este apartado, es el documentar, estructurar, comprender, guiar y sustentar una realidad o panorama actualizado de la problemática por abordar (Hernández, Fernández & Baptista 2006); y para dirigir el proceso de forma coherente con los objetivos planteados, es conveniente definir y desenvolverse en un paradigma de investigación, mismo que, se refiere a la concepción de las bases teóricas, métodos, formas de ver, abordar, explicar e interpretar el objeto de estudio y los resultados de la investigación (Briones, 2002; González, 2005). En la Figura 1, se resaltan características de los principales paradigmas descritos por Ballina (2004) y Ramos (2015).

Figura 1

Descripción y comparación de los principales paradigmas de investigación.

Paradigma	<u>Positivismo</u>	<u>Post- positivismo</u>
Procedencia del saber	Experiencia, empirismo, experimentación	Fundamentos teóricos, experiencia, laboratorio, cuasiexperimentos
Bases / principios / supuestos	Verificación de proposiciones, validez de conocimiento por experiencia, observación y comprobación; la experimentación origina la teoría formal	No existe la comprensión completa o absoluta de la realidad, imperfección en los mecanismos intelectuales y perceptivos del ser humano
Carácter	Objetivo, cuantitativo, empírico-analítico, racionalista, sistemático, científico y tecnológico, tangible, convincente	Reflexivo, realista, objetivo
Relación sujeto-objeto	Independiente, neutral, libre de valores	Influencia de las inclinaciones y valores del investigador
Propósito	Explicar, predecir, controlar	Explicar, predecir, controlar
Paradigma	<u>Socio-crítico</u>	<u>Complejidad</u>
Procedencia del saber	Experiencia, empirismo, experimentación	Integración relacional de conocimientos, Interdisciplina
Bases / principios / supuestos	La base metodológica de investigación-acción, teórica-práctica	Principios sistémico, hologramático, retroactivo, recursivo, autonomía y dependencia, dialógico
Carácter	Reflexivo, participativo, colaborativo, intervencionista	Interdisciplinar, sistémico, holístico
Relación sujeto-objeto	El investigador reconoce interrelación e interviene en la transformación	Acción y conocimiento indisociables
Propósito	Pensar, analizar, explicar, criticar actuar y transformar	Generar conocimiento multidimensional

Elaboración propia.

Esta investigación, se ha planteado dentro de la ciencia ambiental y sus particularidades, desarrollándose dentro del paradigma de la complejidad, obsérvese Tabla 1 y 2.

Tabla 1

Nociones importantes del paradigma de la complejidad

<i>Ciencia Ambiental</i>
Es la incorporación del conocimiento y metodologías de diversas disciplinas tradicionales, que se encuentran involucradas en el estudio de las interrelaciones de las poblaciones humanas, con la naturaleza, en su acontecer; histórico, social, cultural y tecnológico, y su variación dinámica intrínseca, congregados en torno al respeto por el entorno y la biosfera, y al fomento de valores como la equidad, la calidad de vida, la sostenibilidad y la supervivencia humana (Giannuzzo, 2010). Esta ciencia reconoce la relación hombre - naturaleza, integrando factores sociales y otras entramadas de la dimensión humana, y la interacción de dichos factores a su concepción, promoviendo el diálogo interdisciplinario; resultando una alternativa a la paradoja del abordaje de los sistemas ambientales desde las especializaciones disciplinares, a partir de su acervo histórico, epistemológico, taxonómico y metodológico inconexo, al gestionar problemáticas de carácter ambiental contemplando elementos características y dimensiones, pudiéndoseles explicar por sus componentes heterogéneos en interacción, con subsistemas pertenecientes a dominios conceptuales de distintas disciplinas, que se caracterizan por su condición de complejidad, es decir, analizándolos como sistemas ambientales (Vázquez, Lucho, Coronel & Beltrán 2014; Giannuzzo, 2010).
<i>Complejidad</i>
La complejidad está asociada a sistemas conformados por componentes pertenecientes a dominios materiales diferentes que interactúan entre sí, con presencia de múltiples procesos interdefinibles que no pueden aislarse unos de otros, con niveles de organización que discurren a distintas escalas bajo dinámicas propias e interactuantes y con un proceso de evolución que ocurre por reorganizaciones sucesivas. La complejidad hace alusión a sistemas que poseen características particulares, la teoría general de sistemas o el enfoque sistémico (Ramírez, 2016).
<i>Teoría de los Sistemas Complejos</i>
Se refiere al uso de enfoques interdisciplinarios en el estudio de sistemas complejos, bajo un marco conceptual y un enfoque metodológico común, con el propósito de alcanzar una interpretación adecuada del funcionamiento de tal sistema, como una totalidad organizada (Ramírez, 2016).
<i>Enfoque Sistémico</i>
Enfoque metodológico transdisciplinario, que busca comprender y describir la complejidad de la totalidad de los elementos del sistema estudiado, sus interacciones y sus interdependencias, para generar información de su comportamiento (Instituto Nacional de Educación Tecnológica [INET], 2002).
<i>Sistema Socioambiental</i>
Un sistema es un conjunto de subsistemas relacionados entre sí. Un sistema socioambiental contempla las interacciones delimitadas en una región particular, contemplándose los componentes abióticos y bióticos del ecosistema, y los componentes socioeconómicos, institucionales, políticos, tecnológicos y culturales, en donde la acción humana influye sobre el medio ambiente, y este a su vez, incide en el ámbito social (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], s/fa; Gallopín, 2003; Guttman, Zorro, Cuervo & Ramírez, 2004).

Elaboración propia.

Tabla 2*Nociones importantes para el desarrollo de la investigación**Sostenibilidad*

Es un atributo de preservación dinámica de la identidad esencial del sistema en medio de cambios permanentes de los sistemas abiertos a interacciones con su mundo externo (Gallopín, 2003), y en este estudio, la definición se refiere a los sistemas ambientales y a sus capacidades de autorregulación, adaptación, resiliencia y permanencia, y contempla la idea de la satisfacción de necesidades intergeneracionales, punto clave en la definición del término de la Comisión Brundtland de las Naciones Unidas en 1987 (Naciones Unidas, S.f.).

Sustentabilidad

Concepción y planteamiento del conocimiento, con aristas comunes a la sostenibilidad, que considera la equidad social, el crecimiento económico, la satisfacción de necesidades, la producción de bienes y servicios, el fomento de tecnologías limpias, la participación ciudadana en el proceso de desarrollo, el fortalecimiento de las condiciones del entorno, utilizando los recursos naturales dentro de los límites de la regeneración y el crecimiento natural, es decir, manteniendo una relación no-destructiva con la naturaleza, concibiendo al hombre como parte integrante de la biosfera. Desde los orígenes del término, se pretende armonizar las esferas económica, social y ambiental con el sistema de valores humano, donde el agregado de su esencia se encuentra en la transversalidad (Zarta, 2018).

Seguridad Alimentaria

Es la accesibilidad, disponibilidad, estabilidad, control, utilización y consumo de la población, en su totalidad, a alimentos seguros, inocuos y nutritivos, para su utilización biológica, la satisfacción de sus necesidades y preferencias alimentarias, de forma permanente, que les permita una vida saludable y activa (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria [PESA], 2011).

Seguridad Hídrica

Definida como la capacidad de una sociedad de salvaguardar el acceso sostenible y el abastecimiento en cantidad y calidad del agua, de forma confiable y admisible para la salud, el bienestar humano y el de los ecosistemas, así como para la recreación, la producción de bienes, servicios y los medios de subsistencia, asegurando la protección de la vida, la estabilidad económica y productiva, considerando los cambios climáticos, la contaminación ambiental producida por los seres humanos que afectan directamente al agua, así como, los desastres relacionados con ella, como lo son las inundaciones, derrumbes, subsidencia de suelos y sequías (Gobierno de México, 2018; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2020).

Seguridad del Suelo

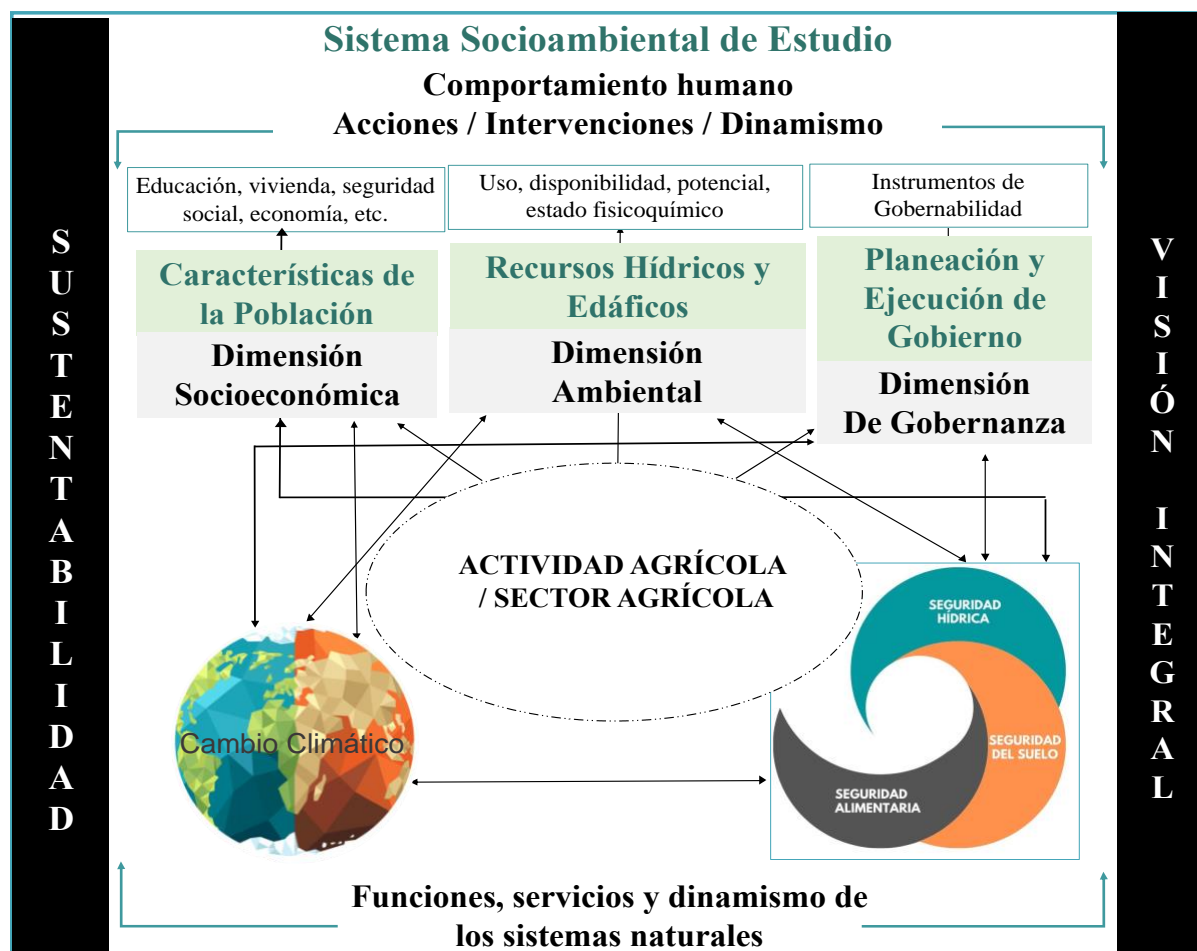
El concepto de seguridad del suelo, se refiere a la capacidad de una población de mantener y mejorar sus recursos edáficos, para que el suelo pueda cumplir con sus funciones; suministrar alimentos, fibras, combustibles, materiales de construcción, productos farmacéuticos y recursos genéticos, proteger y preservar la biodiversidad y los ecosistemas, regular inundaciones, contribuir y participar en el ciclo de nutrientes, purificar el agua, reducir contaminantes del suelo, retener carbono, contribuir a la sustentabilidad climática y energética; garantizando calidad, cantidad y acceso en las mismas, y contribuir a los retos de la sociedad en cuanto a la seguridad alimentaria, a la seguridad hídrica y al desarrollo sostenible (McBratney, Field & Koch 2014).

3.1.1 Sistema Socioambiental de Estudio

A partir de las concepciones anteriores, es posible describir nuestro objeto de estudio, desde un enfoque metodológico sistémico, es decir, que se plantea como un sistema socioambiental, donde la información de cada uno de los subsistemas, sus interrelaciones, y sus procesos interdefinibles, son relevantes para analizar el funcionamiento de todo el sistema.

Figura 2

Sistema Ambiental de Estudio



Elaboración propia.

El sistema socioambiental, objeto de este estudio, esté demarcado en el municipio de Atlixco, y considera los elementos esbozados en el esquema 1, y descritos en los párrafos siguientes.

Elementos:

- Las características socioeconómicas de la población, vinculadas a la actividad agrícola y al sector agrícola, constituyen la Dimensión Socioeconómica. La población involucra a los productores agrícolas, su comunidad y familia, involucrando, con ello, a la población total del municipio.
- Los recursos hídricos y edáficos, vinculados a la actividad agrícola y al sector agrícola, constituyen la Dimensión Ambiental.
- La planeación contemplada en el plan de desarrollo a nivel municipal y la ejecución notificada por el mismo gobierno, referentes a la actividad y a la población agrícola, componen la Dimensión de Gobernanza. En esta dimensión, los instrumentos de gobernación, son los insumos, tecnología, infraestructura, educación ambiental, capacitación, fortalecimiento comercial, subsidios, etc., que el propio gobierno contempla en su gestión, para el desarrollo de objetivos.
- Dentro del sistema, se resalta como elemento que influye o altera el desarrollo de la actividad y del sector agrícola, al cambio climático, que supone un reto para las tres dimensiones anteriores.
- La seguridad hídrica, la seguridad del suelo y la seguridad alimentaria, son pilares referentes en la sustentabilidad del sistema, donde todos los elementos influyen y contribuyen a su factibilidad o inviabilidad.
- El dinamismo, tanto de los sistemas naturales como de los sistemas humanos, se refiere a los cambios en la escala, tanto temporal como espacial, en cuanto al comportamiento de los sistemas humanos, y a las funciones, servicios y procesos de los sistemas naturales. Previamente, se mencionó que los sistemas complejos, mantienen interacciones entre sus subsistemas, es por ello que, el dinamismo refleja estas interacciones; en forma de influencia, alteración y respuesta, entre dichos sistemas.

Previamente, se mencionó que los sistemas complejos deben contemplar las interacciones entre sus subsistemas, es por ello que, en el dinamismo, se reflejan las interacciones, influencias, alteraciones y respuesta, entre dichos sistemas.

- Los elementos se visualizan desde un enfoque de visión integral, resaltándose sus interdependencias.

3.2 Marco Contextual

3.2.1 Agricultura Sustentable

A nivel global, la agricultura produce 23,7 millones de toneladas de alimentos en promedio al día, de los cuales más del 80 % son cereales, raíces, tubérculos, frutas y verduras (Ünver, 2015). Cabe mencionar que además de cultivos con finalidades alimentarias, la agricultura provee cultivos para forraje, cultivos textiles, cultivos oleaginosos, cultivos ornamentales y cultivos industriales. Para producir tales cantidades de producción, la actividad agrícola, tiene grandes demandas en cuanto a los recursos hídricos, edáficos, energéticos, recursos humanos y tecnológicos.

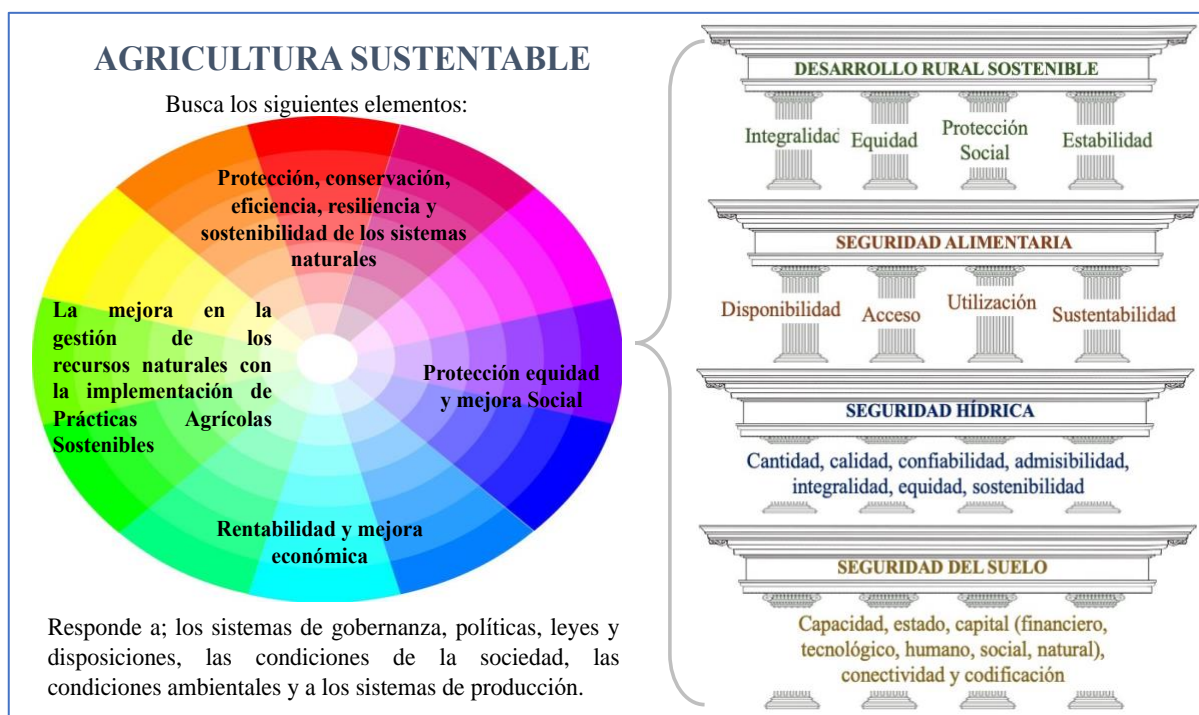
El desafío de la agricultura actual es producir de manera sostenible suficientes alimentos nutritivos para una población mundial creciente, al mismo tiempo que se preserva y mejora la base de recursos tanto como sea posible. Este es un desafío multifacético que va más allá de la capacidad de producir más alimentos, ya que los impulsores del cambio como lo son; el crecimiento demográfico, la movilidad, el desarrollo económico, el cambio en los patrones de consumo y dietas, cambios sociales y tecnológicos, impactos generados por el cambio climático, crean presiones negativas en la agricultura y el sector que no opera aisladamente, requiriéndose equilibrio entre las interacciones implicadas entre los sistemas natural y humano (Ünver, 2015).

La agricultura sustentable y sostenible, en su búsqueda por la satisfacción intergeneracional de necesidades de producción, rentabilidad, salud ambiental, equidad social y económica, se sustenta en sistemas de producción y políticas que impulsen la seguridad alimentaria, que promuevan ecosistemas saludables y la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales (FAO, 2022). Obsérvese figura 3.

En México, la agricultura es un sector importante para la economía y el desarrollo rural del país, realizándola en mayor proporción a cielo abierto (96.8 %), según información del INEGI, (2016a). Algunos de los principales cultivos son el maíz, el frijol, el sorgo, el café, la caña de azúcar, la naranja y la alfalfa.

Figura 3

Agricultura sostenible, elementos, influencias y contribuciones



Elaboración propia.

3.2.2 Recursos Hídricos Agrícolas, Panorama General

El agua es un recurso natural invaluable, fundamental para todas las necesidades humanas y de la biosfera, incluyendo procesos fisiológicos, bioquímicos y metabólicos de los organismos. Además, es necesaria para la alimentación, los sistemas de saneamiento, la salud, el suministro de energía, algunas formas de gestión de residuos y de transporte, entre otros, (UNESCO, 2015; Secretaría del Convenio Sobre la Diversidad Biológica, 2010).

Su concepción como recurso renovable se vincula a su uso, tratamiento, liberación y circulación racional; para que sus ciclos de regeneración sean superiores a su velocidad de extracción, de lo contrario, puede considerarse como un recurso no renovable, ya que posee un ciclo de regeneración por debajo de los ritmos de explotación, donde la contaminación, la

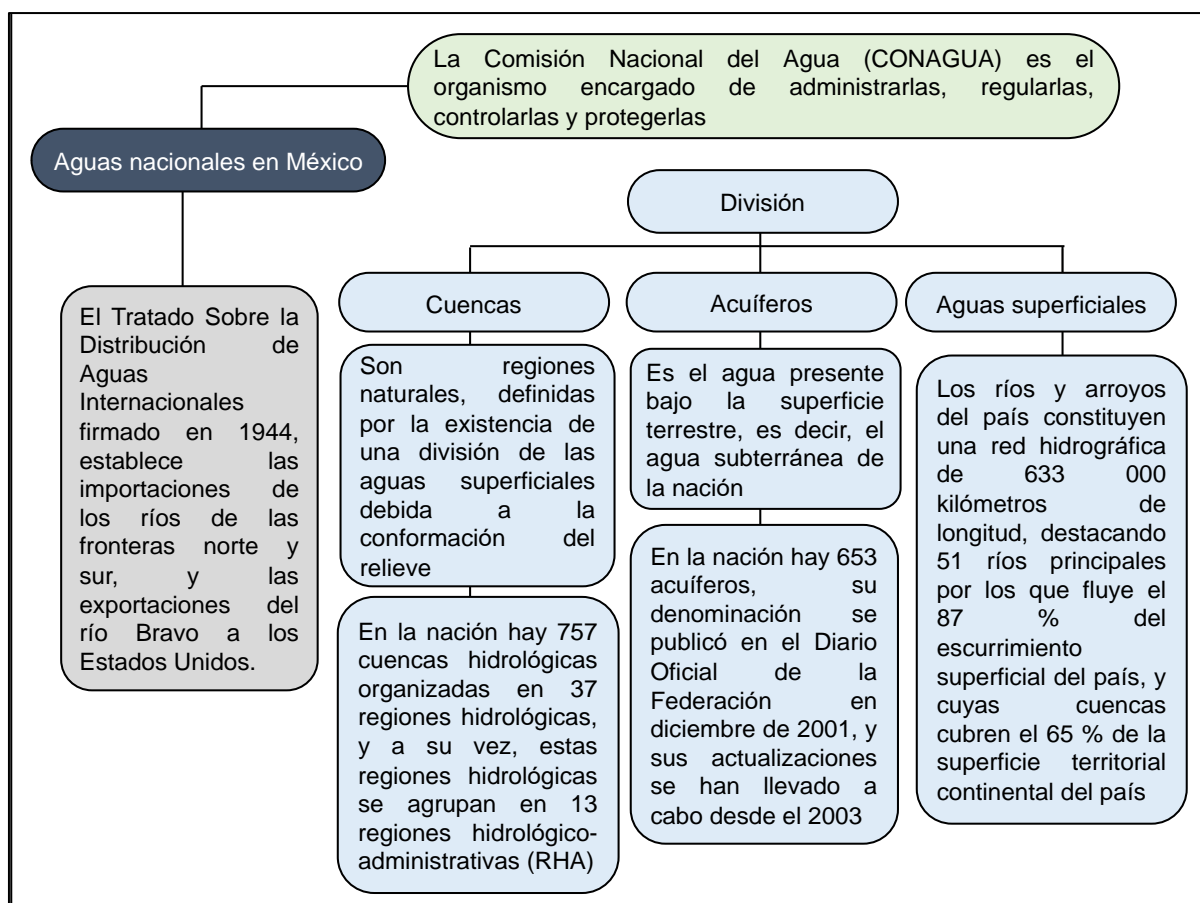
destrucción de fuentes naturales, el mal uso del agua, aunado al aumento desmedido de la población y sus necesidades, han cambiado su disponibilidad, generado con ello, problemas de escasez, sobreexplotación y contaminación (Cátedra Abierta, 2018).

Para desarrollar la actividad agrícola, se utiliza alrededor de un 70 % del consumo total del agua a nivel global (UNESCO, 2019), calculándose que más de la mitad del líquido empleado para fines agrícolas se desperdicia y se pierde por escurrimientos y evapotranspiración, antes de siquiera llegar a los campos de cultivo (SEMARNAT, s.f.b).

La disponibilidad de agua en una región o país depende de la recarga de sus cuerpos de agua (ríos, lagos, acuíferos), de la distribución de la precipitación, de la temperatura, de la evapotranspiración, y de la infraestructura propia del sitio (SEMARNAT, s.f.c; Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2015).

Figura 4

Aspectos básicos de la división y regulación de las aguas nacionales en México



Elaboración propia.

En México, para desarrollar la actividad agrícola, se utiliza el 75.7 % del total del volumen de agua concesionada para uso consuntivo y el 63.4 % del volumen concesionado de fuente superficial (CONAGUA, 2019a; CONAGUA, 2019b).

3.2.3 Recursos Edáficos Agrícolas, Panorama General

Los suelos son la base de la agricultura y la seguridad alimentaria al suministrar alimentos, fibras, combustibles, productos farmacéuticos, recursos genéticos y otros materiales, además de ser un compartimiento ambiental que alberga comunidades bióticas extensas que refuerzan sus funciones, participa en el ciclo de nutrientes y regula las emisiones de gases de efecto invernadero, purifica el agua y reduce contaminantes e inundaciones, con lo cual promueve la salud de la biosfera (FAO, 2016; FAO, 2022a).

Su gestión es sostenible si al manejarlo, mantienen o mejoran los servicios ecosistémicos que proporciona, es decir, no altera los múltiples beneficios que el compartimiento ambiental aporta a la sociedad, o que la alteración no sea perjudicial para la realización de sus funciones (FAO, 2022a).

La agricultura se beneficia de los servicios ecosistémicos y, a su vez, los proporciona, pudiendo tener efectos positivos o negativos. Por ejemplo, como efecto positivo, la actividad proporciona hábitats a las especies silvestres y crea paisajes con valor estético y puede contribuir a la retención de carbono con prácticas que reducen la labranza, pero los plaguicidas, y la homogeneización del paisaje, pueden reducir la polinización natural y el cambio de uso de suelo deficiente pueden hacer aumentar las inundaciones y los corrimientos de tierras (FAO, 2022a).

Se estima que una tercera parte de la superficie terrestre, está destinada a la actividad agrícola, respondiendo a un crecimiento poblacional mundial que, se piensa, podría llegar a los 9,000 millones de personas en el 2050 (Burbano, 2016).

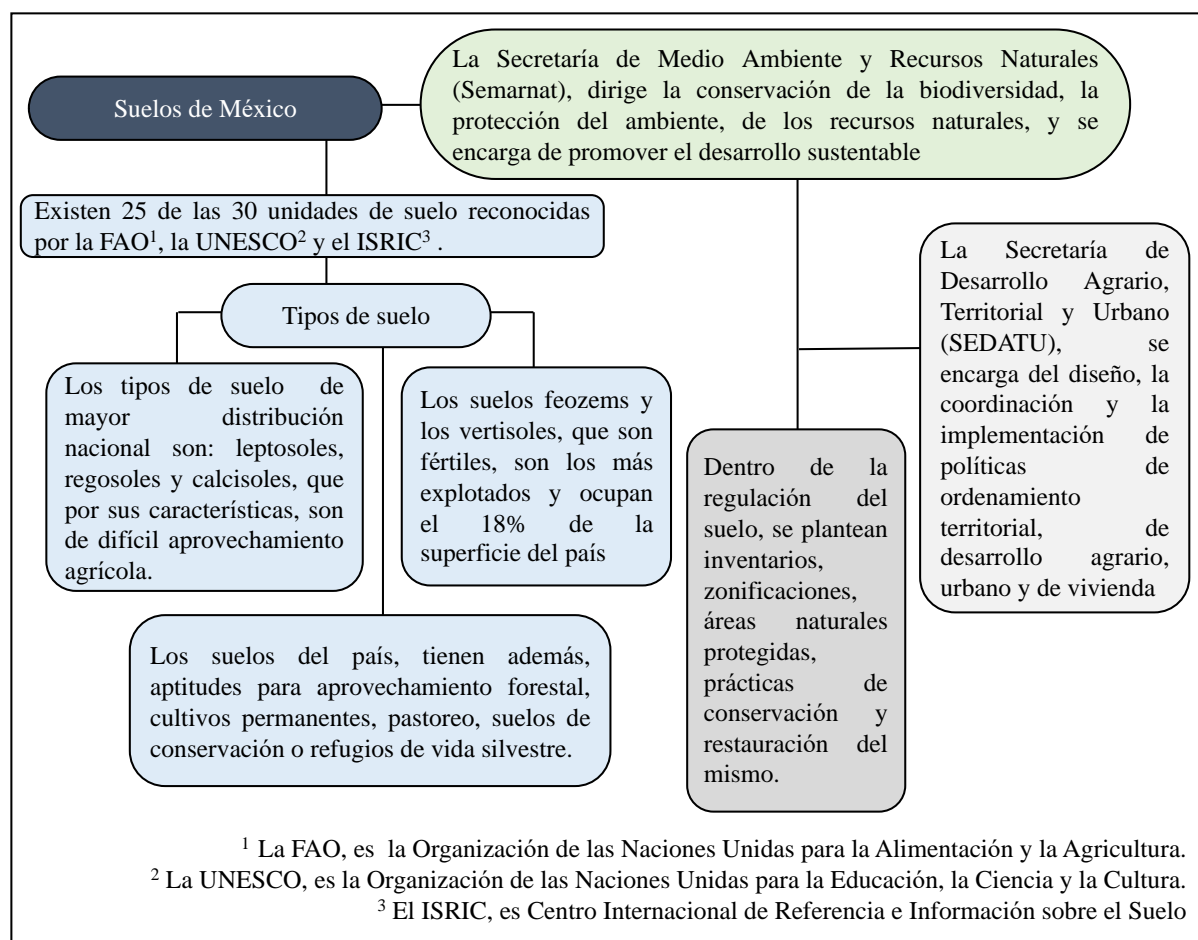
En México, el suelo tiene diferentes aptitudes o vocaciones que se basan en sus características y propiedades, reconociéndose 83.33 % del total de las unidades de suelo reconocidas.

Gran parte del territorio nacional se encuentra degradado, teniendo problemas de erosión y desertificación de suelos, pérdida de materia orgánica y carbono orgánico del suelo, pérdida de biodiversidad, pérdida de fertilidad y contaminación del mismo, todo lo anterior procedente o intensificado por: el cambio climático, las prácticas agrícolas insostenibles, el uso descontrolado de agroquímicos, la agricultura extensiva, los monocultivos, la deforestación y el crecimiento urbano desordenado, entre otros factores (Anglés, Bocco, Cotler, Cram, Lee, Ortiz, Prado, Reyes, Saniger & Siebe, 2021).

La desertificación se presenta en alrededor del 59 % de la superficie del país, en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas. Dentro de las causas antropogénicas que fomentan la desertificación son: el sobrepastoreo, el cambio de uso de suelo, la deforestación, la labranza poscosecha y el mal manejo de suelo (Anglés *et al.*, 2021).

Figura 5

Aspectos básicos de la regulación, tipos y aptitudes de los suelos de México



Elaboración propia.

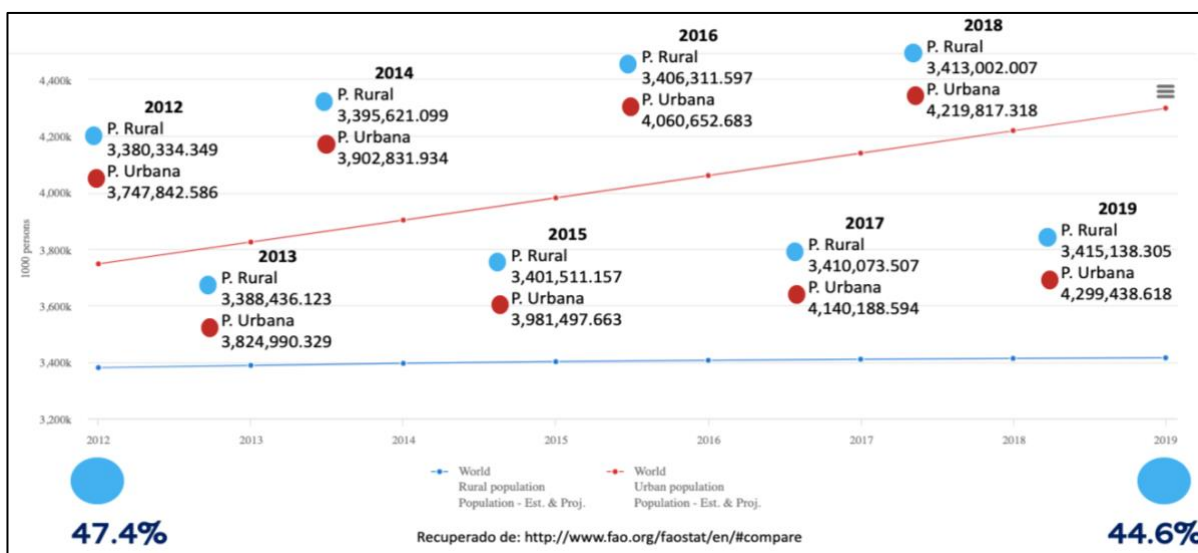
Basado en sus características y propiedades, el suelo tiene diferentes aptitudes o vocaciones. En México, se tienen más del 80 % del total de las unidades de suelo reconocidas por el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (Unión Internacional de Ciencias del Suelo [IUSS], 2007; SEMARNAT, s.f.d). En el Manual de Organización General de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, publicado en el Diario Oficial de la Federación (2021), establecen la coordinación aplicada a las políticas de ordenamiento territorial de la nación.

La planeación urbana en el país, se hace mediante análisis edafológicos, donde se determina el potencial aprovechamiento de los suelos en cada zona, estos análisis se basan en las cartas edafológicas elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], dirigidas por la dirección general de geografía, y derivados de la clasificación de suelos de la FAO/UNESCO con modificaciones de la Dirección de Estudios del Territorio Nacional.

3.2.4 Población Agrícola, Panorama General

Figura 6

Serie de tiempo de la distribución poblacional rural y urbana a nivel mundial



Nota. Adaptado del *Comparativo de distribución poblacional*, del portal de estadísticas FAOSTAT, 2021. <http://www.fao.org/faostat/en/#compare>

Socioeconómicamente, la agricultura, es esencial para lograr el desarrollo de las zonas rurales y por consecuencia el de la población rural, además de ser un punto clave para alcanzar la seguridad alimentaria. Sin embargo, actualmente, la población rural, encargada de cubrir las

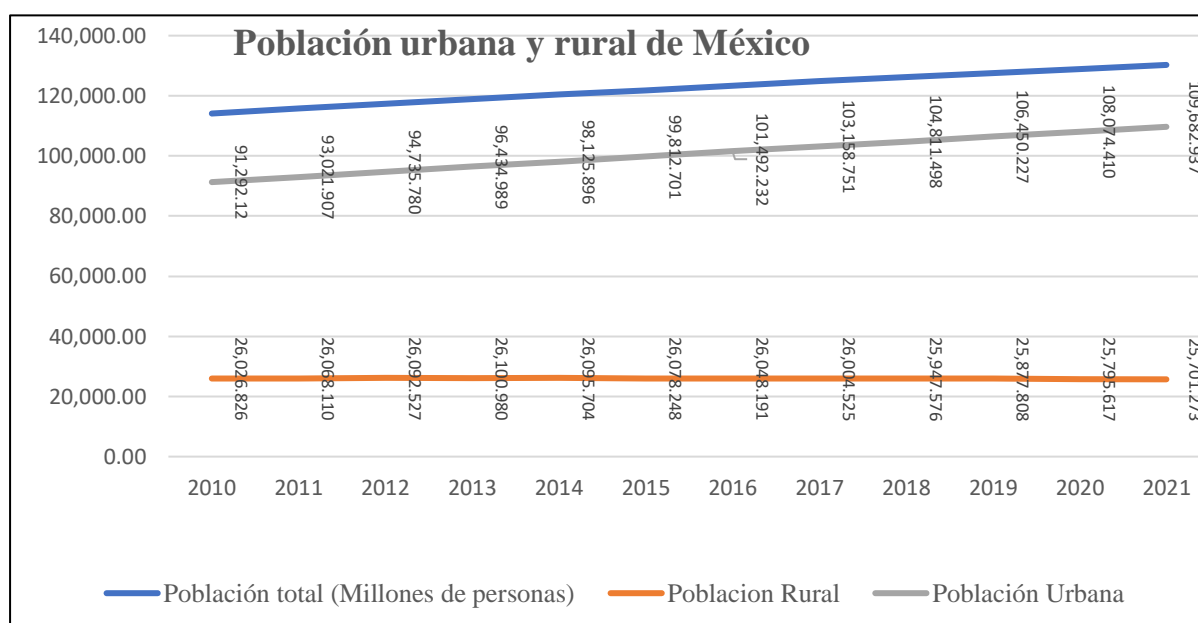
demandas alimenticias mundiales, tiene una tendencia preocupante de decrecimiento anual de su población, mientras que la población urbana, es decir, los principales consumidores, mantienen un mayor crecimiento.

Se prevé que para el año 2050, alrededor del 70 % de la población mundial vivirá en áreas urbanas en 2050 (FAO, 2021). Esta situación tiene un trasfondo de marginación, falta de protección, falta de integración y de representatividad para las personas dedicadas al campo, para sus familias y comunidades.

En México, también podemos ver un proceso de envejecimiento de la población rural, en donde, según un reporte de la SAGARPA (2014), la edad promedio de las personas dedicadas al campo era de 55.6 años, con una gran proporción de responsables de más de 60 años, esto, aunado a una falta de relevo generacional, impulsado por la inflexibilidad en el mercado de tierras, baja rentabilidad de la actividad agropecuaria, carencias educativas para reforzar el capital humano, falta de incentivos para mantener y acceder a este sector productivo, que también tienen alto nivel de marginación y pobreza, y un bajo nivel educativo, situaciones que contribuyen a la migración rural de jóvenes y adultos, datos preocupantes para el campo mexicano (FAO, 2021; SAGARPA, 2014).

Figura 7

Distribución poblacional rural y urbana de México 2010- 2021, de acuerdo a la FAO (2021)

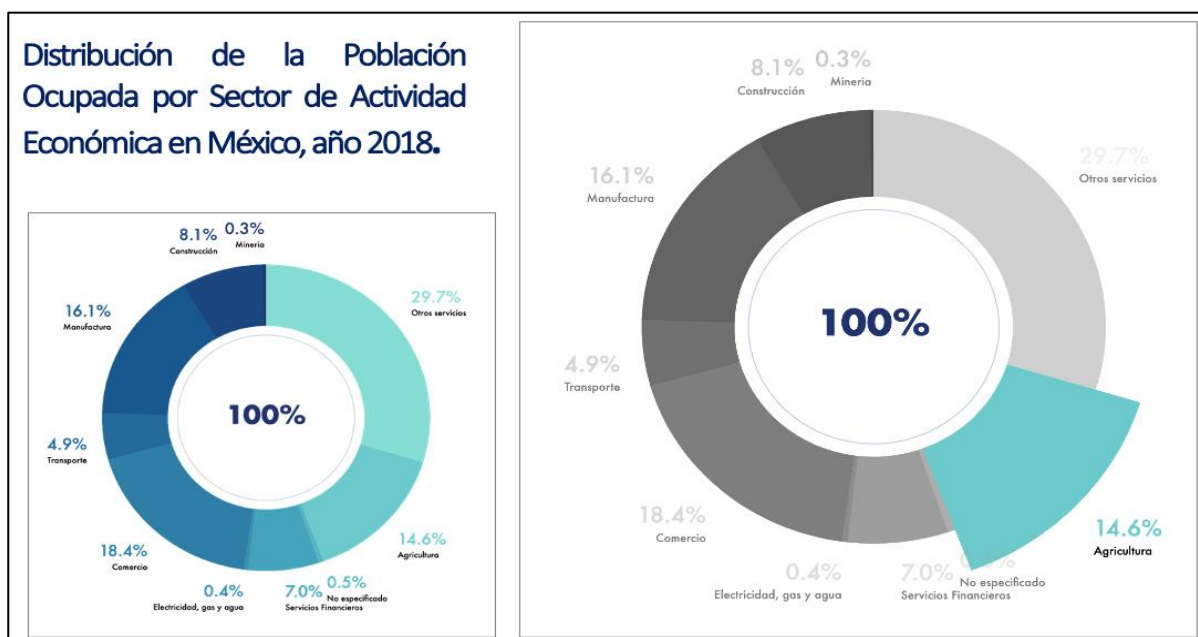


Elaboración propia.

En cuanto a sector, el porcentaje de población ocupada a la agricultura en el país, es de 14.6 % (FAOSTAT, 2021), (obsérvese la figura 8), y el 51.9 % s de los agricultores, son pequeños productores, disponiendo únicamente de 0 a 2 hectáreas (INEGI, 2016).

Figura 8

Distribución de la población por ocupación de sector de actividad económica de México



Elaboración propia.

3.2.5 Gobernanza Agrícola, Panorama General

La gobernanza, que dirige el desarrollo del sector agrícola, involucra procesos de toma de decisiones sobre la asignación de recursos y la intervención directa para regular los medios de vida agrícolas, los programas, las condiciones poblacionales, los proyectos, estímulos e inversiones. Además, como se ha referido previamente, la agricultura se involucra activamente con el desarrollo de la población rural y así mismo se relaciona con su alimentación, solvencia, sus capacidades comerciales, la protección del entorno y de la biodiversidad, el suministro de insumos, materiales y recursos que requiere la sociedad, la industria y los otros sectores económicos (FAO, 2015).

3.2.6 Cambio Climático, Panorama General

La expresión Cambio Climático señala la variación del clima respecto del historial climático a una escala regional o global, enfatizando principalmente a las causas antrópicas

actuales y futuras, que conllevan a un efecto invernadero ampliado o reforzado, que altera la composición original de la atmósfera, y aunque las variaciones climáticas de origen natural han existido y seguirán existiendo como consecuencia de diferentes fenómenos naturales, como; los cambios fraccionales en la radiación solar, las erupciones volcánicas y otras fluctuaciones propias del sistema climático, las diferencias transcendentales en el cambio de la frecuencia, intensidad y durabilidad de la variabilidad, altera los sistemas naturales, e impacta diversas actividades económicas (Conosur Sustentable, 2007; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2019).

Los sectores de autotransportes, las actividades industriales, la forma en que generamos nuestra energía, basada en la combustión de fuentes fósiles (petróleo, gas y carbón), las formas en que producimos nuestros alimentos, los cambios de uso de suelo, la deforestación y la degradación de los bosques, son las fuentes de gases de efecto invernadero predominantes, que incrementan la temperatura, alterando el clima y contribuyendo al cambio climático (Conosur Sustentable, 2007; IPCC, 2019). La mitigación y la adaptación se han señalado como acciones para enfrentar el cambio climático, es decir, la reducción de las fuentes o la implementación y mejora de sumideros de GEI. Las tareas de mitigación del cambio climático están estrechamente vinculadas a los sectores de energía, transporte y agricultura, responsables de grandes emisiones de GEI (Quintana, 2017; Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC], 2019).

3.3 Marco Legal

Para regular a la actividad y al sector agrícola, y fomentar el desarrollo rural, y las prácticas sustentables, existen diversos organismos e instrumentos (leyes, normas, reglas, etc.), de diferentes órdenes o niveles. El municipio obedece a intereses nacionales, estatales y locales, ajustándose a compromisos internacionales. Dentro del escalonamiento gubernamental, la coordinación entre la federación, los estados y los municipios es llevada por organismos intermediarios y locales. La relación vinculante que tiene México con algunos de ellos, como en el caso de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) o la Organización de los Estados Americanos (OEA), es que al ser estado miembro de dichos organismos, reconoce y adopta compromisos, tratados multilaterales y marcos regulatorios.

3.3.1 Nivel Internacional

Tabla 3

Organismos Internacionales, misión y algunas contribuciones globales, marco legal

Organismo internacional	Misión resumida / Contribución
FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 	Reducir el hambre, la inseguridad alimentaria, la malnutrición y la pobreza, principalmente en zonas rurales, promover la sostenibilidad y producción de la agricultura, pesca, ganadería y la actividad forestal. Contribución en análisis y la generación de conocimiento referente a los sistemas agroalimentarios, el estado de los recursos naturales, el desarrollo de las poblaciones rurales, entre otros (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], s.f.).
ONU (Organización de las Naciones Unidas) 	Mantener la paz y la seguridad a nivel mundial, fomentar la justicia internacional, participar en temas de carácter económico, social, cultural o humanitario, promover el desarrollo sostenible. / Ha sido parte de la evolución de los sistemas agroalimentarios a nivel mundial, de los planes globales para erradicar el hambre, y transformar los modelos de desarrollo para que tengan un carácter sustentable, con programas, protocolos, cumbres y convenciones marco (Naciones Unidas [ONU], S.f.a).
PNUMA (El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) 	Concientizar y resolver problemas ambientales, crear consenso y acuerdos internacionales, fomentar la participación de las empresas y la industria, la comunidad científica y académica, las organizaciones no gubernamentales y los grupos cívicos, promover investigaciones y síntesis de información regional y mundial relativa al tema. / Dirige la redacción de informes técnicos de gran valor científico, promueve la sostenibilidad y la consecución de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], S.f.).
WWC -WORLD WATER COUNCIL (Consejo Mundial del Agua) 	Sumar compromiso político y acción sobre temas críticos de los recursos hídricos y la gestión de los servicios de agua, generar información, cooperación y diálogo para promover su uso eficiente, conservación, protección, desarrollo, planificación, gestión con una base ecológicamente sostenible. / Generan recursos informativos actualizados y compromisos multilaterales orientados al cumplimiento de su función (ONU, S.f.b).
FIDA (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola) 	Institución financiera internacional y organismo especializado de las Naciones Unidas invertir en el desarrollo de población y empresas rurales, para que fortalezcan su seguridad alimentaria, nutrición e ingresos. El FIDA financia programas y proyectos de desarrollo agrícola en México desde 1980 (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola [FIDA]), S.f.).
CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe 	Promover el desarrollo integral de América Latina y el Caribe, con diagnósticos, análisis de la situación social, política y económica en áreas y grupos específicos de población; estudio y difusión de experiencias e implementación de protección social e igualdad en los gobiernos, asesoría a los gobiernos en el diseño de programas y políticas sociales, entre otras actividades. / Fuente de datos, información y conocimiento de dichos temas en la región, facilita un panorama regional (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], S.f.).

Elaboración propia.

3.3.2 Nivel Nacional

En México, para que los recursos, conocimientos, obligaciones y acciones puedan distribuirse dentro de toda la nación, el gobierno se organiza en 3 niveles: Federal, Estatal y Municipal.

Tabla 4

Organismos reguladores, nivel nacional

<i>Organismo Federal</i>	<i>Misión resumida</i>
SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales 	Autoridad Ambiental Federal. Tiene como propósito fundamental, constituir una política de estado de protección ambiental, que revierta las tendencias del deterioro ecológico y sienta las bases para un desarrollo sustentable en el país, incorporando en los diferentes ámbitos de la sociedad y de la función pública, criterios e instrumentos que aseguren la óptima protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales del país (Gobierno de México, 2017).
SADER. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural 	Se encarga de la administración, regulación y fomento de la actividad económica primaria (salvo los minerales y energéticos regulados por la Secretaría de Energía). Encargada de diseñar, planear, ejecutar y coordinar las políticas públicas en materia agropecuaria, fomentar el desarrollo económico y social de las zonas rurales y comunidades pesqueras (Gobierno de México, S.f.a).
SEDATU. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano 	Impulsar el desarrollo territorial sostenible e incluyente del país mediante el diseño, coordinación e implementación de políticas de ordenamiento territorial, desarrollo agrario y desarrollo urbano y de vivienda adecuada, con un enfoque transversal y articulado con el Plan Nacional de Desarrollo, a fin de contribuir a la mejora del bienestar de la población que habita o transita en el territorio nacional (Gobierno de México, S.f.b).
CONAGUA. Comisión Nacional del Agua 	Administrar y preservar en cantidad y calidad las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, con la participación de los usuarios y la sociedad, y con la vinculación de la gestión de los tres órdenes de gobierno, para lograr el uso sustentable del recurso, e implementar acciones para enfrentar los fenómenos hidrometeorológicos extremos (Gobierno de México, S.f.c).
INECC. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático 	Organismo de investigación del Estado Mexicano que genera e integra investigación técnica y científica en materia de ecología y cambio climático, para apoyar la toma de decisiones. El Instituto fue creado, simultáneamente, con la entrada en vigor de la Ley General de Cambio Climático (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC], 2007).
IMTA. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 	El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA], es un organismo público descentralizado que se aboca a enfrentar los retos nacionales y regionales asociados con el manejo del agua y a perfilar nuevos enfoques para proteger el recurso y asignarlo de manera eficiente y equitativa entre los distintos usuarios (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA], S.f.).

Elaboración propia.

Tabla 5*Instrumentos reguladores, nivel nacional*

<i>Nivel Federal</i>	<i>Finalidad</i>	<i>Ejemplos Ordenamientos</i>
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Gobierno De México, 2021a).	La Constitución contiene los principios y objetivos de la nación. Establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos.	Acoge en el párrafo V del artículo 4º, el principio de proteger un medio ambiente adecuado, el Art. 25 incorpora el concepto de sustentable (sostenible), estableciendo la base constitucional del desarrollo sostenible en nuestro país.
Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2019).	Dependencia del Poder Ejecutivo Federal, propicia políticas para fomentar la producción del sector agropecuario, e integrar a las cadenas productivas del resto de la economía a las actividades rurales, estimular programas y proyectos para el sector agropecuario.	Uno de los Programas federales es "Sembrando Vida", dirigido a las y los sujetos agrarios de ciertos estados, entre ellos Puebla, a los que incentiva a establecer sistemas productivos agroforestales, combinando la producción de los cultivos tradicionales en conjunto con árboles frutícolas y maderables.
Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente [LGEEPA] (Gobierno de México, 2021b).	Ley reglamentaria que establece criterios y modalidades del Ordenamiento ecológico, de la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas de soberanía y jurisdicción de la nación. Establece facultades de federación, estados y municipios, asignándoles funciones ambientales, dentro del marco regulatorio contenido en la misma LGEEPA.	Título Tercero. Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales. Capítulo I. Aprovechamiento Sustentable del Agua y los Ecosistemas Acuáticos. Capítulo II. Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos. Capítulo III. De la Exploración y Explotación de los Recursos no Renovables en el Equilibrio Ecológico.
Ley de Aguas Nacionales (Gobierno de México, 2020).	Regular la explotación, uso o aprovechamiento de aguas en todo el territorio nacional, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral y sustentable.	Usos del Agua. Capítulo II Uso Agrícola. Sección Segunda, Ejidos y Comunidades. Sección Tercera y Cuarta, Unidades de Riego y Distritos de Riego. Sección Quinta, Temporal Tecnificado.
Ley de Desarrollo Rural Sustentable (Gobierno de México, 2021c).	Promover el desarrollo rural sustentable del país, propiciar un medio ambiente adecuado, garantizar la rectoría del Estado y su papel en la promoción de la equidad.	Título Segundo. De la Planeación y Coordinación de la Política Para el Desarrollo Rural Sustentable Título Tercero. Del Fomento Agropecuario y de Desarrollo Rural Sustentable.

Elaboración propia.

3.3.3 Nivel Estatal y Municipal

Dentro del escalonamiento gubernamental, la coordinación entre la federación, los estados y los municipios es llevada por organismos intermediarios y locales.

Tabla 6*Principales organismos reguladores a nivel estatal y municipal*

<i>Organismo</i>	<i>Función</i>
Estatal	
Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla (Gobierno del Estado de Puebla, 2021a).	Fomento de Programas Estatales dirigidos al desarrollo rural sustentable y a mejorar la calidad de vida en el campo. Coordinación directa con Organismos Federales.
Municipal	
*Secretaría de Desarrollo Económico y Turismo (Ayuntamiento de Atlixco, 2018).	A través de: *Dirección de Fomento Económico y Sector Agropecuario / *Regiduría de Industria, Comercio, Agricultura y Ganadería

*Nota.** Promueven el desarrollo rural sustentable, el desarrollo económico agrícola, y la calidad de vida en el campo del municipio. Están en coordinación con organismos estatales. Elaboración propia.

Tabla 7*Principales instrumentos reguladores a nivel estatal y municipal*

<i>Instrumento</i>	<i>Finalidad</i>	<i>Ejemplo ordenamientos</i>
Nivel Estatal		
Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla (Gobierno del Estado de Puebla, 2021b).	Conjunto de normas jurídicas que constituyen el derecho y la capacidad efectiva para la entidad local de regular y administrar, en el marco de la ley, bajo su propia responsabilidad y en beneficio de su población, una parte importante de los asuntos públicos.	Capítulo V de la Protección al Ambiente, Preservación y Restauración del Equilibrio Ecológico y de la Salubridad Pública Art. 122
Nivel Municipal		
Plan Municipal de Desarrollo (Ayuntamiento de Atlixco, 2018).	Sienta las bases para resolver los asuntos: sociales, económicos y culturales que sucedan en el municipio, resultado inicial y principal de la aplicación de un esquema de planeación de gobernanza.	Programas Estratégicos de Beneficios para el Sector Agrícola

Elaboración propia.

3.3.4 Gestión Jurídica del Agua

Como se mencionó previamente, en México, las cuencas del país se organizan en 37 regiones hidrológicas, agrupadas en 13 regiones hidrológico-administrativas (RHA). Para su gestión jurídica existen 13 Organismos de Cuenca (OC) responsables de administrar y preservar las aguas nacionales en cada una de sus correspondientes regiones hidrológico-

administrativas, que junto con la SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) promueven programas de mejora, modernización, rehabilitación, equipamiento de las áreas bajo riego (CONAGUA, 2019).

Tabla 8

Regulación de agua, a nivel cuenca

Organismo	Detalles
ORGANISMO DE CUENCA BALSAS. N. 248. Clave estatal, clave municipio. 21019. Atlixco, Puebla (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2019).	Región hidrológico Administrativa Balsas y circunscripción territorial.
Las Direcciones locales auxiliarán, en sus funciones, a los Organismos de Cuenca, comprendidos dentro de su territorio sede	

Elaboración propia.

3.4 Antecedentes

Para conocer como se ha desarrollado a nivel mundial el análisis de los elementos del sistema socioambiental planteado y sus interrelaciones, se hizo un análisis bibliométrico, vislumbrado a partir de la base de datos bibliográfica SCOPUS, con información actualizada hasta el mes de mayo del año 2021. Los siguientes gráficos (Figuras 9, 10, 11 y 12), son salidas de dicha base de datos.

Figura 9

Gráfica, resultado de documentos por tipo, análisis bibliométrico

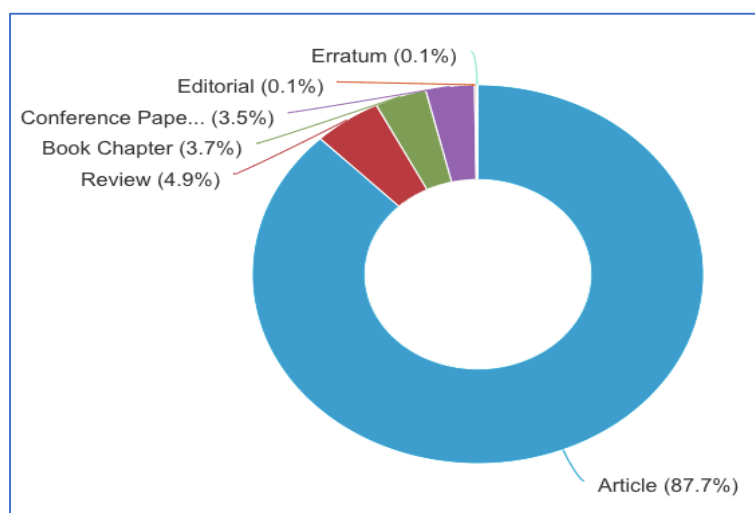
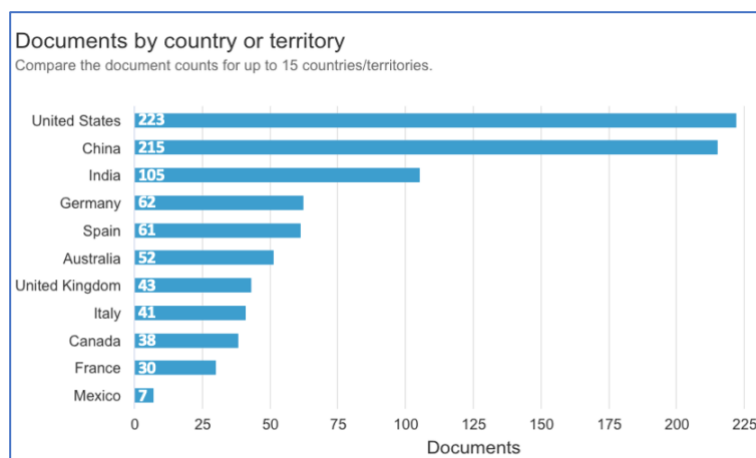
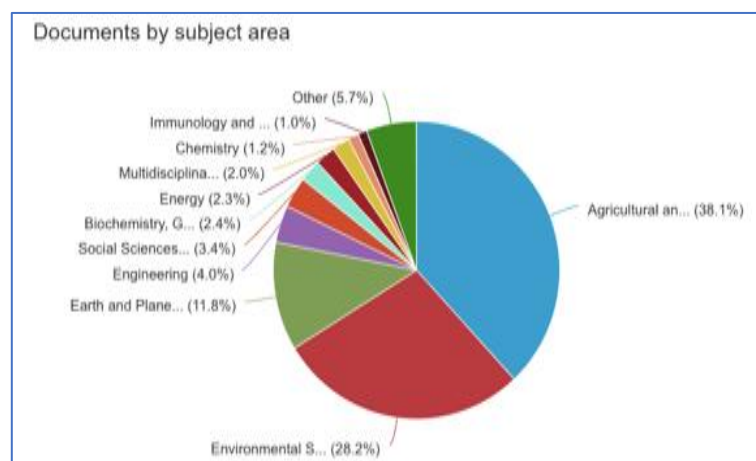


Figura 10

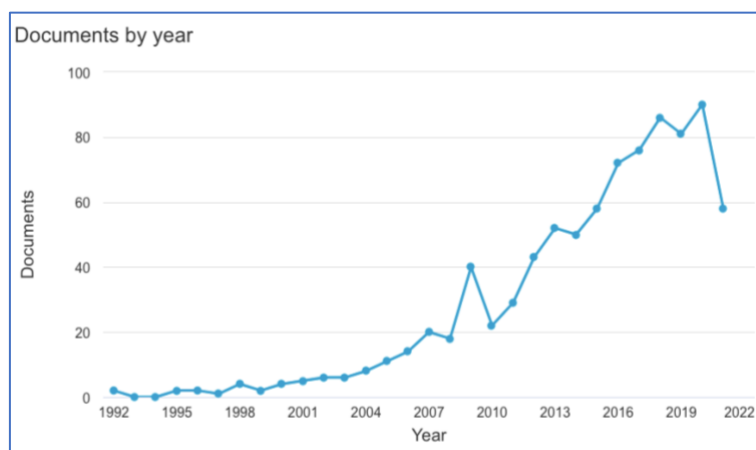
Gráfica, resultado de documentos por país o territorio, análisis bibliométrico

**Figura 11**

Gráfica, resultado de documentos por área, análisis bibliométrico

**Figura 12**

Gráfica, resultado de documentos por año, análisis bibliométrico



A partir del mismo, se aprecia gran variabilidad en el estudio de los elementos del sistema, percibiéndose una tendencia creciente para su abordaje, exceptuando algunos años. Se puede distinguir que, el abordaje sobresale en el área de las ciencias ambientales, y que, en los artículos científicos, se ofrece el contenido más representativo del tema.

Tabla 9

Ficha de entradas de búsqueda y principales resultados, análisis bibliométrico

Entradas de búsqueda del Análisis Bibliométrico	
Periodo de Análisis	Del año 1990 al 2021
Entradas de búsqueda	Agriculture, AND soil, AND water, AND rural population, AND agricultural sector, AND governance, AND sustainability
Resultados del Análisis Bibliométrico	
Documentos encontrados	862
Rango de documentos por año	De 2 a 98
Años con más de 60 resultados	2016, 2017, 2018, 2019 y 2020
Resultado de tipos de documentos	Artículo, Revisión, Capítulo de libro, Papel de conferencia, Editorial, Errata.
Tipo de documento con más resultados	Artículo con 87.7 %
País o territorio con Mayores resultados	Estados Unidos con 223 y China con 215
Principales Áreas temáticas	Agricultura (38.1 %), Ciencias Ambientales (28.2 %), Ciencias del Planeta y la Tierra (11.8 %).

Elaboración propia.

Después del análisis bibliométrico, se prosiguió a visualizar algunas investigaciones. Los estudios con enfoques integrales son destacables, explorando en las interconexiones de sus elementos, una sinergia y aprovechamiento óptimo. Uno de ellos, es el “Nexo, agua, energía y alimentos”, surgido en Alemania y con eco global, que ha sido difundido a Latinoamérica y el Caribe por organismos internacionales como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] (Embid & Martín, 2017).

En estos análisis, se han resaltado diversos elementos naturales, sociales, económicos y políticos, que guardan grandes interacciones, y que, por tanto, se proponen manejar de forma

coordinada, en cuanto a estrategias y políticas, puntualizando que al carecer de esta estructura unificada y coherente, puede derivar en esfuerzos desatinados, resultados inesperados y efectos contraproducentes (Embid & Martín, 2017; Hermann *et al.*, 2012).

En general, los enfoques y métodos de análisis aplicados en abordajes análogos, son variados, existiendo coincidencias o similitudes en aspectos metodológicos. Algunos elementos del sistema ambiental planteado, han sido abordados de manera disociada en cuanto a los sectores y subsistemas particulares, centrándose, por ejemplo, en un único recurso, o una sola dimensión, y la escala de aplicación no aborda comúnmente la escala local, como en los enfoques integrales, cuya concentración se ha dado a escalas regionales y globales.

Desde un enfoque integrador, y de análisis de sistema socioambientales agrícolas, se observó carencia de investigaciones afines a partir de las metodologías de revisiones sistemáticas y meta-análisis.

En la figura 13, se exponen investigaciones que contemplan elementos del sistema planteado y un enfoque integral y sistémico, con una descripción metodológica y sus principales resultados, información de gran aporte para este estudio.

El enfoque de evaluación integrada de tierra, agua, energía y clima (Hermann *et al.*, 2012), analiza la disponibilidad del agua, la calidad del suelo y las políticas en materia de recursos y prácticas sostenibles en la agricultura, resaltando la importancia del planteamiento político y gubernamental. En el planteamiento de la evaluación de la sustentabilidad agrícola en una comunidad de Perú, se analizan indicadores, agrupados desde la perspectiva económica, social y ambiental, y seleccionados a partir de colaboradores expertos dentro del proyecto y con discusiones con la comunidad, utilizando una metodología de análisis de puntos críticos, dando evidencia de las aptitudes de la aplicación del enfoque sistémico y la visión integral (Espinola *et al.*, 2017). Las inferencias que se plantean en la propuesta de un subsistema de indicadores socioambientales diseñado para un distrito de Bogotá (Guttman *et al.*, 2004), articulada en la metodología de indicadores del modelo actual utilizado en dicha región, “Presión-Estado-Respuesta”, diversifica los indicadores existentes, para que sean mas realistas y pertinentes. Cuando se trata de medir o evaluar indicadores, se utilizan diferentes técnicas, como trabajos previos, entrevistas, observación de puntos críticos, implementación y propuesta de nuevos métodos. Obsérvese figura 13.

Figura 13

Antecedentes. Descripción metodológica y resultados de investigaciones afines

Título de la Investigación	Autor / Año / Lugar de procedencia	Descripción metodológica
Resultados		
<i>Climate, land, energy and water (CLEW) interlinkages in Burkina Faso: An analysis of agricultural intensification and bioenergy production</i>	Hermann, S., Welsch, M., Ericsdotter R., Howells M., Young C., Alfstad T., Rogner H., & Steduto, P. 2012. Royal Institute of Technology. Burkina Faso, África Occidental	Se realizó un estudio de caso del enfoque de evaluación integrada del clima, tierra, energía y el agua (Climate, Land, Food, Energy and Water systems approach [CLEW]), realizado en Burkina Faso. / El análisis combinó los sistemas de información geográfica (SIG) y los modelos de uso de la tierra de zonas agroecológicas (AEZ). Se utilizaron los datos existentes sobre la disponibilidad de agua y la calidad del suelo y su contenido de nutrientes como datos de entrada
Se demostró que es probable que se produzcan efectos adversos en las interdependencias del CLEW que no se tomaron en cuenta al formular políticas aisladas en materia de energía, agua o agricultura, sin investigar su impacto en otros recursos. Se necesitan mejores métodos y modelos que tengan en cuenta todos los sistemas de retroalimentación entre el clima, la tierra, la energía y los recursos hídricos		
<i>Evaluación de la Sustentabilidad del Sistema Agrícola de la Comunidad de Huapra</i>	Espinola J., Plá L., Montañez E., Leyva J. & Cáceres V. 2017. Perú	Evaluación de la sustentabilidad agrícola de la Comunidad Campesina, aplicando como metodología el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales, incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), a partir de un enfoque sistémico
Como resultados, se encontraron puntos críticos y fortalezas del sistema, como el bajo nivel educativo de sus pobladores, el alto nivel de diversificación productiva, baja productividad de cultivos y del predio en conjunto, rendimientos por debajo del promedio nacional en todos los cultivos de la comunidad		
<i>Metodología para medir la sustentabilidad en agroecosistemas familiares campesinos</i>	Fonseca N. 2021. Fusagasugá, Cundinamarca	Diseño de una estructura de diagnóstico participativo para caracterizar aspectos socioeconómicos y biofísicos de un agroecosistema midiendo la sustentabilidad a través de indicadores de sustentabilidad en agroecosistemas campesinos, aplicando como metodología el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales, incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)
Como resultado, se interpretó la metodología MESMIS, y se propusieron criterios de medición, compuestos por una serie de indicadores, que a su vez se evalúan a partir de fórmulas matemáticas y criterios de evaluación		
<i>Análisis de la sustentabilidad ambiental en un establecimiento agro-productivo ecológico respecto de la agricultura convencional. Provincia de Buenos Aires</i>	Vignolles M. 2018. Tandil, Argentina	Metodológicamente, se utilizaron indicadores de sustentabilidad, trabajos previos, entrevistas, matriz FODA y propuestas de corrección de puntos críticos
Se encontró que la agricultura ecológica, conforma una alternativa a los sistemas convencionales de producción, contribuyendo a sistemas más diversificados y autosuficientes		
<i>Diseño de un Sistema de Indicadores socio ambientales para el Distrito Capital de Bogotá</i>	Guttman E., Zorro C., Cuervo A. & Ramírez J. 2004. Bogotá	Diseño conceptual y metodológico de un subsistema de indicadores socio-ambientales útiles para direccionar decisiones, políticas y programas, articulada en la metodología de indicadores del modelo Presión - Estado - Respuesta
Como resultado, se planteó un sistema alternativo de indicadores socioambientales, herramienta para la planeación y gestión del Distrito		

Elaboración propia.

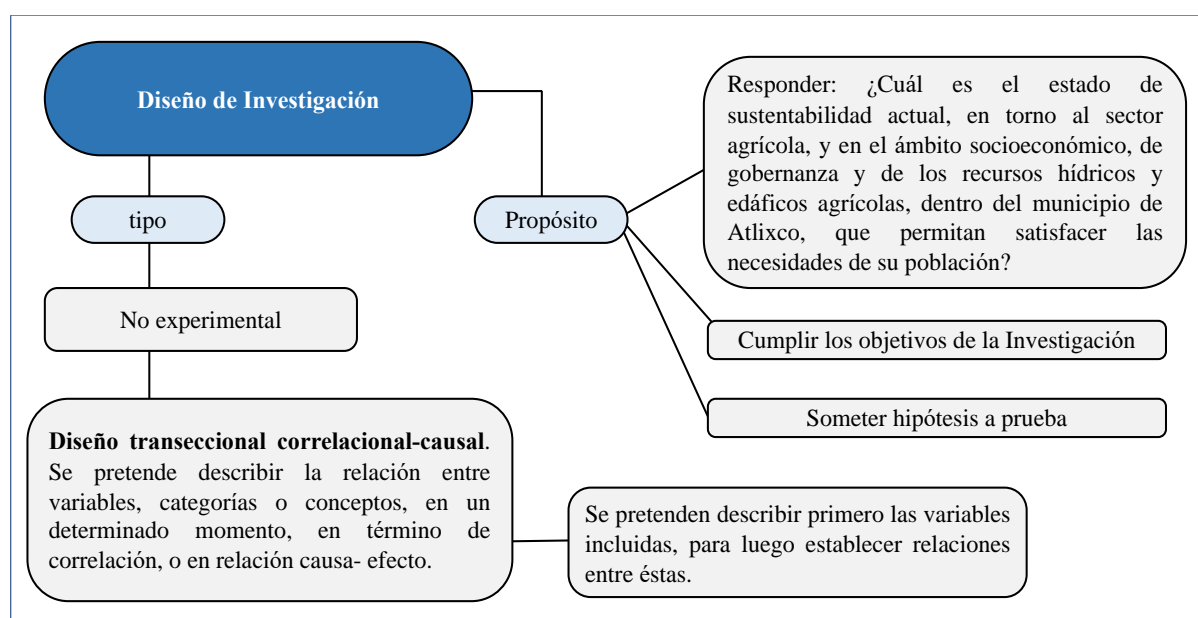
Capítulo IV. Diseño de la Investigación y Metodología

4.1 Tipo de Investigación

Los métodos y técnicas elegidos y combinados, para responder a la pregunta de investigación, para cumplir con los objetivos y someter a prueba la hipótesis de este estudio, concuerdan con lo descrito por Hernández, Fernández & Baptista (2006), como un tipo de investigación no experimental, de diseño transeccional correlacional causal.

Figura 14

Diseño de Investigación



Elaboración propia.

4.2 Localización del Área de Estudio

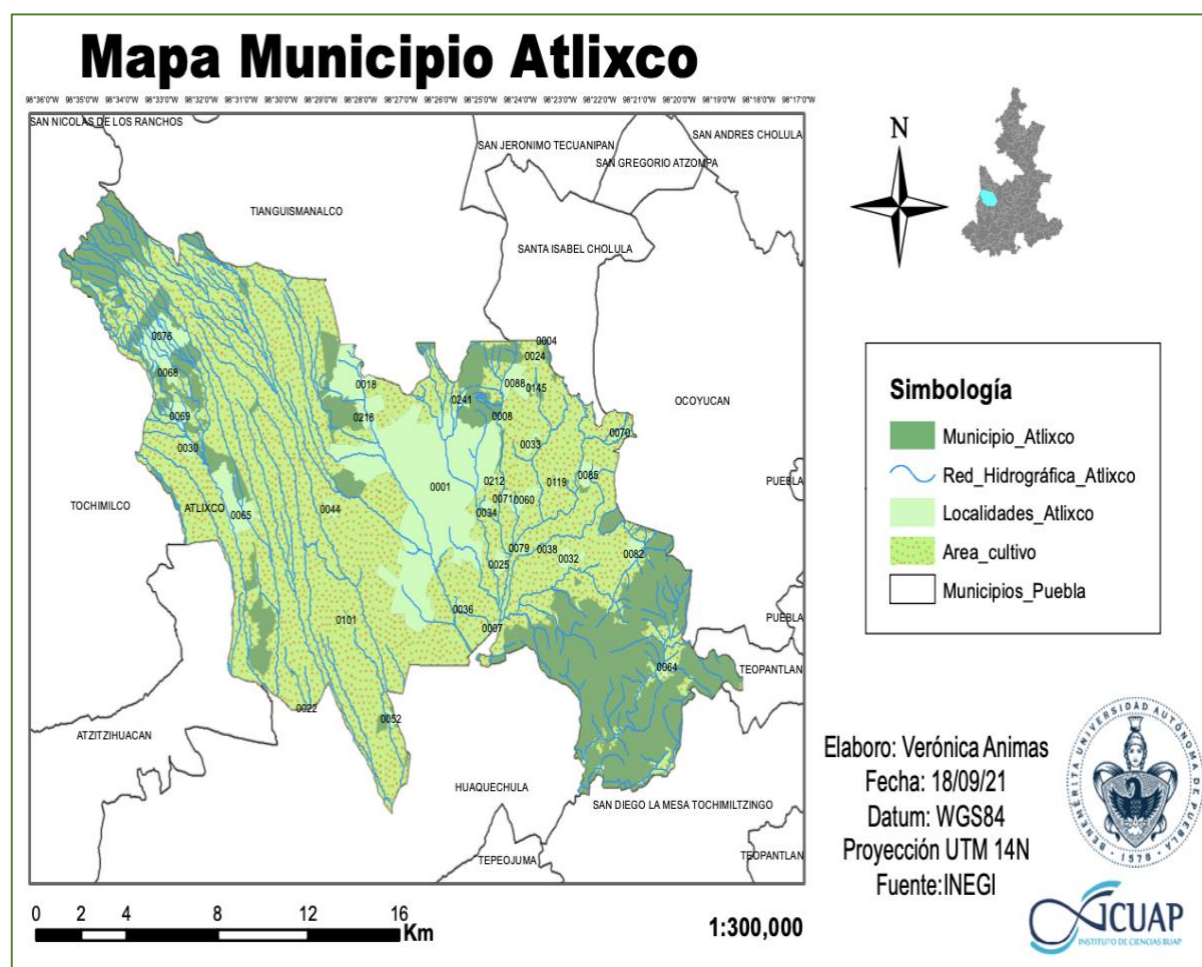
El municipio se localiza en el centro- este de la república mexicana, y en el centro oeste del estado de Puebla. Limita al norte con Tianguismanalco y Santa Isabel Cholula, al este con Ocoyucan y Teopantlán, al sur con los municipios de San Diego la Mesa Tochimiltzingo, Huaquechula y Atzizihuacán; al oeste con los municipios de Atzizihuacán y Tochimilco (INEGI, 2017).

4.2.1 Coordenadas

Las coordenadas del municipio son las siguientes: Latitud norte 18 grados, 54 minutos, 31 segundos ($18^{\circ}, 54' y 31''$), longitud oeste 98 grados, 26 minutos y 03 segundos ($98^{\circ}, 26' y 03''$), altitud 1834 msnm (INEGI, 2017).

Figura 15

Mapa del Municipio de Atlixco, localización, red hidrográfica y áreas de cultivo



Elaboración propia.

4.3 Metodología

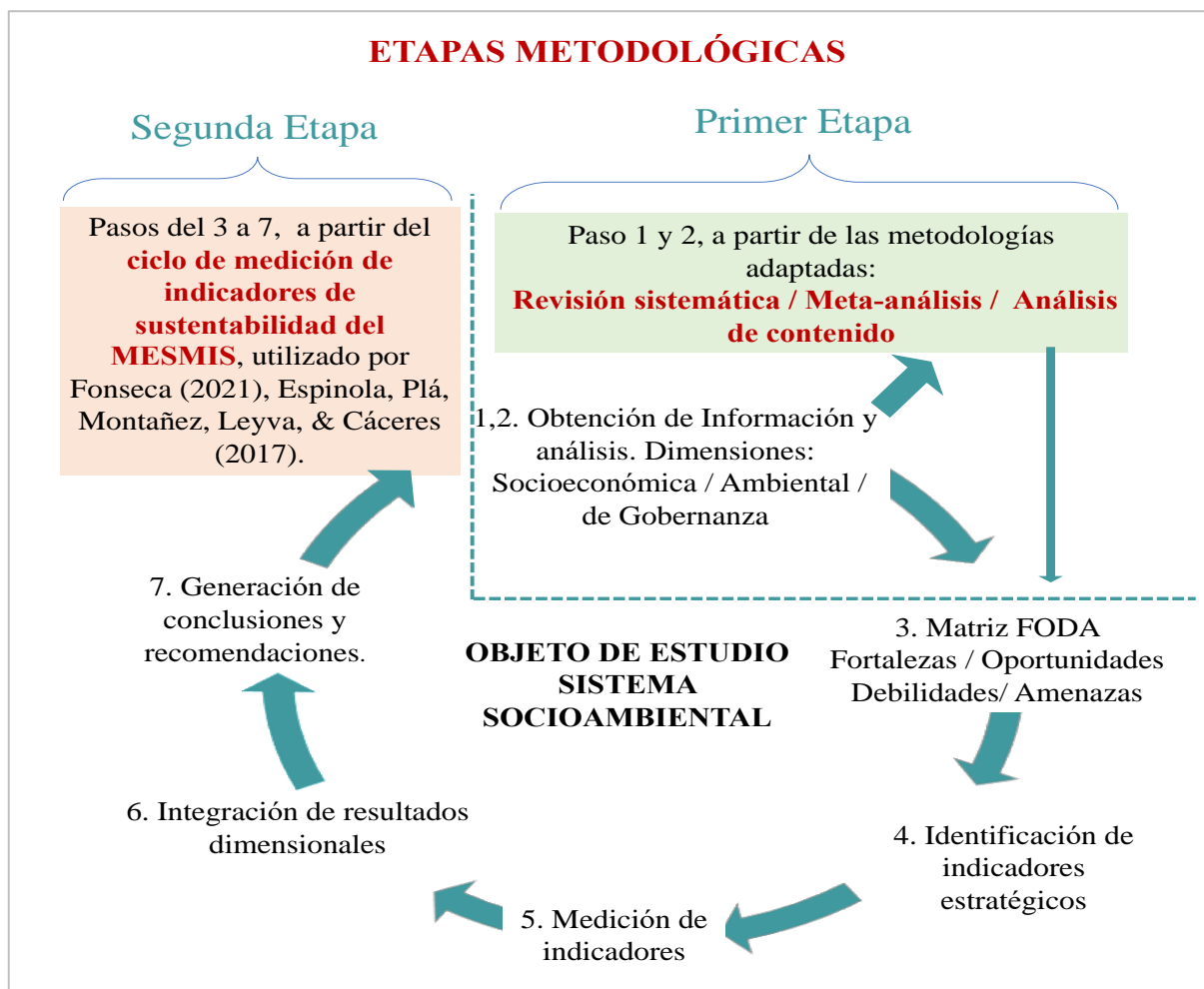
El análisis de nuestro sistema ambiental, y sus elementos, deriva de la información existente, tanto en la literatura científica, como en las fuentes oficiales de información socioeconómica y de gobernanza, por ello, se han seleccionado a la revisión sistemática, el meta-análisis y el análisis de contenido como las metodologías para la obtención y el análisis

de la información, mismas que se consideran oportunas por sus procesos exhaustivos, rigurosos, y validables.

Una vez cumpliendo con el carácter riguroso de la información y siguiendo las metodologías mencionadas y correspondientes al análisis de la primera etapa, se prosigue a evaluar la sustentabilidad con la identificación, selección y evaluación de indicadores de sustentabilidad. La identificación, selección y evaluación de dichos indicadores se realizó adaptando los pasos del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) utilizados por Fonseca (2021), Espinola, Plá, Montañez, Leyva, & Cáceres (2017), pasos que pueden observarse en la figura 16.

Figura 16

Etapas metodológicas de la investigación



Elaboración propia.

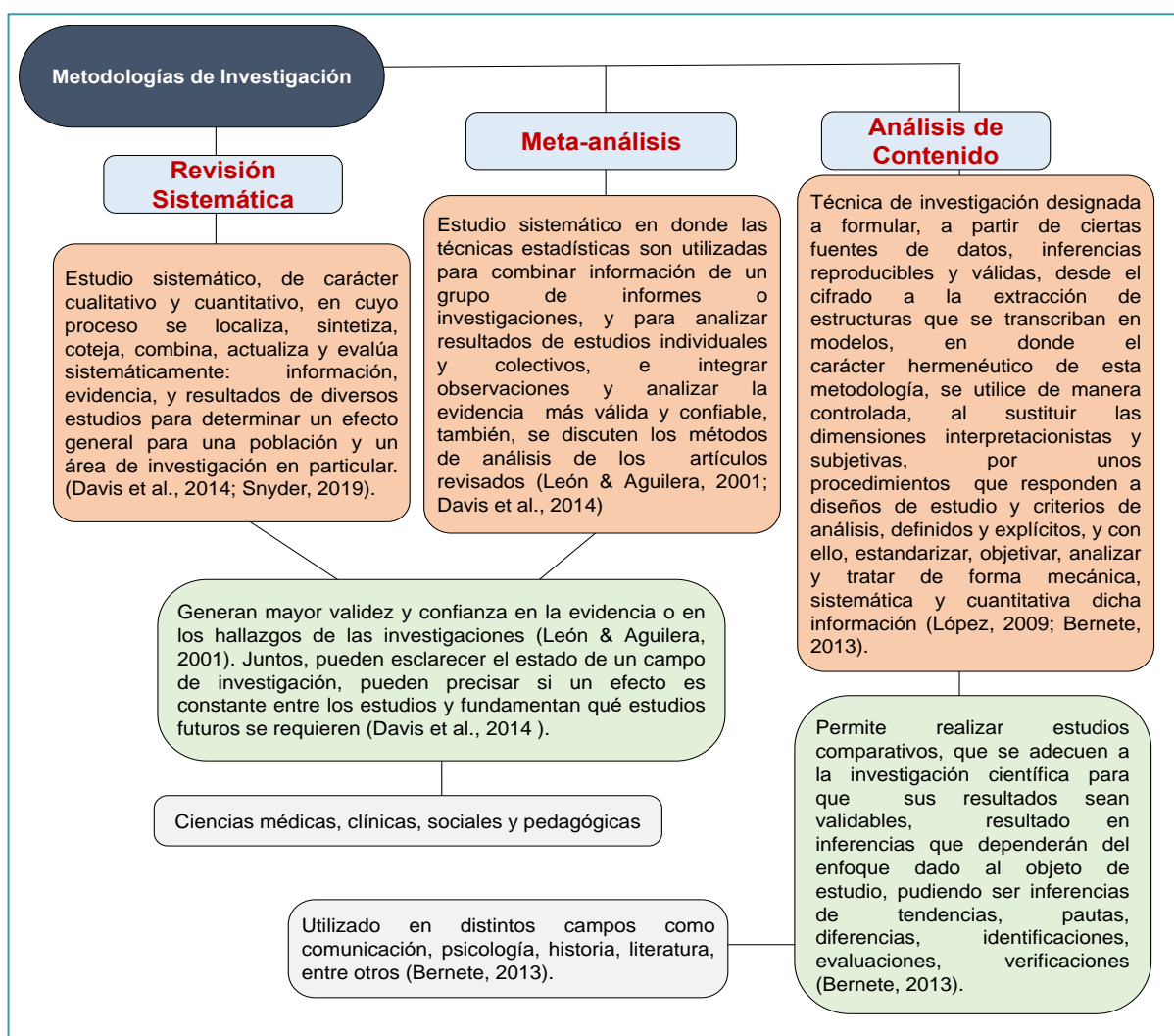
4.3.1 Primera Etapa Metodológica

4.3.1.1 Revisión Sistemática, Meta-Análisis y Análisis de Contenido.

La necesidad de resumir y entender la vasta y dispersa información existente en la literatura científica, ha fomentado el desarrollo de diversas metodologías que generan conocimientos veraces y confiables (Escrig *et al.*, 2020). En las áreas del saber, su utilización se ha visto desarrollada de forma diferida, sin embargo, dichas metodologías, pueden ser de gran aporte en otras áreas, si se respeta su carácter riguroso y validable.

Figura 17

Descripción, contribuciones y áreas de investigación de mayor desarrollo de la revisión sistemática, el meta-análisis y el análisis de contenido



Elaboración propia.

La revisión sistemática es una técnica que aporta evidencia continua a la investigación, siguiendo procesos planificados y rigurosos que transitan desde la adquisición de la evidencia, con la búsqueda bibliográfica y la selección de estudios, a la síntesis de dicha evidencia, con la extracción de datos, la evaluación de riesgos de sesgos, es decir, la calidad de la evidencia, hasta llegar al meta-análisis (Linares *et al.*, 2018).

Por su parte, el meta-análisis, es una técnica estadística inferencial, que es parte de la revisión sistemática, que combina y resume los resultados de varios estudios individuales, posibilitando un resultado estadístico más significativo y preciso al incrementar el tamaño muestral, estrechando, con ello, el Intervalo de confianza poblacional o su banda de fluctuación (Escrig *et al.*, 2020), para la combinación síntesis y análisis de resultados, adhiriéndose al compromiso de generar información y aportar evidencia de trascendencia a una temática (Bolaños & Calderón, 2014). Para realizarse, los estudios deben compartir medidas estadísticas comparables (Snyder, 2019).

A partir de la información anterior, se hicieron ajustes de las metodologías propuestas para adaptarlas a: nuestro paradigma de investigación, a nuestro objeto de estudio, y a la información existente de la literatura científica y de las fuentes oficiales de información socioeconómica y de gobernabilidad del municipio. El proceso sigue las etapas esquematizadas en la figura 18.

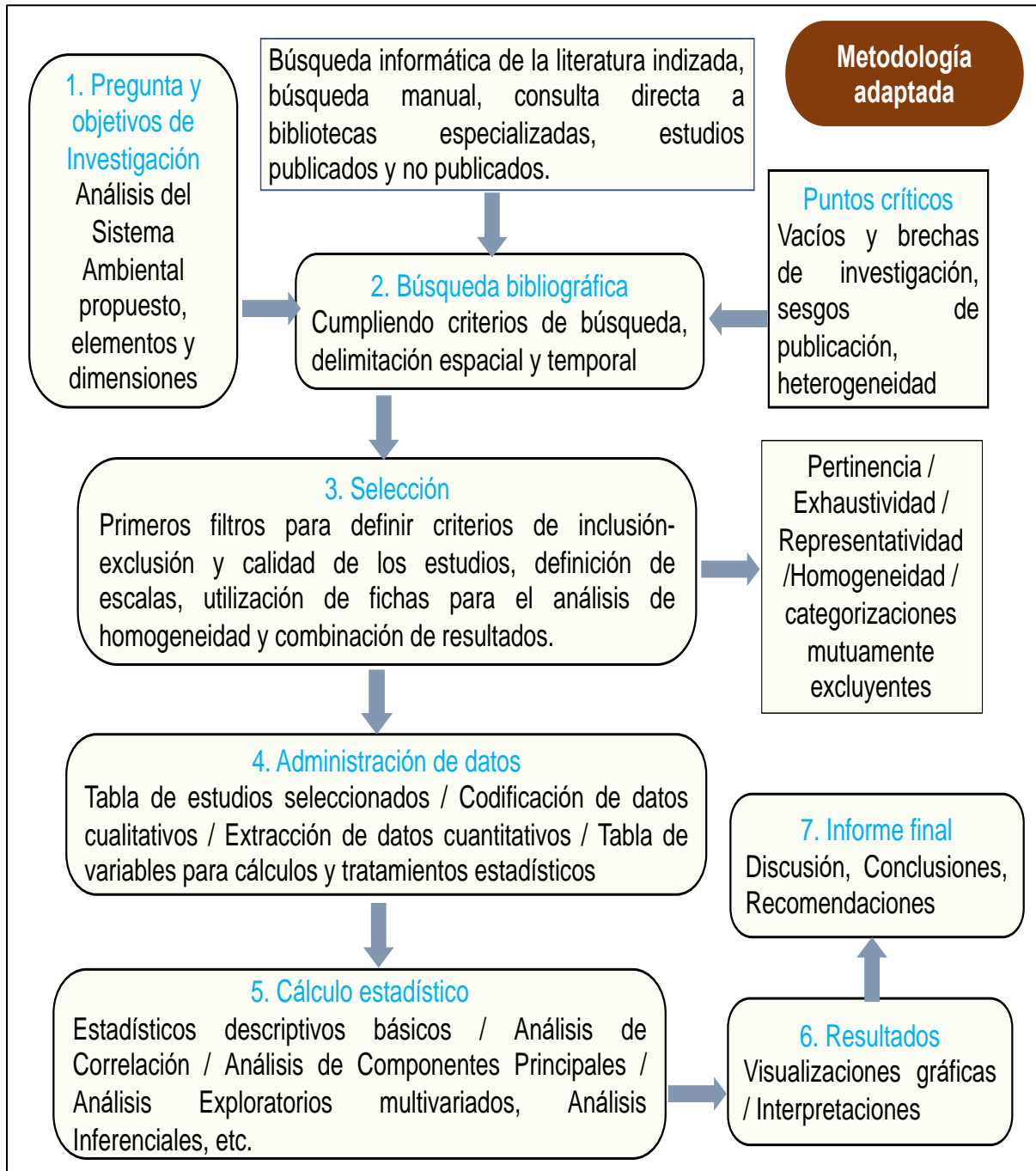
El análisis de contenido, es un proceso de inferencia, que tiene como propósito, extraer y exteriorizar un sentido no explícito en un producto narrativo, o los componentes esenciales de un fenómeno determinado, aspirando a ser riguroso en su medición. La diferencia con otro tipo de análisis, como el documental, se centra en la inferencia, pues esta fase interpretativa, permite un mayor alcance que la clasificación de elementos, la descripción u otros fines de archivo y consulta, por ello, esta técnica, es una de las más elaboradas, que goza, además, de gran prestigio científico en el campo de la observación documental (Bernete, 2013; López, 2009).

En la figura 19, se observan los pasos para hacer un análisis de contenido, con la estructura propuesta por Bernete (2013), en su libro “Conocer lo social: estrategias y técnicas de construcción y análisis de datos”. Páginas 44-51.

Dicho proceso se utilizó para el análisis de la dimensión de la gobernanza.

Figura 18

Etapas para la revisión sistemática y el meta-análisis

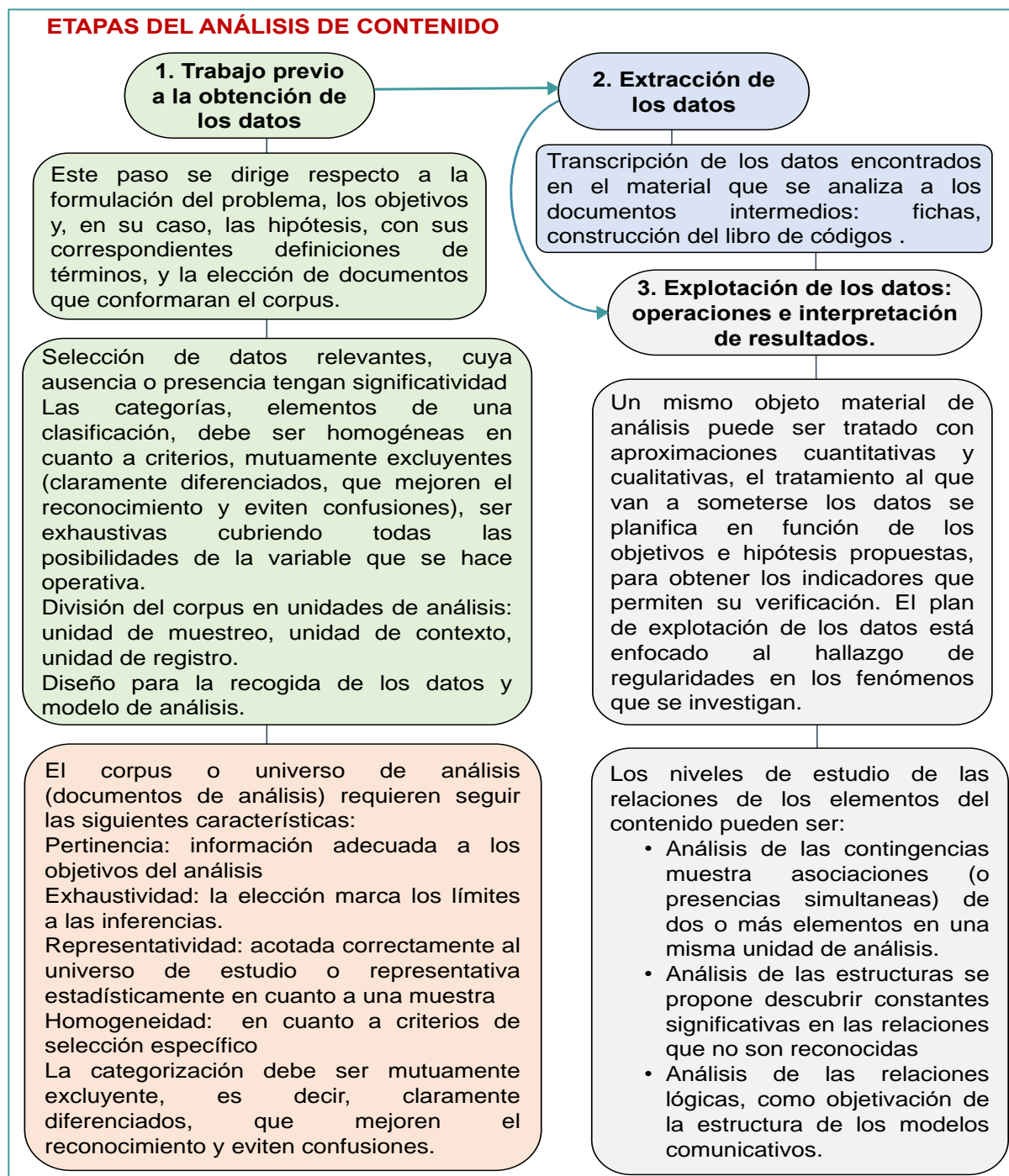


Nota. Elaborado y adaptado para la investigación, a partir de las etapas propuestas por Escrig, Llueca,

Granel & Bellver (2020), p. 45.

Figura 19

Etapas para el Análisis de Contenido



Nota. Elaborado a partir de lo expuesto por Bernete (2013), en su libro “*Conocer lo social: estrategias y técnicas de construcción y análisis de datos*”. Páginas 44-51.

4.3.1.2 Técnicas Estadísticas Utilizadas.

Para los cálculos estadísticos se utilizó el software R- Commander, que es una interfaz gráfica de usuario, que permite acceder a muchas capacidades del entorno estadístico R, de forma bastante dinámica e intuitiva (Fox & Bouchet, 2020).

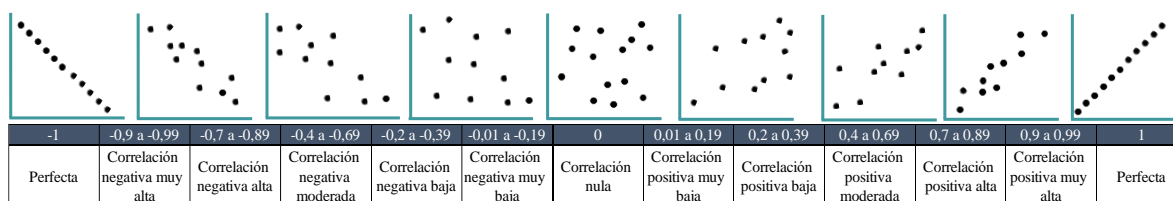
4.3.1.2.1 Análisis de Correlación.

El Análisis de Correlación de Pearson, es un procedimiento estadístico que consiste en determinar si dos variables están relacionadas o no.

Dos variables están asociadas cuando una variable nos da información acerca de la otra, por el contrario, cuando no existe asociación, el aumento o disminución de una variable no nos dice nada sobre el comportamiento de la otra variable (Hernández *et al.*, 2018).

Figura 20

Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson



El signo nos indica la dirección de la relación. Un valor positivo indica una relación directa o positiva, un valor negativo indica relación indirecta, inversa o negativa, un valor nulo indica que no existe una relación entre ambas variables.

La magnitud nos indica la fuerza de la relación, y toma valores entre -1 a 1. Cuanto más cercano sea el valor a los extremos del intervalo (1 o -1) más fuerte será la relación de las variables.

4.3.1.2.2 Análisis de Componentes Principales (ACP).

Cuando se tienen muchas variables, el Análisis de Componentes Principales o ACP si usamos su acrónimo en español, resulta ser una técnica oportuna para reducir la

dimensionalidad de un conjunto de datos, describiendo un conjunto de datos en términos de nuevas variables no correlacionadas, llamadas componentes (Gurrea, 2000) que simplifican la complejidad de espacios muestrales con muchas dimensiones y a la vez, conservar la información.

En una muestra con n individuos, cada uno con p variables (X_1, X_2, \dots, X_p) (el espacio muestral tiene p dimensiones), el ACP, permite encontrar un número de factores subyacentes ($z < p$) que explican aproximadamente lo mismo que las p variables originales. Cada una de estas z nuevas variables recibe el nombre de componente principal, y son el resultado de la combinación lineal de las originales, consiguiendo agrupar la mayor variación posible en nuevas variables ordenadas de mayor a menor, en cuanto a la cantidad de varianza que describen (Gurrea, 2000; Grané, 2002).

En este análisis estadístico multivariante se pueden eliminar fácilmente aquellas componentes con menor varianza, garantizando la mínima pérdida de información.

El nuevo espacio de representación de los datos se obtendrá a partir de la proyección de los datos de entrada sobre las direcciones de máxima varianza.

Si las variables originales están incorrelacionadas, entonces carece de sentido calcular los componentes principales pues solo se obtendrían las mismas variables pero reordenadas de mayor a menor varianza, por ello previamente se calculó la matriz de correlaciones, para saber si las variables estaban correlacionadas.

Las ventajas de este análisis y de la reducción de la dimensionalidad, es el simplificar análisis posteriores, que se harán a partir de un menor número de variables, será posible la representación gráfica de los individuos en dimensión reducida, generalmente 1 o 2, y será muy fácil examinar e interpretar las relaciones entre las variables observadas (Grané, 2002).

Tabla 10*Elementos de salida del Software R-Commander, Análisis de Componentes Principales*

Component loadings	Cada elemento de esta columna muestra los coeficientes de la ecuación de cada componente principal.
Variables estandarizadas	Las variables originales han sido sustituidas por zetas (Z)
Standard deviation	Muestra las desviaciones estándar de cada componente principal. Se calcula a partir de los datos obtenidos, sustituyendo los valores de cada individuo en la ecuación cada componente principal.
Proportion of Variance	Es la proporción de la varianza que explica cada componente principal. Su suma es igual a 1. Esta fila es realmente la importante de nuestros resultados.
Cumulative proportion	Es la proporción acumulada, calculada sumándolas progresivamente.

Elaboración propia.

4.3.1.2.3 Gráfico Biplot.

Es una representación gráfica de datos multivariantes donde se pueden apreciar simultáneamente los individuos y las variables, en dos o tres dimensiones.

“De la misma manera que un diagrama de dispersión muestra la distribución conjunta de dos variables, un BILOT representa tres o más variables” (Vicente, s.f., p. 3).

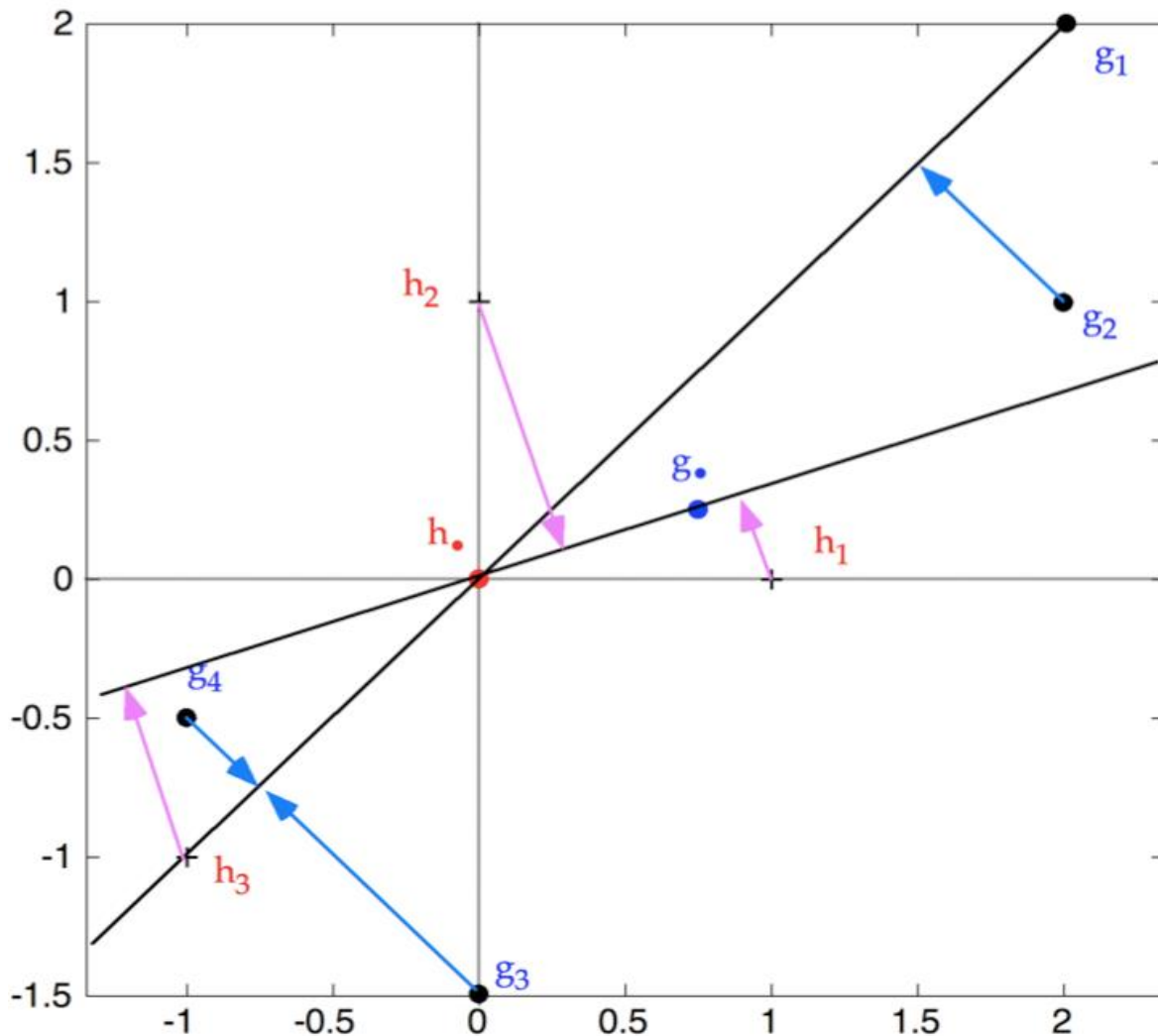
Su interpretación se basa en conceptos geométricos sencillos:

- La similitud entre individuos es una función inversa de la distancia entre los mismos, sobre la representación biplot.
- Las representaciones de las variables son normalmente vectores y los individuos se representan por puntos.

- Las longitudes y los ángulos de los vectores que representan a las variables, se interpretan en términos de variabilidad y covariabilidad respectivamente.

Figura 21

Representación de un gráfico biplot



Nota. Tomado de Vicente (s.f.) "Los métodos Biplot, Teoría" página 1.

4.3.1.2.4 Análisis de Componentes Categóricas.

El Análisis de Componentes Categóricas o CATPCA (Categorical Principal Components Analysis, por sus siglas en inglés), intenta reducir la dimensionalidad de un conjunto de variables categóricas, en donde, simultáneamente, se contempla toda la variación

posible. A cada categoría, de cada variable, se le asignan valores de escala, de manera que estos valores sean óptimos respecto a la solución de componentes principales.

Este procedimiento cuantifica las variables categóricas y reduce la dimensionalidad de los datos, por ello, la técnica es muy útil cuando se tiene un extenso número de variables, que dificulta una interpretación eficaz de las relaciones entre los objetos. Al reducir la dimensionalidad, se interpreta un pequeño número de componentes en lugar de un extenso número de variables, es decir, que sigue los objetivos de simplificación que un ACP, pero con variables categóricas (SPSS Statistics, 2021).

4.3.1.2.5 Modelo Lineal Generalizado (GLM).

Este procedimiento estadístico inferencial sigue de manera similar a los pasos que se siguen en la construcción y evaluación de cualquier modelo estadístico, así es que, en el GLM, se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

1. Exploración de los datos
2. Especificación del modelo teórico
3. Ajuste del modelo a los datos
4. Análisis de los residuos
5. Interpretación del modelo

En el aspecto de ajuste del modelo, donde se realizan, por una parte, las pruebas de significación para los estimadores del modelo y, por otra, se calcula la cantidad de varianza explicada por el modelo, esta se conoce en el GLM como devianza (D2), que nos da una idea de la variabilidad de los datos (Cayuela, 2014). Por ello, para obtener una medida de la variabilidad explicada por el modelo, hemos de comparar la devianza del modelo nulo (*Null deviance*), con la devianza residual (*Residual deviance*), esto es, una medida de cuánto de la variabilidad de la variable respuesta no es explicado por el modelo (López & Ruiz, 2011).

4.3.2 Segunda Etapa Metodológica, MESMIS.

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), toma como referencia la concepción de la agricultura sustentable,

y propone a partir de un conjunto de atributos, un marco operacional para abordarlo. Parte de su éxito y aplicabilidad se debe a la consideración de los propios actores agrícolas y forestales para la generación del mismo marco, además, de ser bien estructurado, flexible y cíclico (Masera, *et al.*, 1999; Acevedo & Angarita, 2013).

Los atributos antes mencionados, son el desglose de capacidades o cualidades del sistema, desde los cuales, el MESMIS plantea evaluar la sustentabilidad. Dichos atributos son los siguientes:

- **Productividad;** respecto a la capacidad de producción, aprovechamiento y tecnificación de productos, bienes, servicios y conocimientos que surgen del sistema
- **Estabilidad;** respecto al equilibrio dinámico del sistema y sus elementos, así como la solidez y fortaleza del sistema
- **Resiliencia;** recuperación del sistema por perturbaciones
- **Confiabilidad;** respecto a las capacidades del sistema, incluyendo la capacidad productiva, involucra el factor tiempo
- **Adaptabilidad;** respecto a la adecuación a los cambios en el sistema y sus subsistemas
- **Equidad;** respecto a la distribución justa y accesible, de las bondades del sistema
- **Autodependencia;** respecto a la autorregulación del sistema y sus interacciones con el exterior

4.3.2.1 Pasos del MESMIS, Adaptado.

1. La secuencia del procedimiento comienza con la determinación del objeto de estudio, es decir, el sistema y su contexto socioambiental, para después identificar los

puntos críticos o aspectos que influyen positiva o negativamente en los propios atributos de sustentabilidad y afectan el equilibrio del sistema (Acevedo & Angarita, 2013).

2. El paso de identificación de indicadores estratégicos, deriva del análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), la matriz resultante de este análisis, hace factible concebir alternativas y estrategias para la planeación y la toma de decisiones oportunas (Fonseca, 2012).

3. A partir de lo anterior se identifican y seleccionan criterios de diagnóstico o categorías, que explican los atributos de la sustentabilidad en el sistema de estudio, mismos que dirigirán la medición de los mismos.

4. Las mediciones pueden hacerse de forma directa, o por revisiones bibliográficas, experimentación, simulaciones, etc., (Acevedo & Angarita, 2013). En este caso, una vez establecidos los indicadores, para su medición, se utilizó la escala de ponderación Likert propuesta por Fonseca (2021), obsérvese tabla 11. En este estudio, los indicadores utilizados, se presentan en una escala porcentual, y para estandarizar los indicadores, cuyo valor máximo se encontrará definido fuera de dicha escala, se adaptó la fórmula propuesta por Fonseca (2021), siendo la siguiente:

$$PD = \frac{(V * 100)}{V_{max}}$$

PD = Porcentaje de desempeño del indicador

V_{max} = Valor máximo del indicador

V = Valor indicador

5. Posteriormente, con los indicadores evaluados se mide el grado de sustentabilidad del subsistema y se exponen los resultados numérica y gráficamente, para la construcción de dichos índices utilizando la siguiente ecuación:

$$GS = (g_1 + g_2 \dots g_n) / U$$

Donde:

GS= Grado de sustentabilidad

U: Total de Indicadores

g: Grado del Indicador

6. Finalmente, se califican, comparan e interpretan los indicadores, respecto al ideal de sustentabilidad (Acevedo & Angarita, 2013).

Tabla 11

Escala Likert para ponderación de indicadores de sustentabilidad

Porcentaje de cumplimiento	Grado	Eficiencia del Sistema	Definición
Valores de 81 a 100 %	5	Estable	Sustentable
Valores de 61 a 80 %	4	Pertinente	Moderadamente Sustentable
Valores de 41 a 60 %	3	Sensible	Medianamente Sustentable
Valores de 21 a 40 %	2	Débil	Escasamente sustentable
Valores de 0 a 20 %	1	En peligro	No sustentable

Nota. Las mediciones de sustentabilidad se representan de 1 a 5 donde: 5>4>3>2>1. Escala y representación tomada de *la Propuesta Metodológica para Medir la Sustentabilidad en Agroecosistemas* de Fonseca (2021), pág. 42.

CAPÍTULO V. RESULTADOS y DISCUSIÓN

5.1 Identificación y Análisis de Aspectos Relevantes del Municipio

- Administración

El municipio de Atlixco, es el 019 de 217 que conforman el Estado de Puebla, componiéndose por 137 localidades (INEGI, 2020), de las cuales solo 4 son urbanas (INEGI, 2017), y su extensión territorial es del 0.9 % del total del territorio estatal, con 291.9 km² (Ayuntamiento de Atlixco, 2018).

Debido a su ubicación, paisaje, características físicas, culturales y económicas, la cabecera municipal del municipio, es decir, la ciudad de Atlixco, fue incorporada al Programa de Pueblos Mágicos de México (Ayuntamiento de Atlixco, 2018). También por sus características, es contemplado dentro de la región V, Región del Valle de Atlixco y Matamoros en el estado de Puebla, esto junto con otros 23 municipios (Ayuntamiento de Atlixco, 2018).

- Uso de suelo

Su principal uso de suelo es agrícola, con aproximadamente 70 %, también se pueden encontrar zonas de uso urbano, rural, pastizal, forestal, selva y otros (INEGI, 2017; Ayuntamiento de Atlixco, 2020). En las estribaciones de la Sierra Nevada se ha introducido la agricultura de temporal, contribuyendo a su deforestación, remplazando áreas boscosas (predominantemente pinos y cedros), por campos de cultivo temporal y de regadío (Ayuntamiento Atlixco, 2018).

- Panorama Sociodemográfico

En el 2016, los 134,364 habitantes, representaban el 2.2 % de la población estatal, con una densidad de población de 458.3 habitantes por kilómetro cuadrado (hab/km²). El porcentaje de la población Económicamente Activa era del 51.159 % y la distribución porcentual ocupada al sector primario, del 22.37 % (INEGI, 2016).

- Agricultura y cultivos

Gracias a su geología, geografía, topografía, ubicación y clima; el municipio tiene gran potencial agrícola, teniendo cultivos tan versátiles, como lo son, cultivos básicos, pastizales, ornamentales, frutales y forestales, sobresaliendo en el sitio, la producción hortícola (IMTA, 2017).

Hoy en día, el municipio, es un referente estatal y nacional de producción agrícola, colocándose en el 2017, en primer lugar de producción a nivel local (INEGI, 2017), contribuyendo al comportamiento positivo de la balanza comercial del país, con un crecimiento promedio de 48 % entre 2014 y 2017 (Ayuntamiento de Atlixco, 2018).

En el municipio, se desarrollan las modalidades de Riego y temporal, según sus ciclos productivos: Ciclo Otoño-Invierno, Ciclo Primavera-Verano y Ciclos Perennes.

En el sitio, hay diferentes sistemas de irrigación, como el riego rodado, por aspersión y por la disponibilidad de ríos, pozos y manantiales. Incluso las aguas negras superficiales de la cuenca del río Nexapa, que tiene altos niveles de contaminación por aguas negras vertidas en la parte norte de la ciudad de Atlixco, se almacenan en jagüeyes que son utilizadas de manera clandestina para el riego, pese a la mala calidad, lo que contrae riesgos sanitarios (Ayuntamiento de Atlixco, 2020).

Algunos de los productos agrícolas con mayor valor de producción y rentabilidad en la región son la Gladiola (gruesa), la Cebolla blanca, la Calabacita italiana (zucchini), la Noche buena (planta de invernadero), el Tomate verde, el Maíz grano blanco, la Alfalfa verde, la Rosa (gruesa), y gran diversidad de flores.

Respecto a la siembra y cosecha de flores ornamentales, se ha ubicado como uno de los principales proveedores a nivel regional, nacional e internacional; muestra de ello es que Atlixco es altamente reconocido como uno de los principales exportadores de flores al extranjero.

En cuanto al rendimiento, es decir, la cantidad de cultivo por unidad de superficie de tierra (mejor rendimiento - menor extensión de tierra), sobresale el tomate rojo o jitomate, con un valor de rendimiento notablemente superior en cuanto a la modalidad de riego, y tonelaje;

en la modalidad de temporal, los nopales, tienen un valor de rendimiento notablemente superior, también con la tonelada como unidad de medida.

- **Clima**

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], modificó, en 1980, la clasificación que Enriqueta García adaptó para las condiciones específicas de la República Mexicana de la clasificación climática de Köppen. A partir de dicha concepción, en general, se puede decir que los climas predominantes en el municipio son: el templado subhúmedo con lluvias en verano (57 %), el semicálido subhúmedo con lluvias en verano (38 %) y el semifrío subhúmedo con lluvias en verano (5 %) (Ayuntamiento de Atlixco, 2020).

La temperatura promedio anual es de 18.7 °C, y tiene una variación que va de 16.1 °C a 21.8° C. En el mes de abril se presentan las temperaturas máximas que van de 32 °C a 33 °C, y la temperatura mínima se presenta en el mes de enero (Ayuntamiento de Atlixco, 2020).

El rango de precipitación anual, es de 900 a mil 300 milímetros. Su clima presenta una variedad en climas templados del norte del estado y los cálidos del sur (Ayuntamiento Atlixco, 2018).

- **Fisiografía**

El municipio de Atlixco se localiza dentro de las provincias fisiográficas (conjuntos estructurales de origen geológico unitario, de gran extensión, con morfología propia y distintiva) del eje Neovolcánico 92 %, subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, y a la provincia de la Sierra Madre del Sur 8 %, Subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses (Ayuntamiento de Atlixco, 2020).

5.2 Análisis de las Características de los Subsistemas Socioeconómico, Ambiental y De Gobernanza

5.2.1 Análisis, Subsistema Socioeconómico

5.2.1.1 Observación Problemática Socioeconómicos, Municipio de Atlixco.

Tabla 12

Problemática socioeconómica del municipio de Atlixco

<p>Rezago Social. En el año 2015, los porcentajes de población que presentaron carencias sociales fueron los siguientes: el 24.22 % carecía de acceso a los servicios de salud, 70.21 % carecía de acceso a la seguridad social*, 10.70 % carecía de calidad de espacios dignos de vivienda, 27.97 %, carecía de acceso a servicios básicos en la vivienda, 24.13 % carecía de acceso a la alimentación, 21.68 % tenía rezago educativo y 20 % no se encontraba afiliada a ningún servicio de salud, todos los anteriores son indicadores del nivel de Rezago Social (Ayuntamiento de Atlixco, 2018).</p>
<p>Educación. Existe baja escolaridad en el municipio y grandes índices de analfabetismo, algunas cifras obtenidas por la encuesta Intercensal del INEGI, arrojaron que un poco menos del 60 % de la población de 3 o más años, solo cuentan con educación básica, el porcentaje de la población de 15 años o más sin educación básica fue de 44.70 % en el 2015 y del 36.19 % en el 2020, y solo el 18.36 % de los hombres y 16.38 % de las mujeres cuentan con educación superior. El porcentaje de población con rezago educativo, es decir; que denota atraso o abandono de estudios, es del 21.68 %. Cabe mencionar que la concentración de escuelas se encuentra ubicado en la cabecera municipal, representando el 65.26 % con 186 escuelas, siendo en su mayoría de educación básica; el porcentaje restante se ubica en las demás localidades tanto urbanas como rurales del municipio. (Ayuntamiento de Atlixco, 2018; Consejo Nacional de Población [CONAPO], 2022a; 2022b).</p>
<p>Marginación Urbana y Rural. Se observa disparidad entre localidades, presentándose grados de marginación desde muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto grado de marginación, esto en localidades rurales y urbanas, por ejemplo, encontramos un grado de marginación muy alto en las localidades de San Pedro Benito Juárez y San Jerónimo Coyula (Ayuntamiento de Atlixco, 2018).</p>
<p>Pobreza. En el 2015, casi un 60 % de la población presento un estado de condición de pobreza, estando un 10 % aproximadamente en situación de pobreza extrema y casi el 50 % en situación de pobreza moderada, 21.7 % de la Población, se encuentra vulnerable por ingresos (Ayuntamiento de Atlixco, 2018).</p>
<p>Alimentación. Un 24.13 % de la Población tiene un moderado o severo grado de inseguridad alimentaria (Ayuntamiento de Atlixco, 2018).</p>
<p>En su estudio, Huerta (2016), menciona las siguientes adversidades para los productores agrícolas de Atlixco; expresan problemas respecto a la propiedad u organización, mostrando desconfianza a cualquier cambio, proveniente de fuentes externas a sus lazos familiares. Por otra parte, el agua muestra insuficiencia constante y un destacado deterioro en su calidad. El aislamiento de los productores es otro elemento relevante, ya sea entre localidades o con otros municipios o estados, hecho que restringe la conexión comercial para dispersar directamente los productos agrícolas, situación que suele ser aprovechada por revendedores que adquieren las mercancías a precios muy económicos desfavoreciendo la capacidad de negociación de los productores. También es evidente la carencia de inventarios y la falta de organización disponible para generar economías de escala, para alcanzar mercados en donde puedan vender a mejores precios en México y en el extranjero, la falta de asistencia técnica, la falta de profundidad financiera y la falta de seguros para sus productos. Además, los productores agrícolas, han denunciado constantemente que hay falta de información sobre los apoyos a conferirse para los campesinos y el sector.</p>

Nota. El acceso a la seguridad social, es la disponibilidad a la protección mediante medidas públicas para contrarrestar las privaciones económicas y sociales que afectan la situación de ingresos, enfermedad, maternidad, accidente de trabajo, o enfermedad laboral, desempleo, invalidez, vejez y muerte, asistencia médica, etc. Elaboración propia.

5.2.1.2 Metadatos.

Del “Conjunto de Indicadores a nivel localidad del Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020)”, que fue la fuente informativa seleccionada dentro del proceso metodológico adoptado para la investigación, y bajo los criterios para la búsqueda, selección y recogida de datos de; confiabilidad, temporalidad, delimitación espacial, homogeneidad, representatividad y pertinencia, se extrajeron para su análisis, 22 características (variables).

Tabla 13

Características socioeconómicas de la población del municipio seleccionadas

No.	Variable	Descripción
1	POBTOT	Población total
2	ALTITUD	Altura a la que se encuentra una localidad, respecto al nivel medio del mar, expresada en metros.
3	POBFEM	Población femenina
4	POBMAS	Población masculina
5	P15YM_AN	Población de 15 años y más analfabeta
6	P15YM_AN_F	Población femenina de 15 años y más analfabeta
7	P15YM_AN_M	Población masculina de 15 años y más analfabeta
8	P15YM_SE	Población de 15 años y más sin escolaridad
9	P15YM_SE_F	Población femenina de 15 años y más sin escolaridad
10	P15YM_SE_M	Población masculina de 15 años y más sin escolaridad
11	PEA	Población de 12 años y más económicamente activa
12	PEA_F	Población femenina de 12 años y más económicamente activa
13	PEA_M	Población masculina de 12 años y más económicamente activa
14	PSINDER	Población sin afiliación a servicios de salud
15	TVIVPARHAB	Total de viviendas particulares habitadas
16	VPH_C_ELEC	Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica
17	VPH_S_ELEC	Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica
18	VPH_AGUADV	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda
19	VPH_AGUAFV	Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda
20	VPH_C_SERV	Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje
21	VPH_NDEAED	Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje
22	TAMLOC	Tamaño de localidad

Nota: Se contemplaron todas las localidades que conforman el municipio de Atlixco. Información a partir del Conjunto de Indicadores a nivel localidad del Censo de Población y Vivienda INEGI, 2020.

Elaboración propia.

- **Análisis de Componentes Principales y Gráfica Biplot.**

Una vez que se encontraron altos coeficientes de correlación, se prosiguió a hacer un análisis de componentes principales para hacer una interpretación más clara de la información, con la reducción de su dimensionalidad. A continuación se muestran, los resultados de dichos análisis a partir de la salida de información arrojada por el Software R- Commander.

Tabla 14

Contribuciones de los Componentes Principales 1 y 2. Análisis de Componentes Principales.

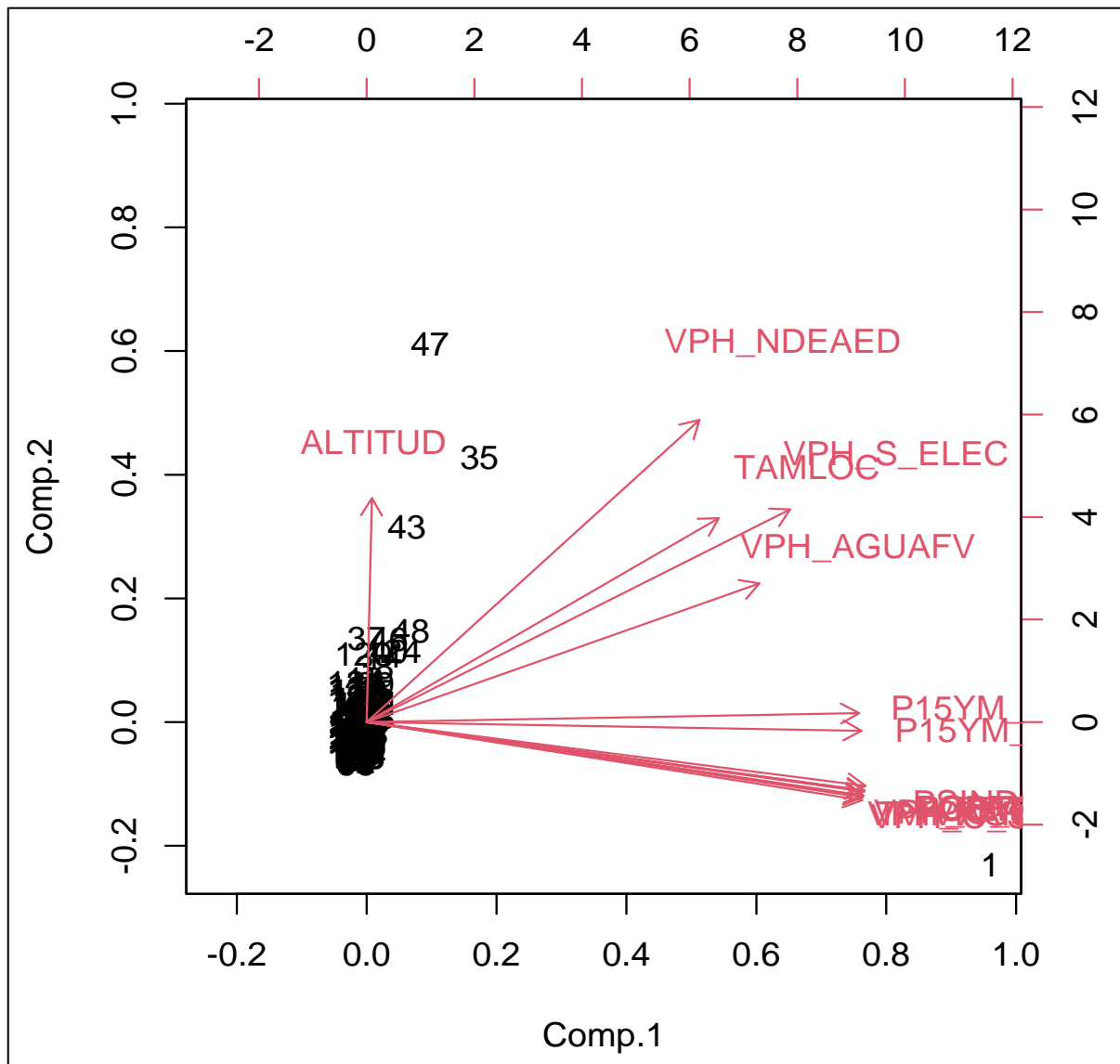
Dimensión Socioeconómica

Component loadings:	Comp.1	Comp.2
ALTITUD	0.002548331	0.373597495
P15YM_AN	0.227342922	0.033837295
P15YM_AN_F	0.227108278	0.039358712
P15YM_AN_M	0.227534476	0.021801965
P15YM_SE	0.228453948	0.000844616
P15YM_SE_F	0.228355534	0.003143685
P15YM_SE_M	0.228474592	-0.003421112
PEA	0.228180423	-0.114771153
PEA_F	0.227781556	-0.119744629
PEA_M	0.228493805	-0.110421192
POBFEM	0.228375025	-0.113836512
POBMAS	0.228416012	-0.112759747
POBTOT	0.228395226	-0.113331695
PSINDER	0.229079601	-0.10351265
TAMLOC	0.159159531	0.385445614
TVIVPARHAB	0.227824271	-0.121957554
VPH_AGUADV	0.227640452	-0.125706163
VPH_AGUAFV	0.177430725	0.272027212
VPH_C_ELEC	0.227766798	-0.12330913
VPH_C_SERV	0.227268597	-0.131064768
VPH_NDEAED	0.149059783	0.564640762
VPH_S_ELEC	0.192365347	0.404785886
Component variances:	1.872786e+01	1.312510e+00
Importance of components:		
Standard deviation	4.3275698	1.14564829
Proportion of Variance	0.8512664	0.05965955
Cumulative Proportion + CP2	0.8512664	0.91092594

Elaboración propia.

Figura 23

Gráfica Biplot, Análisis de Componentes Principales



Salida del Software R- Commander.

5.2.1.4 Resultados, Análisis de la Dimensión Socioeconómica.

- En el municipio de Atlixco, existe gran disparidad socioeconómica entre localidades, concentrándose en la cabecera municipal los mayores porcentajes de las siguientes características:

El 62.90 % de la población total del municipio

El 63 % de la población de 12 años o más económicamente activa

El 65.10 % del número de viviendas particulares habitadas

El 43.90 % de la población de 15 años o más con analfabetismo

El 49.60 % de la población de 15 años o más sin escolaridad

El 60.50 % de la población sin afiliación a servicios de salud

El 25.80 % de las viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica

El 15.70 % de las viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada

El 17.30 % de las viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica, agua entubada, ni drenaje

- En el municipio hay un total de 141,793 personas, de las cuales 74,931 son mujeres y 66862 son hombres. La población de 15 años o más con analfabetismo es de 5003 personas, siendo la mayoría mujeres con 3378, y 1625 hombres. La población de 15 años o más sin escolaridad es de 4488, siendo nuevamente la mayoría mujeres, con 2886, y 1602 hombres.
- La población económicamente activa de 12 años o más, es de 74319 personas, siendo 33807 mujeres y 40512 hombres. La población sin afiliación a servicios de salud es de 48274.
- El total de viviendas particulares habitadas es de 37573, de las cuales 37305 disponen de energía eléctrica, 36345 disponen de agua entubada, y 35551 disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje, carencia de servicios observada en las localidades Santo Domingo Atoyatempan y Santa Cruz Tehuixpango.
- En cuanto al análisis de Correlación y de Componentes Principales, se manifestó que:
 - Ni la altitud, ni el tamaño de la localidad se encuentran correlacionadas con los demás rasgos analizados, es decir, que no influyen en las otras características.
 - Existe una correlación positiva moderada entre el tamaño de cada localidad, con todas las características socioeconómicas analizadas.

- Existe una correlación positiva muy alta entre la mayoría de las características socioeconómicas analizadas, evidenciando como estas características nos aportan información de otras.
- Existen tendencias que se asemejan entre las localidades, correspondiente a las características analizadas, es decir, las 137 localidades muestran perfiles similares o tendencias proporcionales a sus magnitudes de población y viviendas
- La CP1 (proporción de varianza del 0.85) y la CP2 del análisis de componentes principales, acumulan una proporción de varianza muy alta de 0.91, representando la mayor información posible, contemplando la primera, o ambas, asegurando con ello, la menor pérdida de información al utilizarlas.

5.2.2 Análisis de los Recursos Hídricos y Edáficos, Dimensión Ambiental

5.2.2.1. Recurso Hídrico.

5.2.2.1.1 Agua Superficial.

El municipio pertenece a la región hidrológica del Balsas en la cuenca del río Atoyac y en la subcuenca del río Nexapa, este último, es además la corriente superficial más importante del Acuífero Atlixco - Izúcar de Matamoros, mismo que cruza el valle de Atlixco desde la falda oriental del volcán Popocatepetl, donde el régimen de lluvias y las corrientes del deshielo, forma muchas barrancas. El río Nexapa, se alimenta de los ríos, manantiales y arroyos tributarios de las Barrancas de la Leona, el Cuescomate (también conocido como el Carmen), el Cantarranas, manantiales como San Baltazar Atlimeyaya, Axocopan, Cuescomate, Ahuehuetes y Tochimilco, ríos como Ahuizac, Mateadero, Huitzilac y Ahuehuevo. El Cuescomate que cruza por la ciudad de Atlixco y el río Molino (Cantarranas) que se inicia donde nacen los manantiales de San Baltazar Atlimeyaya, y que conduce el agua por el Canal Catecuxco, son otras corrientes importantes situadas en la porción occidental. También sobresale el río Palomas y muchas otras que provienen de las estribaciones del Iztaccíhuatl. Cabe resaltar que el régimen de lluvias de la región, y su proveniencia, caracterizan al agua corriente y subterránea de buena calidad natural (Secretaría de Gobernación, 2016; Avila González, 2017; Ayuntamiento Atlixco, 2018).

5.2.2.1.2 Agua Subterránea.

El acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, corresponde a la Región Hidrológico-Administrativa Balsas, se localiza en el altiplano mexicano, dentro de la provincia del eje neovolcánico, en la porción suroeste del Estado de Puebla, comprende una superficie de 2,658.4 kilómetros cuadrados, geomorfológicamente comprende la sierra Nevada representada por un complejo de grandes volcanes, y abarca en su totalidad al municipio de Atlixco, al igual que a otros 17 municipios, y de forma parcial, a otros 10 municipios (Secretaría de Gobernación, 2016; Ayuntamiento Atlixco, 2018).

Algunas características del acuífero que se destacan dentro del Informe Técnico de la Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas de México, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2019), son las siguientes:

- Se le considera que se encuentra en situación hidrológica de equilibrio, entre las clasificaciones de; equilibrio, subexplotado y sobreexplotado.
- La calidad del agua es buena a tolerante, con 200 a 800 mg/l de sólidos totales disueltos.
- La mayor parte de la extracción se destina a la agricultura.
- Se considera que la constitución de los depósitos aluviales del acuífero tienen en general permeabilidad media-alta de materiales no consolidados debido a su carácter más arcilloso, esto quiere decir que, la capacidad que tienen las rocas y materiales granulares que constituye su unidad litológica, tienen un grado medio - alto para almacenar y permitir que atravesase el flujo del agua subterránea.
- Aunque en el anterior registro oficial no se contempla como sobreexplotado al acuífero, un estudio del autor Bautista (2020), considera que dicha evaluación no es objetiva y al estimar la intensidad del uso del agua del acuífero, y tratando estadísticamente la información de los pozos concluyó que el acuífero está en una fase inicial de sobreexplotación del recurso hídrico, coincidiendo con lo expuesto en el

Programa Municipal De Desarrollo Urbano Sustentable De Atlixco, Puebla (p. 118), del Ayuntamiento de Atlixco (2020), que dice estar claramente sobreexplotado.

5.2.2.1.3 *Uso Agrícola del Agua.*

En cuanto al uso del agua, tanto extraída como superficial, se destina la mayor parte para la agricultura, con el 77.22 %, siguiéndole el uso público industrial con 15.60 %, después el uso público urbano, con 7.18 %. En el caso del agua extraída (subterránea) utilizada para la agricultura, el porcentaje que se emplea, es del 86.74 % (Ayuntamiento de Atlixco, 2020).

5.2.2.1.4 *Metadatos.*

A partir de nuestra metodología, ubicamos dentro de la literatura científica el trabajo de investigación de Parra (2017), “*Rizofiltración de aguas de riego agrícola contaminados por metales pesados en comunidades del municipio de Atlixco, Puebla*”. De dicho documento, se extrajeron datos del Anexo D “Tabla de resultados pH – Conductividad μS del agua agrícola” y Anexo E “Tabla de resultados concentración (mg/L-1) de metales del agua agrícola”, páginas 148 y 149, para su análisis.

Tabla 15

Datos de propiedades fisicoquímicas de agua agrícola

N M	Localidad	pH	Conductividad	Concentración de metales en muestras			
				Fe	Pb	Cr	Ni
1	10A	7.24	1079	11.78	0.03	0.56	0.11
2	10A	7.25	1063	10.83	0.12	0.11	0.09
3	10A	7.58	1050	10.82	0.1	0.1	0.08
4	10A	7.4	1070	10.28	0.01	0.07	0.08
5	10A	7.49	1062	29.9	0.03	0.08	0.12
6	10A	7.46	1059	20.23	0.04	0.08	0.1
7	10A	7.97	1636	2.8	0.38	0.1	0.17
8	10A	7.77	1646	1.82	0.4	0.07	0.16
9	SJP	7.35	1513	0.47	0.23	0.13	0.09
10	SJP	7.18	1490	0.33	0.5	0.1	0.09
11	SJP	7.51	1428	2.01	0.39	0.16	0.17
12	SJP	7.36	1304	1.21	0.28	0.14	0.62
13	SJP	6.62	1384	0.32	0.29	0.06	0.16

Nota: Datos extraídos de la investigación de Parra (2017), “*Rizofiltración de aguas de riego agrícola contaminados por metales pesados en comunidades del municipio de Atlixco, Puebla*”. páginas 148 y 149.

Descripción de variables

- Localidades 10 de Abril y San Juan Portezuelo
- pH: valores de pH del agua agrícola muestreada
- Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$): conductividad eléctrica del agua agrícola muestreada
- Fe (hierro), Pb (plomo), Cr (cromo), Ni (níquel); concentración (mg/L) de metales del agua agrícola.

Dicha investigación fue realizada dentro del Instituto de Ciencias de la BUAP (ICUAP) 2017, y en ella, se hicieron análisis fisicoquímicos de muestras de agua residual utilizada para fines agrícolas. Las muestras provienen de 2 localidades rurales del municipio, la localidad “10 de Abril” y “San Juan Portezuelo”.

5.2.2.1.5 Cálculo Estadístico, Recurso Hídrico.

- **Análisis de Correlación de Pearson**

Para evaluar la influencia entre cada una de estas propiedades fisicoquímicas del agua residual muestreada, se hizo el análisis de correlación.

Figura 24

Matriz de Correlación, Análisis de propiedades fisicoquímicas del agua agrícola

MATRIZ DE CORRELACIÓN							
		1	2	3	4	5	6
	VARIABLES	Cond	Cr	Fe	Ni	Pb	PH
1	Conductividad	1					
2	Cr	-0.2232	1				
3	Fe	-0.7496	0.0487	1			
4	Ni	0.1668	-0.0044	-0.2935	1		
5	Pb	0.8938	-0.2541	-0.7742	0.2451	1	
6	pH	0.2262	-0.1071	0.1322	0.0075	0.0816	1
	NULA	MUY BAJA		BAJA		ALTA	

Elaboración propia.

- **Análisis de Componentes Principales y Gráfica Biplot**

A partir del análisis de Correlación de Pearson, se determinó que existen altas correlaciones positivas en algunas de las propiedades examinadas, se continuó entonces con el análisis de componentes principales, para que sea posible la representación gráfica de los individuos en dimensión reducida. En la tabla 15, se muestran los resultados de dichos análisis a partir de la salida de información arrojada por el Software R- Commander.

Tabla 16

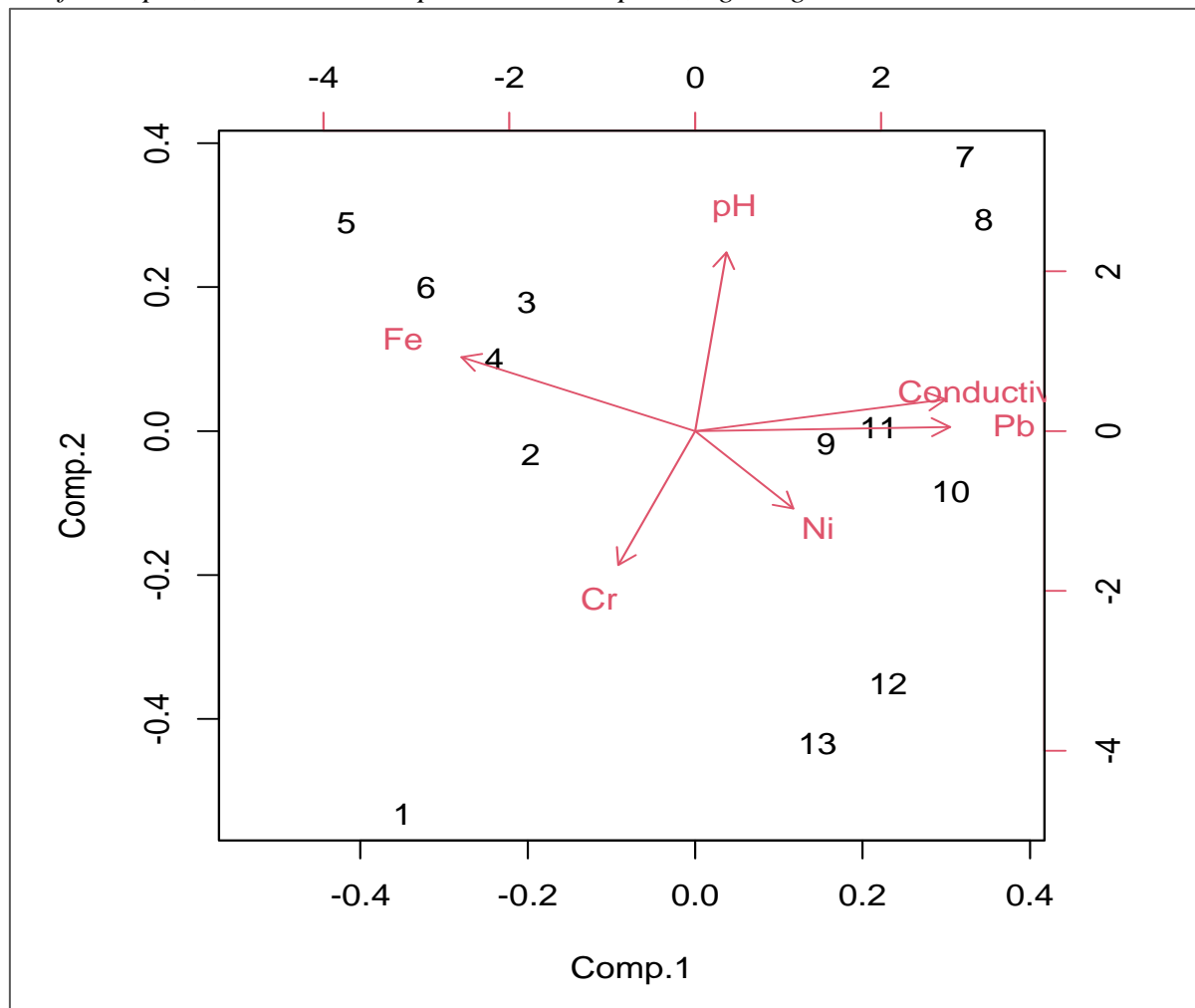
Contribuciones de los Componentes Principales 1 y 2. Análisis de Componentes Principales, Dimensión Ambiental, Agua Agrícola

Component loadings:	Comp.1	Comp.2	Comp.3
Conductividad	0.56202253	0.12723892	0.02940198
Cr	-0.17218653	-0.53648505	-0.43628686
Fe	- 0.52401719	0.29633221	- 0.08795764
Ni	0.2197786	-0.31063707	-0.66850493
Pb	0.57151549	0.01631416	0.08855825
pH	0.07039795	0.71513616	-0.58848225
Component variances:	2.76968159	1.17392882	0.92534067
Importance of components:			
Standard deviation	1.664236	1.08348	0.92534067
Proportion of Variance	0.4616136	0.1956548	0.1542234
Cumulative Proportion + CP2	0.4616136	0.6572684	0.8114918

Nota. Análisis de Componentes Principales, Propiedades fisicoquímicas del agua agrícola de las localidades SJP y 10A del municipio de Atlixco. Salida del Software R- Commander

Figura 25

Gráfico Biplot, Análisis de Componentes Principales, agua agrícola



Salida del Software R- Commander

5.2.2.1.6 Resultados, Análisis de la Dimensión Ambiental, Recurso Hídrico.

- Los recursos hídricos agrícolas en el municipio, son bastos, destinándose para la agricultura el 77.22 % del total del agua superficial y subterránea, empleándose de esta última, el 86.74 %.
- El acuífero Atlixco-Izúcar de Matamoros, abarca en su totalidad al municipio de Atlixco, es decir, que dicho acuífero es la fuente de las extracciones de agua subterránea. De manera oficial, INEGI (2019), se considera que el acuífero tiene una calidad de agua de buena a tolerante, y que se encuentra en situación hidrológica de equilibrio, entre las clasificaciones de; equilibrio, subexplotado y sobreexplotado, sin

embargo, Bautista (2020), considera a partir de su estudio, que ya se ubica en una fase inicial de sobreexplotación del recurso hídrico.

- Es observable que existe alta correlación positiva entre la conductividad eléctrica del agua agrícola muestreada y la concentración de plomo.
- Se identificó también alta correlación negativa entre la conductividad eléctrica del agua agrícola muestreada y la concentración de hierro, así mismo, entre las concentraciones de hierro y plomo.
- Se visualizaron concentraciones más altas de hierro en la localidad 10 de Abril
- No se encontró correlación entre las concentraciones de Cromo y Níquel, Cromo y Hierro, Níquel y pH, plomo y pH
- Vemos perfiles muy similares en las muestras de agua formando los siguientes grupos:

Las muestras 9, 10 y 11 de la localidad SJP.

Las muestras 5 y 6 de la localidad 10 de Abril.

Las muestras 12 y 13 de la localidad SJP

Las muestras 2, 3 y 4 de la localidad 10 de Abril.

Las muestras 7 y 8 de la localidad 10 de Abril.

- Dentro de las 13 muestras de ambas comunidades, las propiedades que presentan mayor varianza son la conductividad y el hierro, este último presentándose en mucho mayores proporciones en las muestras 5, 6 y 1.
- Existen mayores concentraciones de Pb, Ni y mayor conductividad, lo que sugiere también, mayor salinidad en la localidad SJP, y mayores concentraciones de Fe (hierro).
- El tipo de pH es alcalino en ambas localidades, teniendo su valor mínimo (6.62) en la muestra 13 de la localidad SJP.

- Los perfiles en cuanto a las propiedades fisicoquímicas del agua residual están bien definidos por la localidad de muestreo

5.2.2.2 Recurso Edáfico.

5.2.2.2.1 Tipos de Suelo.

En el municipio de Atlixco, se encuentran 8 unidades suelo reconocidos por el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (FAO-ISRIC-ISSS, 1998, modificada en 2006) siendo los de mayor proporción superficial, los fluvisoles (Ayuntamiento de Atlixco, 2020).

Tabla 17

Tipos de suelo en el municipio, superficie en hectáreas y porcentaje

<i>Tipos de Suelo</i>	<i>Superficie</i>	
	<i>Ha</i>	<i>%</i>
• Suelo Fluvisol. Es el suelo que mayor extensión ocupa, es decir, es el predominante. Estos suelos están desarrollados sobre depósitos aluviales, se utiliza para cultivos, huertas y viveros.	13,015	37.74
• Suelo Andosol. Son suelos de origen de ceniza volcánica, porosos, ligeros y permeables.	1,285	3.44
• Suelo Regosol. Constituido por material suelto semejante a la roca madre que presenta textura media y gruesa.	3,211	9.31
• Suelo Phaeozem. La estructura de esta unidad de suelo permite la percolación de las sales en el suelo, son muy fértiles, con aptitud para el cultivo de cereales y legumbres bajo riego. Se ubica al oriente de la ciudad de Atlixco.	544	15.78
• Suelo Cambisol. Estos suelos son resultado de la alteración de las rocas volcánicas.	104	0.3
• Suelo Durisol. Son suelos con acumulación de sales menos solubles o sustancias no salinas	301	0.87
• Suelo Arenosol. Son suelos que al ser relativamente jóvenes tienen poco o ningún desarrollo de perfil, con arenas muy homogéneas.	3,382	9.81
• Suelo Leptosol. Están severamente limitados para el enraizamiento debido a su rocosidad somera o permafrost	6,694	19.41

Elaboración Propia.

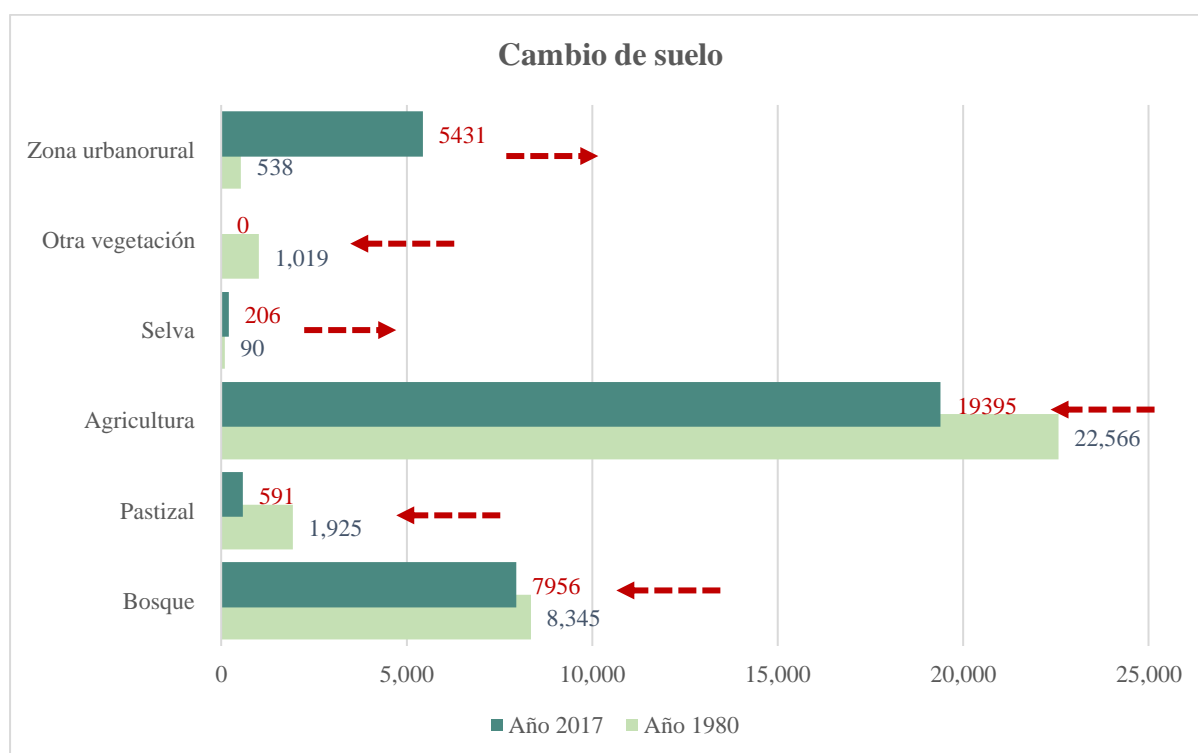
5.2.2.2.2 Uso de Suelo.

En el municipio de Atlixco, se tiene una extensión territorial de 29, 301 hectáreas (INEGI, 2012), ocupándose en el año 2019, 19 195 hectáreas para uso de suelo agrícola (Ayuntamiento de Atlixco, 2020), es decir, el 65.5 % de la superficie municipal.

Del año 1980 al 2017, se registró una reducción en cuanto al área de suelo utilizada para la realización de labores agrícolas de 22,566 a 19,395 hectáreas, pese a ello, el mayor uso de suelo sigue siendo el agrícola (Ayuntamiento de Atlixco, 2020). Además, otros usos de suelo en el municipio, son el urbano, rural, forestal, pastizal, selva y otros usos (Ayuntamiento de Atlixco, 2018).

Figura 26

Gráfica comparativa, tipos de suelo en el municipio, años 1980 y 2017



Nota. La zona urbanorural, son las zonas que involucran cambios de varios usos del Suelo y sus estados vegetales, zonas de agricultura, vegetación primaria, secundaria, arbórea, etc., a zonas urbanas. Gráfica elaborada con información del “Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Atlixco, Puebla. Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Atlixco, Puebla” (p. 100), por el Ayuntamiento de Atlixco (2020). Elaboración Propia.

El suelo agrícola, corresponde a selvas cálidas secas; depresiones inter montañosas; depresión del Balsas con selva caducifolia y matorral xerófilo, en donde se deforesta y cambia el uso de suelo, transformando áreas boscosas, pinos y cedros a campos de cultivo temporal y regadío, como por ejemplo en las estribaciones de la Sierra Nevada se han remplazado para uso agrícola con modalidad de temporal (Ayuntamiento Atlixco, 2018).

El uso de suelo agrícola ha tenido un decremento constante en la superficie destinada a su aprovechamiento, entre sus principales causas, las manifestaciones del crecimiento urbano, como el incremento de complejos habitacionales, provocado, además, reducciones en el uso de suelo forestal, bosque, pastizal, conllevando que un 40 % del territorio municipal dedicado al uso agrícola, se encuentre susceptible a la urbanización.

Tabla 18

Porcentaje del uso de suelo agrícola, de la superficie municipal, año 1980, 2009, 2017 y 2019

Porcentaje de uso de suelo agrícola de la superficie municipal, diferentes años.

Año	Ha	%	km ²
1980	22,566	77.01	225.66
2009	20,218	69	202.18
2017	19,395	66.19	193.95
2019	19,195	65.5	191.95

Nota. Elaborado a partir de la información del “Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Atlixco, Puebla, 2018 – 2021”, por el Ayuntamiento de Atlixco (2020), y del “Proyecto de Integración del sistema de información geográfica de superficies y usuarios del aprovechamiento Atlimeyaya en la microcuenca del Río Cantarranas y monitoreo de afluentes”, por el IMTA (2017a).

En el territorio municipal, el uso de suelo dedicado a la agricultura de temporal, predomina, abarcando el 38.13 %, este uso se da principalmente al poniente del municipio, dentro de un sistema de cauces y barrancas (Ayuntamiento de Atlixco, 2020).

Existen zonas en Atlixco, en donde se detecta cultura de conservación de suelos, por ejemplo en donde conservan una densa cubierta vegetativa, parte de la construcción de terrazas en los terrenos de ladera, mismos que reducen la erosión del suelo y controlan los escurrimientos; sin embargo, en muchas zonas se han identificado terrazas muy deterioradas y abandonadas (IMTA, 2017b).

5.2.2.2.3 Metadatos.

Se seleccionaron y extrajeron datos de la investigación de Avila (2017), “Fitoextracción de Suelos Contaminados por Elementos Potencialmente Tóxicos en la Región de Atlixco, Puebla”, páginas 74 y 75, investigación realizada dentro del ICUAP 2017.

En ella se hicieron análisis fisicoquímicos de suelo, con muestras de las comunidades 10 de Abril y San Juan Portezuelo, del Municipio de Atlixco, Puebla.

Tabla 19

Datos de propiedades fisicoquímicas de suelo agrícola

N M	Localidad	pH	CE	MO	N	CIC
1	SJP	6.64	0.22	2.30	0.15	13
2	SJP	6.90	0.21	1.30	0.05	23
3	SJP	7.04	0.18	1.20	0.06	28
4	SJP	6.82	0.15	1.40	0.09	20
5	SJP	6.74	0.19	2.10	0.11	16
6	SJP	7.18	0.19	1.10	0.05	22
7	10A	6.72	0.16	1.50	0.07	30
8	10A	6.22	0.29	3.50	0.19	18
9	10A	6.18	0.23	4.20	0.25	25
10	10A	6.66	0.13	2.20	0.11	28
N M	Localidad	pH	CE	MO	N	CIC

11	10A	6.24	0.17	3.20	0.18	20
12	10A	6.46	0.09	3.00	0.15	16
13	10A	5.86	0.21	4.50	0.28	19

Nota: Datos extraídos de la investigación de Avila (2017), “*Fitoextracción de Suelos Contaminados por Elementos Potencialmente Tóxicos en la Región de Atlixco, Puebla*”, páginas 74 y 75.

Descripción de variables:

- N M: Número de muestra
- Localidad: SJP (San Juan Portezuelo) Y 10A (10 De Abril)
- pH: valores de pH en relación suelo/agua
- CE: conductividad eléctrica (dS m⁻¹)
- MO: porcentaje de materia orgánica
- N: porcentaje de nitrógeno
- CIC: capacidad de intercambio catiónico Cmol (+) Kg

5.2.2.2.4 Cálculo Estadístico, Recurso Edáfico.

- **Análisis de Correlación de Pearson**

Para evaluar la influencia entre cada una de estas propiedades fisicoquímicas en las muestras de suelo, se hizo el análisis de correlación. Encontramos muy altas correlaciones positivas entre el nitrógeno y el porcentaje de materia orgánica en las muestras de suelo, y muy altas correlaciones negativas o inversas entre el porcentaje de materia orgánica y el pH y el nitrógeno y el pH. Obsérvese figura 28.

Figura 27

Matriz de Correlación, Análisis de Componentes Principales, Suelo Agrícola

MATRIZ DE CORRELACIÓN						
		1	2	3	4	5
	VARIABLES	CE	CIC	MO	N	pH
1	CE	1				
2	CIC	-0.1799	1			
3	MO	0.3107	-0.3071	1		
4	N	0.3420	-0.3408	0.9841	1	
5	pH	-0.2746	0.2769	-0.9658	-0.9538	1
	MUY BAJA		BAJA		MUY ALTA	

Elaboración Propia.

Tabla 20

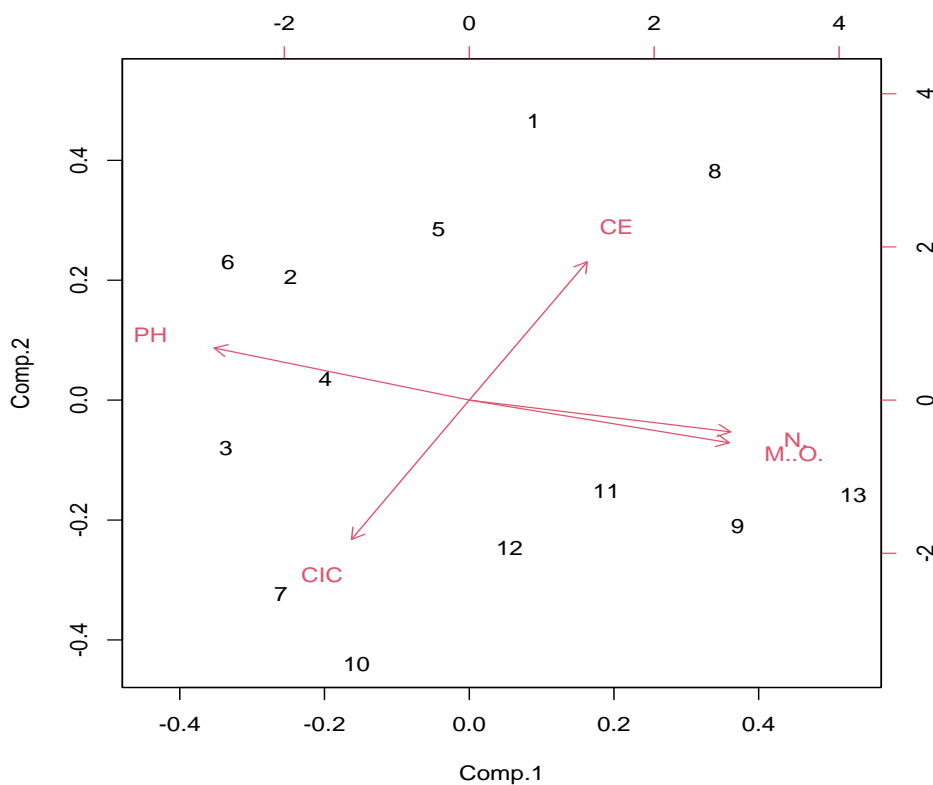
Contribuciones de los Componentes Principales 1 y 2. Análisis de Componentes Principales. Suelo Agrícola, Dimensión Ambiental

Component loadings:	Comp.1	Comp.2
CE	0.2465324	0.6590850
CIC	-0.2459637	-0.6631474
M.O.	0.5436330	- 0.2031691
N	0.5466237	-0.1513307
PH	-0.5332816	0.2483221
Component variances:	3.21683567	0.90325283
Importance of components:		
Standard deviation	1.7935539	0.9503961
Proportion of Variance	0.6433671	0.1806506
Cumulative Proportion + CP2	0.6433671	0.8240177

Salida del Software R- Commander.

Figura 28

Gráfica Biplot, Análisis de Componentes Principales, Propiedades fisicoquímicas, suelo agrícola



Salida del Software R- Commander.

El análisis exploratorio constituye el primer paso en la elaboración de un modelo que permita predecir el comportamiento de las dos comunidades de estudio, en este paso, se especificó el modelo teórico de regresión logística, tomando como variable respuesta Y a las dos localidades: San Juan Portezuelo (PSJ) y 10 de Abril (10A) y como variable independiente las puntuaciones de CP1.

Con el paquete Rcmdr se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación sobre el ajuste y evaluación del modelo: $\text{gml}(\text{loc.cod} \sim \text{CP1})$.

Las ecuaciones, que por los resultados significativos de la variable CP1 (a los niveles de significación 0.10 y 0.05, respectivamente) permiten predecir el comportamiento de las dos comunidades bajo estudio.

$$\bullet Y' = 0.369 + 0.985 \text{ CP1}$$

$$\bullet P(\text{SJP}) = \frac{\exp(-0.369 - 0.985 \text{ CP1})}{1 + \exp(-0.369 - 0.985 \text{ CP1})}$$

Figura 29

Coefficientes del modelo y devianza, MLG

Coeficientes del modelo							
Coeficientes:							
	Estimador	Error Est.	Valor z	Pr(> z)			
(Intercepto)	0.3689	0.7406	0.498	0.6184			
CP1	0.9467	0.5209	1.817	0.0692			

Tabla de devianza							
Fuente	DF	Seq Dev	Contrib u-ción	Adj Dev	Adj Mean	Chi-Square	P-Value
Regresión	1	5.43	30.26%	5.43	5.43	5.43	0.02
CP1	1	5.43	30.26%	5.43	5.43	5.43	0.02
Error	11	12.515	69.74%	12.515	1.138		
Total	12	17.945	100.00%				

Salida del Software R- Commander.

El modelo obtenido corroboró que en la comunidad 10 de Abril se presentan mayor porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno que en la localidad San Juan Portezuelo.

5.2.2.2.6 Resultados del análisis de suelo agrícola del municipio, dimensión ambiental

- Pese a que el mayor uso de suelo en el municipio es el uso de suelo agrícola, la expansión urbana y las demandas ganaderas, han provocado una reducción de las áreas dedicadas a esta labor, deforestación y cambio de uso de suelo en otras zonas boscosas.
- En el compartimiento ambiental muestreado, existe alta correlación positiva entre el porcentaje de materia orgánica y el porcentaje de nitrógeno, es decir, que cuando la magnitud de una de estas propiedades incrementa, la otra también lo hace, o la cantidad de materia orgánica que hay en el suelo, nos da información de la cantidad de nitrógeno en el mismo, y viceversa.
- Por el contrario, existe una correlación inversa o negativa, en el porcentaje de Materia Orgánica y los valores de pH en relación suelo/agua, es decir, que cuando una magnitud aumenta, la otra decrece.
- No existe correlación entre capacidad de intercambio catiónico Cmol (+) Kg y la conductividad eléctrica (dS m^{-1}), es decir, no nos dice nada la una de la otra propiedad fisicoquímica.
- Percibimos perfiles muy similares en las muestras de suelo, conformando los siguientes grupos:

3 y 4 de la localidad San Juan Portezuelo

6 y 2 de la localidad San Juan Portezuelo

9 y 13 de la localidad 10 de Abril

11 y 12, pertenecientes a la comunidad 10 de Abril

- Dentro de las 13 muestras de ambas comunidades, las propiedades que presentan mayor varianza son la capacidad de intercambio catiónico y porcentaje de materia orgánica, este último, presentándose en muchas mayores proporciones en la localidad 10 de Abril, teniendo los 5 mayores porcentajes de las 13 muestras.
- El MLG, con componente aleatorio binomial y función de enlace Logit, permitió caracterizar y predecir el comportamiento en las dos localidades estudiadas, utilizando la primera componente principal como variable independiente del modelo establecido.

5.2.3 Análisis, Planeación y Ejecución de Gobierno, Dimensión de Gobernanza

5.2.3.1 Búsqueda Bibliográfica y Selección de Fuentes de Información.

En el ámbito de la gobernabilidad, las políticas, leyes, programas, normas, objetivos y estrategias, deben tener compatibilidad y congruencia con las necesidades de los diferentes niveles en que se organiza la nación.

El plan de desarrollo (PD) nacional, es un instrumento de dirección y compromiso que sirve como ruta guía nacional, siendo trascendental a los distintos niveles de gobierno y a los diversos sectores sociales (Gobierno de México, 2019). A sí mismo, el plan de desarrollo (PD) a nivel estatal o municipal, funge, correspondientemente, como instrumento rector para la aplicación de un esquema de planeación y gestión de gobernanza, sentando las bases para resolver las problemáticas del municipio. Por tal razón, para hacer el análisis de este apartado, se utilizó dicho documento como la fuente primordial. Las fuentes complementarias fueron las siguientes:

- F1. Primer Informe de gobierno 2018-2021. 2019. Ayuntamiento de Atlixco.
- F2. Segundo Informe de gobierno 2018-2021. 2020. Ayuntamiento de Atlixco.
- F3. Tercer Informe de Gobierno 2018-2021. 2021. Ayuntamiento de Atlixco.

Las fuentes proceden de la última administración de gobierno concluida (2018-2021), es decir que las fuentes, son homogéneas, y adecuadas, cumpliendo con la temporalidad, pertinencia y representatividad de los datos. Cabe mencionar que se buscaron otras fuentes de

información oficial, pero no aportaron información adicional a la concentrada en las mencionadas.

En cuanto a la Fundamentación jurídica del PMD de Atlixco y estipulado dentro del mismo documento, se asentó a la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla, la Ley de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla, la Ley Orgánica Municipal, la Ley de Coordinación Hacendaria del Estado de Puebla y sus Municipios, Ley General de Contabilidad Gubernamental, Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Puebla, y se alineó a la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

5.2.3.2 Análisis de Contenido.

A partir del Análisis de Contenido del Plan Municipal de Desarrollo de Atlixco (2018-2021), se precisó la estructura de vinculación del modelo de actuación gubernamental. Dicha estructura, planteó 22 programas estratégicos con sus respectivas líneas de acción, repartidas en 5 ejes rectores o ejes de gobierno, vinculados en función a las 3 dimensiones del desarrollo sostenible; económica, social y ambiental. Las Líneas de Acción de los Programas Estratégicos se relacionaron con las metas de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, volviéndose el centro vinculante, tanto de manera directa, como complementaria, manteniendo, a su vez, una vinculación operativa presupuestaria.

Figura 30

Estructura de vinculación del Plan Municipal de Desarrollo de Atlixco, 2018-2021



Elaboración Propia.

Tabla 21

Desglose, estructura de vinculación del Plan Municipal de Desarrollo de Atlixco, 2018-2021

<i>Dimensiones</i>	<i>Eje de Gobierno</i>	<i>Programas / Líneas de Acción</i>	<i>ODS Central y Complementario</i>
Social	Eje 1: Participación Ciudadana y Bien Común	1. Valor y cohesión social / 10	1 / 4, 10, 11
		2. Protección e inclusión / 16	10 / 1, 2, 3, 4, 5, 8, 11,
		3. Salud y bienestar / 7	12
		4. Jóvenes emprendedores / 7	3 / 8
		5. Deporte para la salud y bienestar / 6	8 / 3, 4, 10, 11
		6. Igualdad y equidad de género / 10	3 / 11
			5 / 4, 8
Económica	Eje 2: Crecimiento Económico, Competitividad, Cultura y Turismo	7. Desarrollo económico y territorial / 16	8 / 2, 11
		8. Competitividad e inversión / 17	8 / 4, 9
		9. Cultura y turismo / 10	8 / 4, 11, 12
<i>Dimensiones</i>	<i>Eje de Gobierno</i>	<i>Programas / Líneas de Acción</i>	<i>ODS Central y Complementario</i>
Ambiental	Eje 3: Sustentabilidad, Ordenamiento Territorial e Infraestructura	10. Servicios públicos al 100 / 16	11 / 12, 16
		11. Infraestructura / 14	11 / 4
		12. Desarrollo urbano, sustentabilidad / 17 y ordenamiento territorial	11 / 4, 6, 15, 16
Social	Eje 4: Seguridad, Gobernabilidad y Protección Integral	13. Seguridad pública y corresponsabilidad / 24	16 / 3, 11
		14. Gobernabilidad y corresponsabilidad ciudadana / 16	1
		15. Protección ciudadana integral / 20	6 / 4
Social	Eje 5: Gobierno de Resultados	16. Planeación y evaluación con resultados / 12	11 / 1
		17. Atención ciudadana y comunicación social / 7	16 / 11
		18. Administración y alta dirección pública con orientación a la obtención de resultados / 4	16 / 11
		19. Protección, certeza, legalidad y justicia por el bien común / 11	16 / 11
		20. Gerencia pública y consenso estratégico / 10	16 / 11, 10
		21. Finanzas municipales sanas y fortalecidas / 13	16 / 11
		22. Orden, control, transparencia y rendición de cuentas / 16	16

Elaboración Propia.

A partir de dicha estructura, se prosiguió a la identificación de los ejes y programas que contemplaban acciones con beneficio directo para la población, actividad y sector agrícola. Una vez ubicados, se determinó la realización, la finalidad, la fuente y la temporalidad en que se ejecutaron las líneas de acción, detallándose cada una.

Figura 31

Análisis de Contenido, dimensión de Gobernanza

N.	Eje 2. Crecimiento Económico, competitividad, cultura y turismo. Programa 7. Desarrollo Económico Territorial. LINEAS DE ACCIÓN	REALIZACIÓN (R,NR, SI)	Beneficio Directo Sector Agrícola	DETALLES	FUENTE	Finalidad
1	Gestionar con los Gobiernos Federal y Estatal, insumos y herramientas en favor de los pequeños productores agropecuarios y floricultores.	R	Si	Impulso de programas de apoyo al campo a través de la Dirección de Fomento Económico y Sector Agropecuario, 315 productores beneficiados con programas de mecanización y servicios de rastra y barbecho en 120 hectáreas en diferentes localidades.	F2	Facilitar insumos, herramientas, infraestructura y tecnología
2	Fomentar la asociación de pequeños productores para el otorgamiento de capacitaciones y subsidios.	R	Si	Apoyo a 19 productores aguacateros para asistir a la capacitación en la producción de aguacate en la ciudad de Uruapan Michoacán. / Entrega de herramientas para agricultores, módulos de gallinas de traspatio, insumos acuícolas	F2/ F3	Asociar, capacitar, subsidiar
3	Establecer convenios de colaboración para el aseguramiento de cosechas y unidades animales	S / I	Si	NO SE ENCONTRO INFORMACIÓN		Aseguramiento de cosechas y campañas fito y zoonitarias
4	Realizar reuniones de trabajo con cámaras empresariales y los diferentes niveles de gobierno a fin de incrementar	P	Si	Firma de convenio con el Sistema Productor de Aguacate del Estado de Puebla para contar con el	F1	Incremento promoción y

Análisis para determinar las líneas de acción relacionadas directamente con el Sector Agrícola.

F1. Primer Informe de gobierno 2018-2021. 2019. Ayuntamiento de Atlixco.
F2. Segundo Informe de gobierno 2018-2021. 2020. Ayuntamiento de Atlixco.
F3. Tercer Informe de Gobierno 2018-2021. 2021. Ayuntamiento de Atlixco.

Elaboración Propia.

Tabla 22

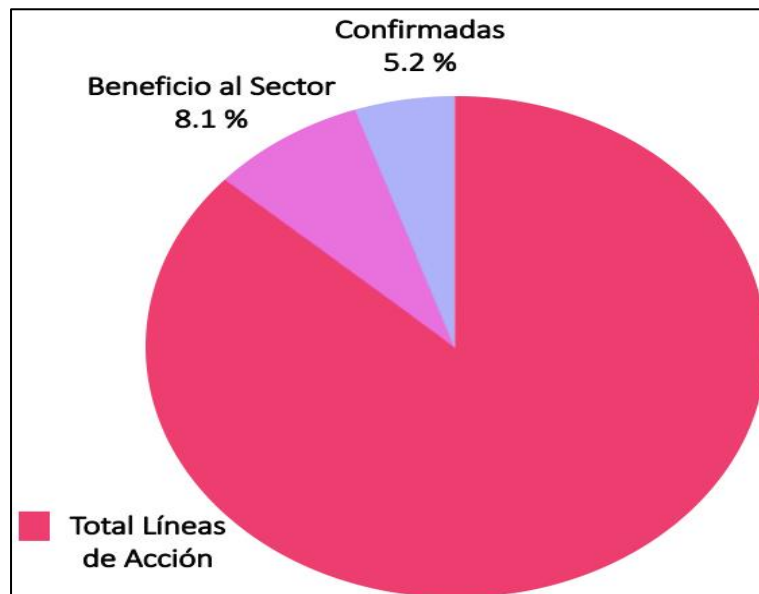
Totales de líneas de acción con beneficio directo agrícola

	Líneas de Acción totales	Beneficio Directo Sector Agrícola	Se Confirmó Realización C/BDSA	Temporalidad (años de la administración), con beneficio directo para el sector agrícola			
				1	2	3	0
Totales	33	22	14	7	4	3	8
P7.	16	13	8	3	2	3	5
% P7.	48.50%	81.30%	50%	21.40%	14.30%	21.40%	35.70%
P12.	17	9	6	4	2	0	3
% P12.	51.50%	52.90%	35.30%	28.60%	14.30%	0%	21.40%
% Totales, ambos programas C/BDSA			63%	28.60%	21.40%	57.10%	36%
% Totale 270 L A		8.14%	5.18%	2.5%	1.4%	1.1%	

Elaboración Propia.

Figura 32

Gráfica, % de líneas de acción con beneficio directo agrícola, contempladas y realizadas



Elaboración Propia.

5.2.3.3 Análisis de Componentes Categóricos.

El objeto del Análisis de Componentes Categóricos, en nuestro caso, son las 33 líneas de acción.

La codificación de las 5 variables categóricas (obtenidas del Análisis de contenido), son las siguientes:

- **Programa 1:** Eje 2. Crecimiento Económico, competitividad, cultura y turismo. Programa 7. Desarrollo Económico Territorial. 16 líneas de acción.
- **Programa 2:** Eje 3. Sustentabilidad, ordenamiento territorial e infraestructura. Programa 12. Desarrollo urbano, sustentabilidad y ordenamiento territorial. 17 líneas de acción.
- **Realización:** Realizada = 1, No realizada = 0, Sin Información = 0
- **Beneficio Directo Sector Agrícola:** Si = 1, No = 0
-

- **Temporalidad:** 0= No se sabe, 1= se realizó la acción en uno de los años de la administración, 2= se realizó una acción en 2 años de la administración, 3 = se realizó la acción en los 3 años de la administración.
- **Alcance:** Beneficio para el sector y realización = 1, beneficio directo para el sector sin realización = 0.

En las figuras 34 y 35, se muestran los resultados obtenidos.

Figura 33

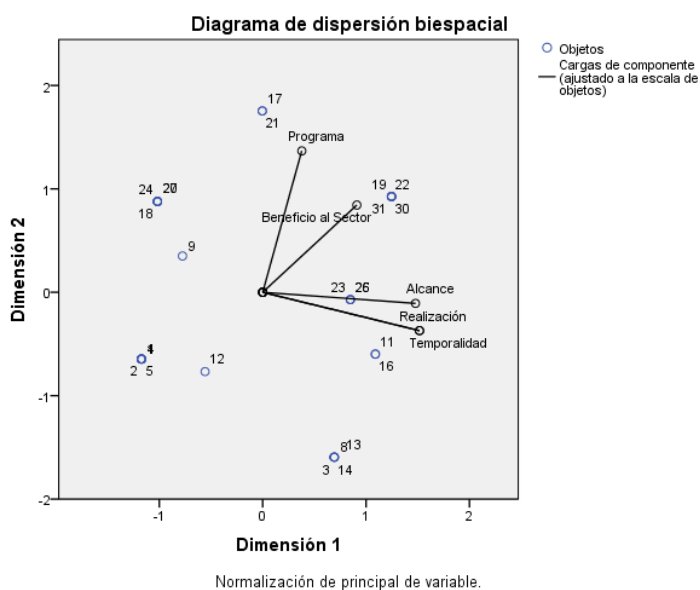
Matriz de saturaciones en componentes, CAPTCA

	Dimensiones	
	1	2
Programa	.237	.856
Realización	.949	-.232
Beneficio al Sector Agrícola	.570	.528
Temporalidad	.949	-.232
Alcance	.925	-.067

Salida del Software R- Commander.

Figura 34

Diagrama de dispersión biespacial, CAPTCA



Salida del Software R- Commander.

Saturaciones de componentes. Las cargas en componentes para las variables seleccionadas, ordenan las saturaciones de componentes por tamaño. En la matriz anterior se observa una mayor saturación en la dimensión uno, en cuanto al alcance, la temporalidad y la realización, que en la dimensión 2.

En el diagrama de dispersión biespacial, podemos ver como objetos, a las líneas de acción, y los vectores, nos muestran las cargas de componente, ajustados a la escala de objetos.

5.2.3.4 Resultados del Análisis, Dimensión de Gobernanza

Los datos arrojan una mayor atención a las acciones que corresponden al desarrollo de turismo, a mejorar la seguridad pública, el desarrollo y la competitividad e inversión del sector urbano de manera primordial, dejando en segundo término a la población rural.

Se observó gran carencia dentro de la planeación y ejecución de los programas de gobierno, que se orienten a beneficiar y fomentar el desarrollo sustentable del sector agrícola, situación que contrasta con su pronunciación a favor de una articulación justa y beneficiosa para la estructura y condiciones del municipio, en línea a los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030.

También se evidenció la falta de asesoramiento técnico para el manejo del uso y aprovechamiento de los recursos hídricos que se encuentran en la región, la falta de asesoramiento técnico con respecto al manejo del suelo, la carbonización del suelo, el uso de productos químicos, el uso de semillas, la forma de cultivos, los micro y macronutrientes del suelo, la falta de asesoramiento y coordinación para apoyar a los campesinos con la mejora y comercialización de sus productos.

- Del Programa 7, Desarrollo Económico Territorial, perteneciente al eje de gobierno 2, crecimiento Económico, competitividad, cultura y turismo, alrededor del 81 % de las líneas de acción, involucran un Beneficio Directo para el Sector Agrícola. De ese porcentaje, no se confirmó su realización, o no se encontró información al respecto de un 38.5 % de dichas Líneas de Acción.

- P12. Programa 12. Desarrollo Urbano, Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial del eje de gobierno 3, Sustentabilidad, Ordenamiento Territorial e Infraestructura, el 52.9 % de las líneas de acción involucran un Beneficio Directo para el Sector Agrícola. De ese porcentaje, no se confirmó su realización, o no se encontró información al respecto de un 33.3 % de dichas Líneas de Acción.

De un total de 270 líneas de acción contempladas en el PMD, tan solo 22 líneas de acción, distribuidas en 2 programas (9 % de los programas estratégicos), involucran acciones de gobierno específicas orientadas a beneficiar al sector agrícola de manera directa, es decir, solo el 8.1 % de las acciones planeadas. De ese porcentaje, 36.4 % de las líneas de acción no fueron confirmadas o no se encontró información al respecto. Dicha cuestión es preocupante y contrastante al ser el municipio del Estado con mayor población ocupada en el sector primario, según datos del Gobierno de Puebla (2019).

También se evidenció la falta de asesoramiento técnico para el manejo del uso y aprovechamiento de los recursos hídricos que se encuentran en la región, la falta de asesoramiento técnico con respecto al manejo del suelo, la carbonización del suelo, el uso de productos químicos, el uso de semillas, la forma de cultivos, los micro y macronutrientes del suelo, la falta de asesoramiento y coordinación para apoyar a los campesinos con la mejora y comercialización de sus productos.

5.3 Identificación de Puntos Críticos, Matriz FODA

Los puntos críticos, son aquellos aspectos que fortalecen, debilitan, amenazan o que favorecen al sistema de estudio y sus dimensiones. Derivados del análisis anterior, son observables los siguientes puntos críticos.

El municipio de Atlixco se encuentra en una ubicación muy estratégica para el desarrollo de su sector agrícola, por sus características biofísicas y por su cercanía a otros municipios como Puebla y Cholula, resultando de atracción comercial para dispersar sus productos agrícolas, además de tener una extensa gama de productos agrícolas, capaz de ofrecer calidad y variedad de cultivos con finalidades alimentarias, productos ornamentales, de forraje, cultivos textiles, cultivos oleaginosos, e incluso productos industriales, que contribuyen a la

balanza comercial del municipio y del estado, además de ser un reconocido exportador de flores a nivel nacional e incluso a nivel internacional.

Los recursos edáficos del municipio tienen diferentes capacidades, y gran porcentaje de ellos, son suelos fértiles, con aptitudes para la producción agrícola y para ambas modalidades, tanto riego como de temporal. En Atlixco, existe la cultura de conservación de suelo en algunas áreas, donde se construyen terrazas para reducir la erosión del suelo y controlar los escurrimientos, sin embargo, la deforestación, el cambio de uso de suelo, la expansión urbana, la ganadería, la contaminación hídrica, el uso de agroquímicos, entre otros elementos, han deteriorado áreas de suelo. El suelo previamente muestreado, y analizado en este estudio, de dos localidades rurales con vocación agrícola, mostró variaciones en sus propiedades, sin embargo, se puede observar que en la localidad 10 de abril, hay mayores porcentajes de materia orgánica y mayores concentraciones de nitrógeno, lo que sugiere condiciones favorables para el cultivo.

Los recursos hídricos del municipio son bastos, tanto en cuerpos o corrientes superficiales, como en aguas subterráneas. Según fuentes oficiales, tienen la calidad adecuada para su uso agrícola, y se encuentran en un estado de equilibrio, sin embargo, se ven amenazados por la contaminación y por la sobreexplotación, incluso, el agua subterránea podría encontrarse en una fase inicial de sobreexplotación del recurso.

Socioeconómicamente, los pobladores de Atlixco, viven disparidad, marginación, rezago social y educativo, incapacidades comerciales, limitaciones de movilidad, falta de apoyos al campo, falta de capacitaciones, falta de impulso a las prácticas de conservación del suelo y agua, poca representatividad en las líneas de acción desarrolladas en el plan municipal de desarrollo, en la planeación de gobierno hay poca representatividad de los intereses de los agricultores, su familia y su comunidad y, por tanto, de la población rural. Una de las carencias más preocupantes es la falta de seguridad social, que contrarresta la protección a privaciones económicas y sociales (ingresos, enfermedad, maternidad, accidente de trabajo, o enfermedad laboral, desempleo, invalidez, vejez y muerte, asistencia médica, etc.), además existen carencias de los pobladores con relación a los recursos económicos, servicios en vivienda, escolaridad, educación y alimentación. El gobierno de Atlixco le ha dado atención prioritaria al turismo en el municipio, cuestión que puede verse como una oportunidad, si se fomenta de manera sostenible. Pudiendo así, dinamizar el comercio reduciendo intermediarios.

Figura 35

Matriz FODA

Matriz FODA Sistema Socioambiental		Atributo beneficiado o perturbado						
Fortalezas	Oportunidades	Produ	Estabil	Resilie	Confia	Adap	Equi	Auto
Ubicación comercial muy estratégica		x	x					
Características biofísicas oportunas		x	x		x			
Disponibilidad hídrica para la actividad agrícola		x	x		x			
Se preserva cultura de conservación de suelo en algunas zonas			x	x		x		x
Producción de una extensa gama de productos agrícolas		x	x		x			
Contribución a la balanza comercial por su valor de producción, a nivel estatal y municipal		x	x		x			
Reconocido productor y exportador de flores a nivel nacional e internacional		x	x		x			
Los recursos hídricos superficiales y subterráneos del municipio son bastos		x	x		x			
Calidad del recurso hídrico para uso agrícola		x	x		x			
El sector turístico puede favorecer el comercio de la producción agrícola		x				x		
Debilidades	Amenazas							
Los recursos hídricos están amenazados por contaminación y sobreexplotación		x	x	x	x	x	x	x
El agua subterránea, podría encontrarse en una fase inicial de sobreexplotación		x	x	x	x	x	x	x
Existe deterioro del suelo multicausal		x	x	x	x	x	x	x
Los pobladores de Atlixco, viven disparidad, marginación, rezago social y educativo		x	x	x	x	x	x	x
Limitaciones comerciales, de movilidad, falta de apoyo y capacitación a campesinos			x	x			x	
El sector agrícola tiene poca representatividad en el planteamiento gubernamental			x		x		x	
Falta de impulso de prácticas de conservación, de agua y suelo, en modelo de gobernanza		x	x	x	x	x		x
Falta de seguridad social para la población municipal		x	x	x	x	x	x	
Alto porcentaje de personas con algún grado de pobreza			x	x	x		x	
Problemas de analfabetismo y baja escolaridad, con mayor porcentaje en mujeres			x		x		x	
Carencia de servicios en viviendas; energía eléctrica, alcantarillado, agua entubada			x				x	
El uso de suelo agrícola es susceptible a la urbanización		x	x					
Se manifiesta población con algún grado de inseguridad alimentaria			x				x	

Elaboración Propia.

5.4 Identificación y Medición de Indicadores de Sustentabilidad

Figura 36

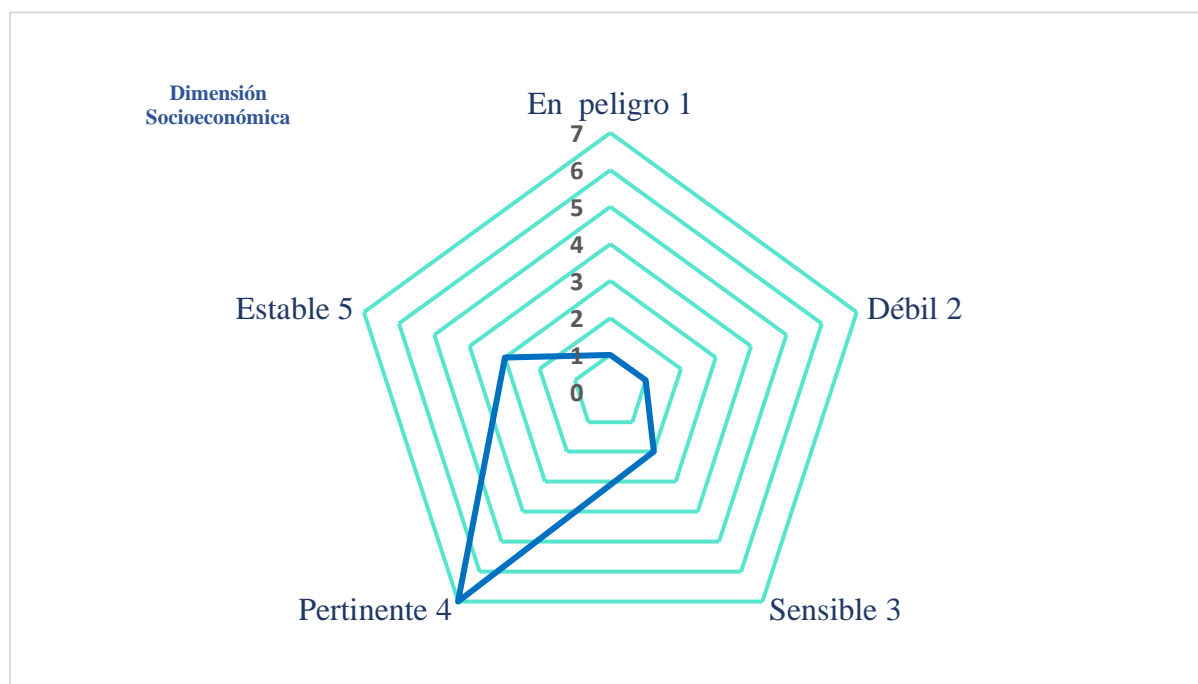
Identificación y medición de indicadores de sustentabilidad, dimensión socioeconómica

ANÁLISIS DEL SISTEMA SOCIO-AMBIENTAL AGRÍCOLA DE ATLIXCO						
Dimensión Socioeconómica			Unidad de Análisis			
			Población del Municipio			
Indicadores estratégicos	Categoría	2015 al 2020	% de cumplimiento	Grado	Eficiencia del sistema	Definición
% Población de 15 años o más con analfabetismo	Educación	3.53	96.47	5	Estable	Sustentable
% Población de 15 años o más sin educación básica	Educación	36.19	63.81	4	Pertinente	Moderadamente sustentable
% Población con rezago educativo	Educación	21.68	78.32	4	Pertinente	Moderadamente sustentable
% Población de 15 años y más con secundaria completa	Educación	16	16	1	En peligro	No sustentable
% Viviendas sin agua entubada	Vivienda	3.27	96.73	5	Estable	Sustentable
% Viviendas sin electricidad	Vivienda	1	99	5	Estable	Sustentable
% Viviendas particulares con hacinamiento	Vivienda	24.83	75.17	4	Pertinente	Moderadamente sustentable
% Población con algún estado de condición de pobreza	Economía	59.4	40.6	3	Sensible	Medianamente sustentable
% Población vulnerable por ingresos	Economía	21.7	78.3	4	Pertinente	Moderadamente sustentable
% Población en situación de pobreza moderada	Economía	49.3	50.7	3	Sensible	Medianamente sustentable
% Población vulnerable por carencias sociales	Seguridad Social	21.7	78.3	4	Pertinente	Moderadamente sustentable
% Población con carencia de acceso a servicios de salud	Seguridad Social	34.04	65.96	4	Pertinente	Moderadamente sustentable
% Población con carencia de acceso a la seguridad social	Seguridad Social	70.21	29.79	2	Débil	Escasamente sustentable
% Población en hogares con un grado de inseguridad alimentaria moderado o severo	Alimentación	24.13	75.87	4	Pertinente	Moderadamente sustentable

Elaboración Propia.

Figura 37

Esquema radial del grado de sustentabilidad en la Dimensión Socioeconómica



Elaboración Propia.

El grado de sustentabilidad (GS) del subsistema socioeconómico, en cuanto a las categorías contempladas, es de 3.71, es decir, que la eficiencia del sistema es sensible, considerándose medianamente sustentable. Los indicadores con menor grado de sustentabilidad, son en materia de acceso a la educación, acceso a la seguridad social y estado de pobreza de la población.

Respecto a la educación, el porcentaje de población que concluyó la secundaria, es muy baja, y conforme el nivel de escolaridad sube, el porcentaje disminuye, observándose además, que dentro del municipio hay mayor acceso de educación para hombres que para mujeres.

También es preocupante que la mayoría de la población presenta algún grado de pobreza, problemática socioeconómica compleja, que requiere de atención prioritaria.

Respecto a la seguridad social, la FAO (2015), afirma que, fomentarla tanto en las zonas rurales, como urbanas, contrarresta privaciones persistentes e innecesarias que padece la población y que afectan su productividad económica, y a su vez, la de su comunidad, también afectando su desarrollo físico, cognitivo y su estado de salud. Por ello, la mejora de la protección social, debe estar priorizada en los planes de gobierno.

Figura 38

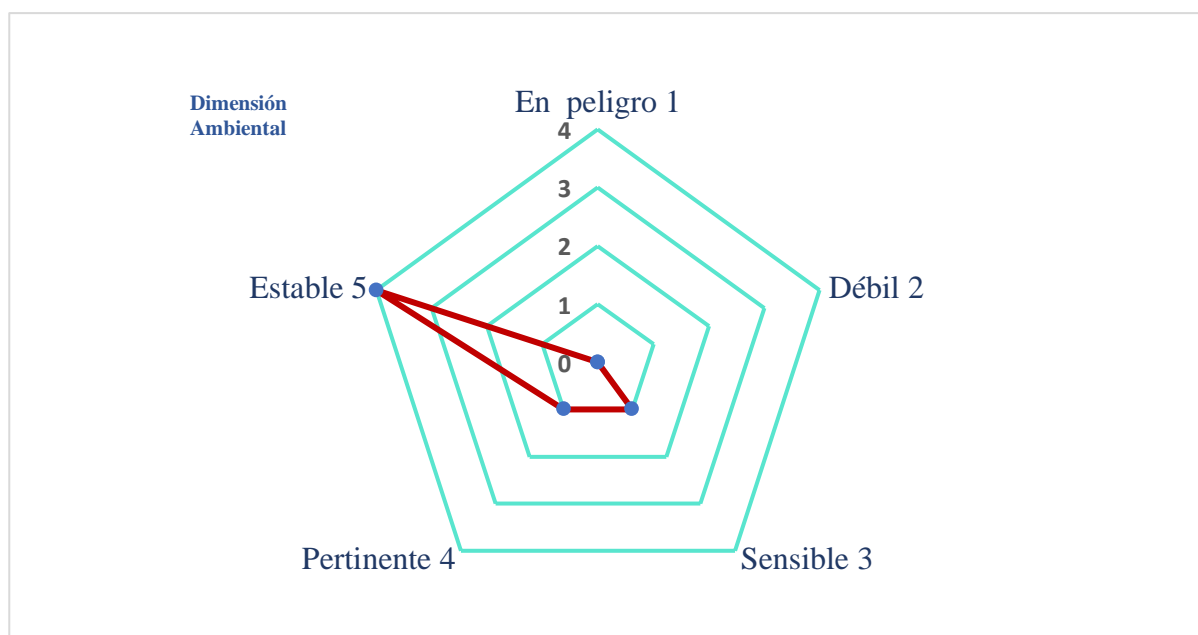
Identificación y medición de indicadores de sustentabilidad, dimensión ambiental

ANÁLISIS DEL SISTEMA SOCIO-AMBIENTAL AGRÍCOLA DE ATLIXCO						
Dimensión Ambiental			Unidad de Análisis			
			Recursos Hídricos y Edáficos Agrícolas			
Indicadores estratégicos	Categoría	2015 al 2020	% de cumplimiento	Grado	Eficiencia del sistema	Definición
% de agua destinada para la actividad agrícola del total de extracción	Disponibilidad hídrica	77.22	100	5	Estable	Sustentable
% de agua destinada para la agricultura del total de extracción de agua subterránea	Disponibilidad hídrica	86.74	100	5	Estable	Sustentable
% del valor de la producción agrícola de todo el sector agropecuario	Balanza comercial	84.84%	84.84	4	Pertinente	Moderadamente sustentable
% de superficie cosechada, producción agrícola de riego y temporal, ciclo perennes	Aprovechamiento suelo	99.32	99.32	5	Estable	Sustentable
% superficie de suelo ocupada para uso agrícola del suelo con vocación para el desarrollo de actividades agrícolas	Aprovechamiento suelo	100	100	5	Estable	Sustentable
% territorio de uso agrícola susceptible a la urbanización	Cambio de suelo	40	60	3	Sensible	Medianamente sustentable

Elaboración Propia.

Figura 39

Esquema radial del grado de sustentabilidad en la Dimensión Ambiental



Elaboración Propia.

El grado de sustentabilidad (GS) del subsistema ambiental, en cuanto a las categorías contempladas, es de 4.5, es decir, que la eficiencia del sistema es pertinente, considerándose moderadamente sustentable. El indicador con menor grado de sustentabilidad, es respecto al uso de suelo agrícola y su susceptibilidad a la urbanización. Respecto a dicho indicador, la expansión urbana en el municipio es preocupante y conlleva al detrimento del suelo agrícola, alterado también con distintos grados de erosión, situación consecuente de la forma de producción agrícola, carente de implementación de prácticas de conservación de suelo.

Tanto el agua como el suelo agrícola se ven afectados por su manejo, la utilización de aguas negras para riego, perjudican el suelo, y pueden conllevar a fuertes problemas de salud, y el desperdicio hídrico, afectan su disponibilidad para otros sectores y el ecosistema.

Figura 40

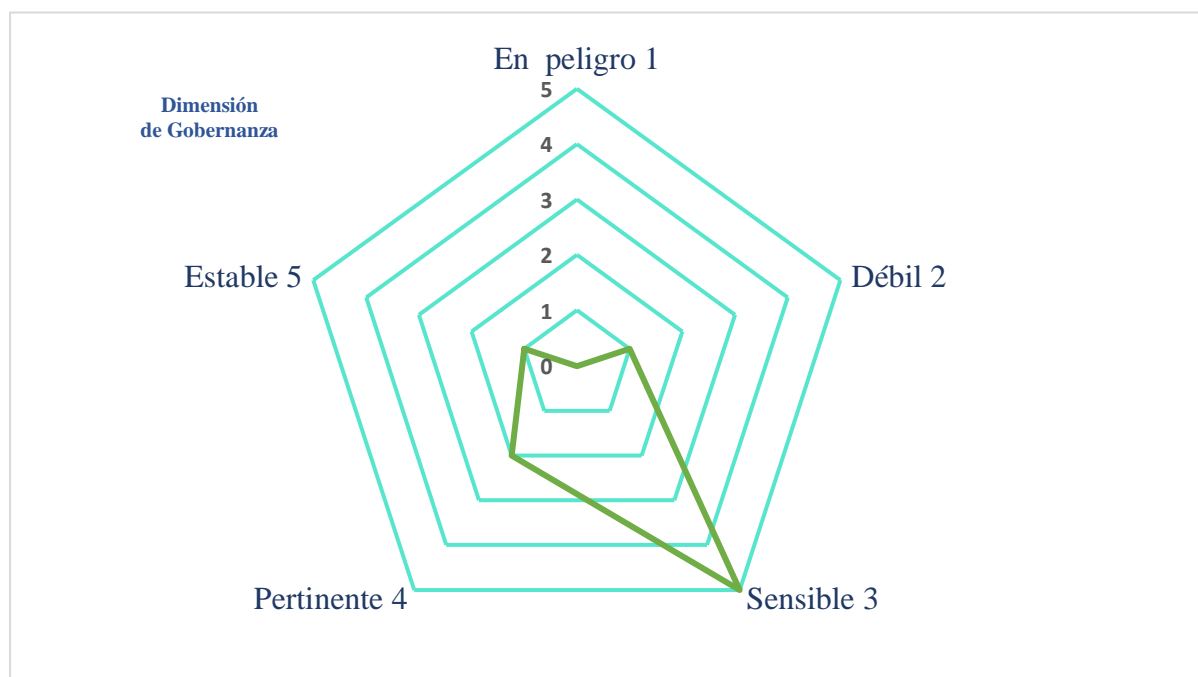
Identificación y medición de indicadores de sustentabilidad, dimensión de Gobernanza

ANÁLISIS DEL SISTEMA SOCIO-AMBIENTAL AGRÍCOLA DE ATLIXCO						
Dimensión De Gobernanza			Unidad de Análisis			
			Planeación y ejecución del modelo de gobernanza del PDM			
Indicadores estratégicos	Categoría	% 2021	% de cumplimiento	Grado	Eficiencia del sistema	Definición
% de acciones planeadas para beneficio agrícola directo	Planeación	8.1	40	3	Sensible	Medianamente sustentable
% de acciones realizadas para beneficio agrícola directo	Realización	63	63	4	Pertinente	Moderadamente sustentable
% de acciones ejecutadas durante los 3 años de la administración gubernamental de análisis	Realización	21.42	21.42	2	Débil	Escasamente Sustentable
% de acciones ejecutadas, orientadas a facilitar Insumos, herramientas, infraestructura y tecnología	Insumos, infraestructura y tecnología	100	100	5	Estable	Sustentable
% de acciones ejecutadas, orientadas a asociar, capacitar, subsidiar a los productores y campesinos	Subsidio y capacitación	50	50	3	Sensible	Medianamente sustentable
% de acciones ejecutadas, orientadas al aseguramiento de cosechas y campañas fito y zoonitarias	Seguridad e higiene	50	50	3	Sensible	Medianamente sustentable
% de acciones ejecutadas, orientadas al fomento de la promoción y regulación comercial	Fomento y regulación comercial	80	80	4	Pertinente	Moderadamente sustentable
% de acciones ejecutadas, orientadas al ordenamiento territorial y uso de suelo	Ordenamiento territorial	60	60	3	Sensible	Medianamente sustentable
% de acciones ejecutadas, de sustentabilidad y educación ambiental	Sustentabilidad y educación ambiental	50	50	3	Sensible	Medianamente sustentable

Elaboración Propia.

Figura 41

Esquema radial del grado de sustentabilidad en la Dimensión de Gobernanza.



Elaboración Propia.

El grado de sustentabilidad (GS) del subsistema de Gobernanza, en cuanto a las categorías contempladas, es de 3.33, es decir, que la eficiencia del sistema es sensible, considerándose medianamente sustentable.

El indicador con menor grado de sustentabilidad, es respecto a la temporalidad de ejecución de las líneas de acción con beneficio directo al sector, actividad y población agrícola.

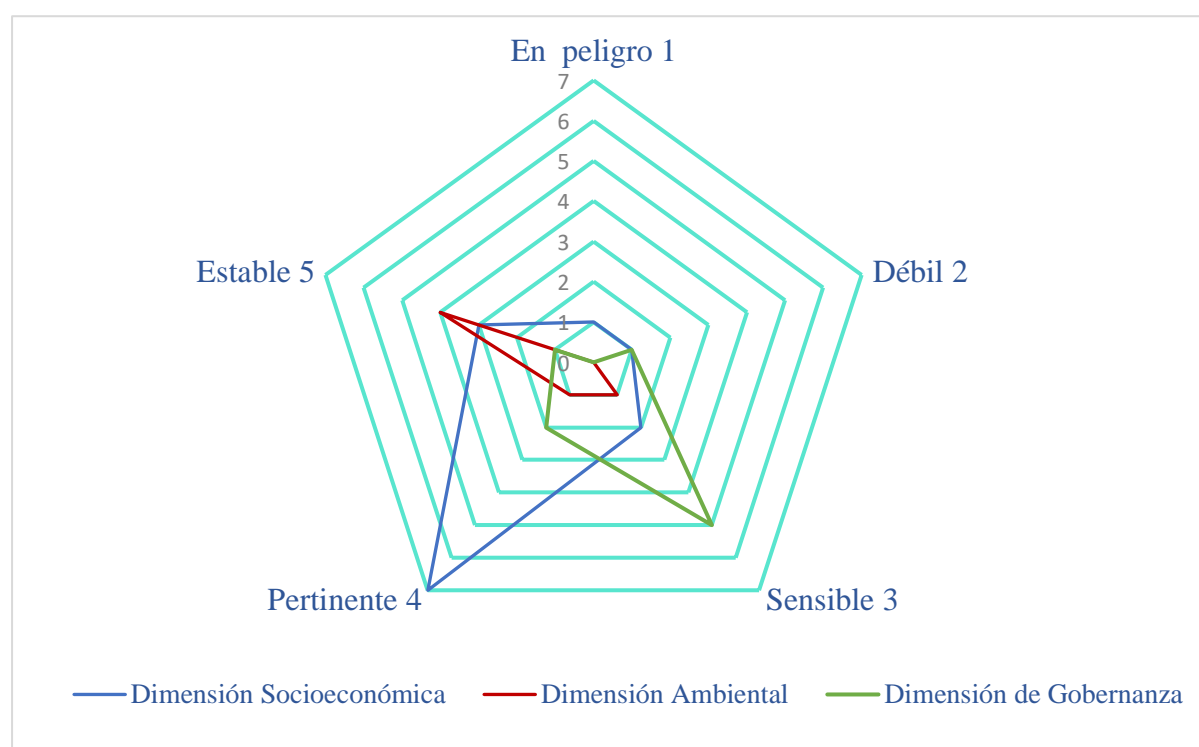
Según un informe de la FAO (2015), Organizaciones internacionales y multilaterales como la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la misma Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), entre otras, aseguran que los sistemas de protección social inclusivos y sostenibles deben contemplarse y articularse con las políticas sociales y económicas.

Para los agricultores y sus familias, la falta de protección frente a catástrofes naturales, plagas que afectan sus cultivos, el cambio climático, las crisis financieras, la falta de financiamientos, la subida de precios de alimentos y productos básicos e insumos, puede contraer un colapso económico, riesgos y amenazas que fomentan un ciclo de gestión

insostenible y vulnerabilidad, por ello, la FAO (2015), resalta que organizaciones internacionales y multilaterales como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) recomiendan priorizarla en la gobernabilidad, asegurando que los sistemas de protección social inclusivos y sostenibles deben contemplarse y articularse con las políticas sociales y económicas para la consecución del desarrollo sustentable.

Figura 42

Esquema radial del grado de sustentabilidad de las 3 dimensiones del sistema



Elaboración Propia.

Se observa que la dimensión de gobernanza es la que presenta menor eficiencia y menor grado de sustentabilidad. Siguiéndole la dimensión socioeconómica. Esto evidencia las interrelaciones de ambas dimensiones y su interdefinibilidad. Cabe mencionar que los indicadores de la dimensión ambiental se vieron limitados por la variación de información entre las fuentes y la desactualización de la misma.

VI. Conclusiones y Recomendaciones

En esta investigación, se identificaron aspectos relevantes del municipio, se definió un sistema socioambiental agrícola y se midió su sustentabilidad, a partir de la identificación y medición de indicadores estratégicos.

Al analizar las dimensiones del sistema socioambiental propuesto, se identificaron puntos críticos determinantes, ubicándose elementos de fortaleza y oportunidad, y elementos que debilitan y amenazan la sustentabilidad del sistema y que requieren mayor atención para su fortalecimiento. De dichos puntos se resaltan los siguientes:

El municipio de Atlixco tiene características biofísicas oportunas que favorecen la vocación y producción agrícola del suelo, y que aunados a la disponibilidad y calidad del agua, deriva en una extensa gama de productos agrícolas, que le dan reconocimiento al municipio y que contribuyen a la balanza comercial a nivel estatal y municipal, teniendo además, una ubicación comercial estratégica. Pese a lo anterior, el recurso hídrico agrícola, se encuentra amenazado por contaminación y sobreexplotación, exponiéndose la posibilidad de estar (el agua subterránea), en una fase inicial de sobreexplotación. Así mismo, el recurso edáfico también muestra deterioro multicausal y el uso de suelo agrícola manifiesta gran susceptibilidad a la urbanización. Además, se encontró que el sector agrícola tiene poca representación en el modelo de gobernanza analizado, teniendo los productores, limitaciones comerciales de movilidad, falta de apoyo y capacitación, así como, falta de impulso de prácticas de conservación de agua y suelo. Por otra parte, la población muestra carencias de falta de seguridad social, y existen problemas de disparidad, marginación, rezago social y educativo. Se observó un alto porcentaje de personas con algún grado de pobreza y con algún grado de inseguridad alimentaria, así como, con problemas de analfabetismo y baja escolaridad, resaltándose un mayor porcentaje en mujeres. En el ámbito de la vivienda, existen carencias de servicios como de energía eléctrica, alcantarillado o agua entubada.

Se encontró que el grado de sustentabilidad de la dimensión socioeconómica, es de 3.71, es decir, que la eficiencia del subsistema es sensible, considerándose medianamente sustentable; en cuanto a la dimensión ambiental, el grado de sustentabilidad es de 4.5, es decir, que la eficiencia del sistema es pertinente, considerándose moderadamente sustentable, y el

grado de sustentabilidad de la dimensión de Gobernanza es de 3.33, con una eficiencia del sistema sensible, y considerándose también, medianamente sustentable.

Se recomienda, que los gestores de gobierno, los tomadores de decisiones y los promotores del desarrollo económico social y político del municipio, le den representatividad al sector, a la población y a la dimensión ambiental, ampliando el porcentaje de programas y acciones con beneficio directo para la población, la actividad y el sector agrícola del municipio, fomentando también prácticas de conservación y recuperación de los recursos agrícolas, para poder conseguir los objetivos de desarrollo sostenible mencionados en el propio PDM, pero también, para promover las capacidades de la sociedad para que mantenga, mejore y acceda a los recursos y servicios sociales, ambientales y públicos, que garanticen la satisfacción de las necesidades intergeneracionales y aumente el bienestar general y equitativo y la calidad de vida.

Los hallazgos, resultados y recomendaciones de este estudio, resultan oportunas para la elaboración de estrategias o alternativas en el planteamiento de la gobernanza local, así mismo, resultan funcionales como insumo de datos, para otras investigaciones, por lo que este análisis puede ser empleado en la satisfacción de las necesidades de su población y en su desarrollo sostenible.

En cuanto a las perspectivas de análisis integrales y a las metodologías de revisión crítica y sistemática, se anima a su abordaje y aprovechamiento, invitando a su desarrollo riguroso, pero con la apertura necesaria para captar conocimiento en donde pudiera haber sesgos de información e inaccesibilidad, esto, dado que la investigación avanza a gran velocidad, y la generación de conocimientos a través de las investigaciones científicas de validez y calidad, es necesaria. La búsqueda de claridad y evidencia científica en la literatura existente, debe aprovecharse, y los investigadores, debemos entrenarnos en dicha acometida.

VII. REFERENCIAS

Acevedo A. & Angarita A. (2013). Metodología para la evaluación de sustentabilidad, a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos, MESILPA. Bogotá. Corporación Universitaria Minuto de Dios - Facultad de Ingeniería. ISBN 978-958-763-076-3, 280 p.

Anglés, M., Bocco, G., Cotler, H., Cram, S., Lee, W. H., Ortiz, S., Prado, B., Reyes, L. B., Saniger, J. M., Siebe, Ch. (2021). Por una gestión sostenible del suelo que promueva su reconocimiento, recuperación, preservación y gobernanza. Vol. 2. Pronunciamento: Gestión sostenible del suelo. México. 9 Pp. <http://www.cic-ctic.unam.mx/>

Avila D. (2017). “Fitoextracción de Suelos Contaminados por Elementos Potencialmente Tóxicos en la Región de Atlixco, Puebla”. Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 149 p.

Ayuntamiento de Atlixco. (2018). Plan Municipal de Desarrollo Atlixco, Ayuntamiento 2018-2021. In Plan de desarrollo (Vol. 53, Issue 9). 154 p.

Ayuntamiento de Atlixco. (2020). Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Atlixco. Gobierno de Puebla. 556 p. https://www.atlixco.gob.mx/Documentos/PMDUS-2021/A_Documento/PMDUS_ETAPA_I.pdf

Bautista H. (2020). Sistema Hidrológico del Acuífero Atlixco – Izúcar de Matamoros: Tendencias Hidrológicas.

Ballina F. (2004). Paradigmas y perspectivas teórico-metodológicas en el estudio de la administración. 13 p. México. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/paradigmas2004-2.pdf>

Bernete F. (2013). Capítulo 7. Análisis de contenido, cuantitativo y cualitativo. Conocer lo social: estrategias y técnicas de construcción y análisis de datos. 1era edición. España. 221-262 p.

Bolaños R., Calderón C. (2014). Introducción al meta-análisis tradicional. Rev. Gastroenterol. Peru. Pp. 34(1):45-51

Briones, G. (2002). Epistemología de las ciencias sociales. Bogotá: Editores e impresores.
Burbano H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. Revista de Ciencias Agrícolas, 33(2), 117.
<https://doi.org/10.22267/rcia.163302.58>

Cátedra Abierta. (2018). Mal uso y contaminación del agua: de recurso renovable a no renovable. Portal Digital. Argentina. <http://unjuradio.com/2018/08/07/mal-uso-contaminacion-del-agua-recurso-renovable-no-renovable/>

Cayuela L. (2014). Modelos lineales generalizados (GLM). Área de Biodiversidad y Conservación, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (S.f.) Desarrollo Social. Santiago de Chile. <https://www.cepal.org/es/temas/desarrollo-social#:~:text=La%20misi%C3%B3n%20de%20la%20CEPAL,enfoque%20de%20derechos%20e%20igualdad>

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2015). Atlas del agua en México 2015. México. 138 p.

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2019a). Usos del Agua. Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). México. <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/usos-del-agua>

Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2019b). Estadísticas Agrícolas de las Unidades de Riego Año agrícola 2017 - 2018. México. 902 p.

Conosur Sustentable. (2007). Hoy es Mañana, Aspectos esenciales sobre el Cambio Climático. 139 p.

Consejo Nacional de Población [CONAPO]. (2022a). Estimaciones basado en datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Índice de marginación por municipio 2015 (método DP2). <https://datos.gob.mx/busca/dataset/indice-de-marginacion-carencias-poblacionales-por-localidad-municipio-y-entidad/resource/bf4ede8b-2a04-40bf-85eb-3e49b7fef443>

Consejo Nacional de Población [CONAPO]. (2022b). Estimaciones basado en el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/indice-de-marginacion-carencias-poblacionales-por-localidad-municipio-y-entidad/resource/e871e2d1-4714-49f3-a6b8-e850c53794ad>

Davis J., Mengersen K., Bennett S & Mazerolle L. (2014). Ver revisiones sistemáticas y metanálisis en la investigación social a través de diferentes lentes. Australia. SpringerPlus 2014, 3. 511 p.

Diario Oficial de la Federación. (01/07/2021). Manual de Organización General de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. México. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5622696&fecha=01/07/2021#gsc.tab=0
Disponibilidad del Agua. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap6.html#tema1>

Embid, A., & Martín, L. (2017). El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe. Planificación, marco normativo e identificación de interconexiones prioritarias. 179 p.

Escrig V., Lluca J., Granel L. & Bellver M. (2020). Metaanálisis: una forma básica de entender e interpretar su evidencia. España. Revista de Senología y Patología Mamaria 34 (2021) 44-51 p.

Espinola, Jesús E.; Pla Aragonés, Lluís Miquel; Montañez, Eddy J.; Leyva, Jorge W.; Cáceres, Vladimir A.. (2017) . Evaluación de la sustentabilidad del sistema agrícola de la Comunidad de Huapra (Perú). Revista de Investigación Operacional, 2017, vol. 38, núm. 1, p. 91-100. <http://hdl.handle.net/10459.1/59084>.

Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola [FIDA]. (S.f.) Nuestra visión. Roma.
<https://www.ifad.org/es/vision>

Fonseca N. (2021). Metodología para medir la sustentabilidad en agroecosistemas familiares campesinos. Editorial de la Universidad de Cundinamarca. Fusagasugá. ISBN: 978-958-5195-02-8. 122 p.
<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3524/12-05-21%20Metodologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fox J. & Bouchet M. (2020). Rcmdr: R Commander. R package version 2.7 -1,
<https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr/>

Gallopin G. (2003). Sostenibilidad y desarrollo Sostenible: un enfoque sistémico. Serie Medio Ambiente y Desarrollo. ISSN 1564-4189. Santiago de Chile. 47 p.

Giannuzzo A. (2010). Los estudios sobre el ambiente y la ciencia ambiental. Scientiae zudia. V. 8, n. 1. São Paulo. 129-56 p.

Gobierno de Atlixco. (2019). Primer Informe de gobierno 2018-2021. Ayuntamiento de Atlixco. Fuente: https://oficial.atlixco.gob.mx/Docs/Informe_Ciudadano.pdf. 20p.

Gobierno de Atlixco. (2020). Segundo Informe de gobierno 2018-2021. Ayuntamiento de Atlixco. Fuente: https://oficial.atlixco.gob.mx/Docs/2do_Informe_Version_Publica.pdf.

Gobierno de Atlixco. (2021). Tercer Informe de Gobierno 2018-2021. Ayuntamiento de Atlixco. Fuente: <https://oficial.atlixco.gob.mx/Pages/Micrositios/3er-Informe.aspx>. 127p.

Gobierno de México. (01-06-2021). Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Diario Oficial de la Federación.
https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGAHOTDU_010621.pdf

Gobierno de México. (15/10/2018). ¿Qué es la seguridad hídrica?. México.
<https://www.gob.mx/imta/videos/que-es-la-seguridad-hidrica#:~:text=la%20seguridad%20h%C3%ADdrica%3F->

,Se%20define%20como%20la%20capacidad%20de%20una%20sociedad%2C%20para%20disponer,realizaci%C3%B3n%20de%20diferentes%20actividades%20recreativas.

Gobierno de México. (2010). “Acuerdo por el que se determina la circunscripción territorial de los organismos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua.” Diario Oficial de la Federación DOF: (01/04/2010). México.
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137623&fecha=01/04/2010

Gobierno de México. (2020). “Ley De Aguas Nacionales”. México. DOF 06-01-2020.
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_060120.pdf

Gobierno de México. (2021). “Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos”. México. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf

Gobierno de México. (2021). “Ley de Desarrollo Rural Sustentable”. México. DOF 03-06-2021. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235_030621.pdf

Gobierno de México. (2021). “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. México. DOF 21-10-2021.
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>

Gobierno de México. (2021a). “Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos”. México.

Gobierno de México. (2021b). “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”. México. DOF 21-10-2021.
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>

Gobierno de México. (2021c). “Ley de Desarrollo Rural Sustentable”. México. DOF 03-06-2021. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235_030621.pdf

Gobierno del Estado de Puebla. (2021). “Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla” <https://ojp.puebla.gob.mx/index.php/constitucion-local/>

Gobierno del Estado de Puebla. (2021). “Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla” <https://ojp.puebla.gob.mx/index.php/constitucion-local/>

González F. (2005). ¿Qué es un Paradigma? Análisis Teórico, Conceptual y Psicolingüístico del Término. Investigación y Postgrado v.20 n.1 Caracas. versión impresa ISSN 1316-0087. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-00872005000100002#:~:text=Un%20paradigma%20de%20investigaci%C3%B3n%20es,resultados%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20realizada.

Grané, A. (2002). Análisis de componentes principales. Madrid. Universidad Carlos III, Departamento de Estadística, 30 p.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC]. (2019). El Informe Especial del IPCC sobre Cambio Climático y la Tierra ¿ Qué significa para América Latina ? 34 p. <https://bit.ly/2Yp0UKD>

Gurrea, M. (2000). Análisis de componentes principales. Proyecto e-Math Financiado por la Secretaría de Estado de Educación y Universidades (MECD). 12 p.

Guttman E., Zorro C., Cuervo A. & Ramírez J. (2004). Diseño de un sistema de Indicadores socio ambientales para el Distrito Capital de Bogotá. Naciones Unidas, Santiago de Chile. ISBN: 92-1-322505-9. 81p. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4800/1/S044210_es.pdf

Hermann, S., Welsch, M., Ericsson R., Howells M., Young C., Alfstad T., Rogner H., & Steduto, P. (2012). Climate, land, energy and water (CLEW) interlinkages in Burkina Faso: An analysis of agricultural intensification and bioenergy production. Royal Institute of Technology. Burkina Faso, África Occidental. Natural Resources Forum 36 (2012) 245–262 p.

Hernández J., Espinosa F., Rodríguez J., Chacón J., Toloza C., Arenas M., Carrillo S., Bermúdez P. & Valmore J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. Venezuela. Archivos venezolanos de Farmacología y Terapéutica, 37(5), 587-595 p

Hernández R., Fernández C., Baptista P. (2006). Metodología de la Investigación. 4ta Edición. Mc Graw Hill. México. 850 p.
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA]. (2017a). Proyecto: Integración del sistema de información geográfica de superficies y usuarios del aprovechamiento atlimeyaya en la microcuenca del río cantarranas y monitoreo de aforos, Atlixco, Puebla. 464 p.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA]. (2017b). Proyecto: Restauración de la microcuenca y Barranca del Carmen en el municipio de Atlixco, Puebla. Ayuntamiento de Atlixco. 127 p.

Instituto Nacional de Educación Tecnológica [INET]. (2002). Educación Tecnológica. Aportes para su implementación. Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología. Serie/educación tecnológica. Buenos Aires. 223 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2016^a). “Marco Censo Agropecuario”. México.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/amca/2016/doc/infagr_amca.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2016b). “Panorama sociodemográfico de Puebla”. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 459 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 940 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2019). Informe Técnico de la Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas de México. Informe técnico, Escala 1:1 000 000, Serie II. 28 p.
https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825109639.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. SNIEG. Conjunto de indicadores de población y vivienda a nivel localidad de la entidad federativa de Puebla, provenientes del Censo de Población y Vivienda 2020.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. SNIEG. Conjunto de indicadores de población y vivienda a nivel localidad de la entidad federativa de Puebla.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2022). Sistema de Consulta Banco de Indicadores de Cobertura Geográfica Municipal. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC]. 15/11/2007. Misión. Portal de Gobierno. México. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/260/mision.html#:~:text=Su%20misi%C3%B3n%20consiste%20en%20promover,y%20protecci%C3%B3n%20del%20medio%20ambiente.>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC]. (2019). Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México. 1ª. Edición. México. 226 p. https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf

León S. & Aguilera J. (2001). Metodología de los estudios de meta-análisis en la investigación clínica. México. Revista Méx Ortop Traum 2001; 15(2); Marzo- Abril. 86-91 p.

Linares E., Hernández V., Domínguez J., Fernández S., Hevia V., Mayor J., Padilla B. & Ribal M. (2018). Metodología de una revisión sistemática. Actas Urológicas Españolas. Volume 42, Issue 8, October 2018. 499-506 p. https://www.researchgate.net/profile/Vital-Hevia/publication/324936756_Metodologia_de_una_revision_sistematica/links/5b27df1baca2727335b6d3c8/Metodologia-de-una-revision-sistematica.pdf

López E. & Ruiz M. (2011). Análisis de datos con el Modelo Lineal Generalizado. Una aplicación con R. Revista Española de Pedagogía. Año LXIX No. 248. pag. 59-80.

López F. (2009). El análisis de contenido como método de investigación. Huelva, España. XXI, Revista de Educación. 167-179 p.

Masera, O. ; Astier, M y López-Ridaura, S. (1999). Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de evaluación MESMIS. México: Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada [GIRA A.C].

McBratney A., Field D. & Koch A. (2014). The dimensions of soil security. Geoderma Geoderma, Volume 213, January 2014, Australia. 203-213 p.

Naciones Unidas [ONU]. (S.f.). Sostenibilidad. Roma. <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/sostenibilidad>

Naciones Unidas [ONU]. (S.f.a.). Misión y Visión. Nueva York, Estados Unidos. <https://www.un.org/dgacm/es/content/protocol/mission-and-vision>

Naciones Unidas [ONU]. (S.f.b.). Comité asesor de la conferencia. https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/green_economy_2011/conf_committee.shtml#:~:text=La%20misi%C3%B3n%20del%20Consejo%20Mundial,el%20uso%20del%20agua%20el

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2022). Objetivos de Desarrollo Sostenible, Agricultura Sostenible. Roma. <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2022a). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. FAO. Roma <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/#:~:text=Los%20servicios%20ecosist%C3%A9micos%20hacen%20posible,beneficios%20recreativos%20culturales%20y%20espirituales>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2013). Seguridad y soberanía alimentarias, documento base para discusión. Roma. 45 p. <https://www.fao.org/3/ax736s/ax736s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (S.f.) Marco estratégico global. Roma. <https://www.fao.org/3/X3551S/x3551s02.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015). El estado mundial de la agricultura y la alimentación la protección social y la agricultura: romper el ciclo de la pobreza rural. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 978-92-5-308861-4. Roma. 145 p .

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2016). Estado Mundial del Recurso Suelo, Resumen Técnico. Roma. ISBN 978-92-5-308960-4. 92 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2021). Alimentación y agricultura sostenibles. Roma, Italia. Fao.org. Recuperado de <http://www.fao.org/sustainability/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2022). Selected Indicators Mexico, FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#country/138>
Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2015). Water Ecosystem Services: A Global Perspective (Martin-Ort). Cambridge University Press, 174 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2019). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Francia. ISBN 978-92-3-300108-4. 215 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2020). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos, agua y cambio climático. Francia. ISBN 978-92-3-300136-7. 259 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2020). La seguridad hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Manual de capacitación para tomadores de decisión. Uruguay. ISBN: 978-92-3-300138-1. 53 p. <file:///Users/vdas/Downloads/374917spa.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (S.f.). Quiénes Somos. Nairobi, Kenya. <https://www.unep.org/es/sobre-onu-medio-ambiente#:~:text=Nuestra%20misi%C3%B3n%20es%20proporcionar%20liderazgo,la%20de%20las%20futuras%20generaciones.>

Programa Especial para la Seguridad Alimentaria [PESA]. (2011). Seguridad Alimentaria Nutricional, Conceptos Básicos. 3ra Edición. Honduras. 8 p. <https://www.fao.org/3/at772s/at772s.pdf>

Quintana F. (2017). Dinámica, escalas y dimensiones del cambio climático. Tla-Melaua Revista de Ciencias Sociales, 10(41), 180–200. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-69162017000100180&lang=es

Ramírez A. (2016). Inter y transdisciplinariedad en investigaciones ambientales. Una sinopsis. Bogotá, Colombia. Revista Gestión y Ambiente 19(2), 2016. 318-331 p.

Ramos C. (2015). LOS PARADIGMAS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Ecuador. Av. psicol. 23(1). <https://revistas.unife.edu.pe/index.php/avancesenpsicologia/article/view/167/159>

SAGARPA. (2014). Estudio sobre el envejecimiento de la población rural en México. Ciudad de México. 43 p. E-ISBN 978-92-5-308392-3.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (S.f.a.). Portal de Consulta Temática, Glosario. http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/RECUADROS_INT_GLOS/D4_IMPACTO/D4_GLOS_IMPACTO.htm

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (S.f.b.). Producción y Consumo. Productividad del agua en la agricultura. México. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores_verdes17/indicadores/02_productividad/2.2.2.html

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (S.f.d.). Los suelos de México. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/03_suelos/3_1.html

Secretaría del Convenio Sobre la Diversidad Biológica. (2010). Guía de Buenas Prácticas: Agua Potable, Diversidad Biológica y Desarrollo. 48 p. <https://www.cbd.int/development/doc/cbd-good-practice-guide-water-booklet-web-es.pdf>

SEMARNAT. (S.f.e.). Producción y Consumo. Productividad del agua en la agricultura. México. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores_verdes17/indicadores/02_productividad/2.2.2.html

Snyder H. (2019). La revisión de la literatura como metodología de investigación: descripción general y directrices. Noruega. Journal of Business Research 104 (2019). 333–339 p.

SPSS Statistics. (2021-06-10). Análisis de componentes principales categórico (CATPCA). <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/SaaS?topic=categories-categorical-principal-components-analysis-catpca>

Unión Internacional de Ciencias del Suelo [IUSS]. (2007). Grupo de Trabajo WRB. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO. Roma. 2007.

Ünver O. (2015). Agua y desarrollo Sostenible. Agua y agricultura para un desarrollo sostenible, situación actual de la agricultura y la alimentación. Un Water. Decenio World Council of Civil Engineers [WCCE]. Fundación Aquae. 14-19 p.

Vázquez A., Lucho C., Coronel C., Beltrán I. (2014). Esbozo Histórico de las Ciencias Ambientales. De Hipócrates a Primavera Silenciosa. Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI. Hídalgo, México.

Vicente J. (S.f.). Los métodos Biplot, Teoría. Departamento de Estadística Universidad de Salamanca. España, 48 p.




Vignolles M. 2018. Análisis de la sustentabilidad ambiental en un establecimiento agroproductivo ecológico respecto de la agricultura convencional. Provincia de Buenos Aires Tandil, Argentina. 161 p.

Zarta P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. Tabula Rasa, núm. 28, 2018, Enero-Junio, pp. 409-423 Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca Bogotá, Colombia (28),409-423. ISSN: 1794-2489. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39656104017>

Zinck, J. A.; Berroterán, J. L.; Farshad, A.; Moameni, A.; Wokabi, S.; Van Ranst, E. (2005). La sustentabilidad agrícola: un análisis jerárquico. Gaceta Ecológica, núm. 76, julio-septiembre, 2005, pp. 53-72. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Distrito Federal, México.

Anexo 1.

Constancia de participación en la XIV Semana Internacional de la Estadística y la Probabilidad (2021).

 <p>BUAP</p>	<p>La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla otorga la presente</p>
	<h1>CONSTANCIA</h1>
	<p>A: Verónica Animas S., Gladys Linares F. Rossana Schiaffini A., Sonia Silva G.</p>
	<p>Por su participación con la plática titulada</p>
	<p>Aplicación del Biplot en el estudio de propiedades de suelo de dos comunidades de Atlixco, Puebla</p>
	<p>A las actividades de la XIV Semana Internacional de la Estadística y la Probabilidad, celebrada del 14 al 18 de junio de 2021 con sede virtual en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP en Puebla, México.</p>
	<p>"Pensar bien, para vivir mejor" H. Puebla de Z., a 18 de junio de 2021</p>
<p> Dra. Martha Alicia Palomino Ovando Directora de la FCFM-BUAP</p>	<p> Dr. Fernando Velasco Luna Por el Comité Organizador</p>

Anexo 2.

Constancia de participación en la XV Semana Internacional de la Estadística y la Probabilidad (2022).



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas



La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla otorga la
presente **CONSTANCIA** a:

**Verónica Denisse Animas Serrano, Gladys Linares Fleites,
José Víctor Tamariz Flores**

Por haber impartido la plática titulada

**Modelo Lineal Generalizado en el análisis de propiedades del suelo de
dos comunidades del municipio Atlixco**

en el marco de las actividades de la *XV Semana Internacional de la Estadística y la Probabilidad* celebrada del 13 al 17 de junio de 2022, con sede virtual en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP en la Ciudad de Puebla, México.

“Pensar bien, para vivir mejor”
H. Puebla de Z., a 17 de junio de 2022



Dra. Martha Alicia Palomino Ovando
Directora de la FCFM





Dr. Bulmaro Juárez Hernández
Organizador Responsable




Anexo 3.

Constancia de participación en ponencia “Análisis del uso de los recursos agua, suelo y energía dentro de las actividades agrícolas de la región de Atlixco, Puebla” en el XXIX Coloquio de Investigación del Programa de Maestría en Ciencias Ambientales “

	<p>La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla</p>
<p>BUAP</p>	<p>A través del Instituto de Ciencias otorga la presente</p>
	<p>Constancia</p>
	<p>A: Animas Serrano Verónica Denisse</p>
	<p>Por haber sido ponente en el XXIX Coloquio de Investigación del Programa de Maestría en Ciencias Ambientales con el trabajo “Análisis del uso de los recursos agua, suelo y energía dentro de las actividades agrícolas de la región de Atlixco, Puebla” celebrado el 28 y 29 de abril de 2022.</p>
	<p><i>“Pensar bien, para vivir mejor”</i> H. Puebla de Z., a 17 de mayo de 2022</p>
	<p> Dra. Carolina Morán Raya Directora</p>

Anexo 4.

Constancia de acreditación del curso taller Básico de Sistemas de Información Geográfica.

	<p>La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla A través del Instituto de Ciencias otorga la presente</p>
BUAP	CONSTANCIA DE ACTUALIZACIÓN
<p>Registro: DGEC-BUAP-ICUAP-LJ/CT-028/21 Folio: 10, Foja 425 Del libro de Registros 01/21</p>	A: Verónica Denisse Animas Serrano
	<p>Por haber asistido y acreditado el Curso – Taller en Línea Básico de Sistemas de Información Geográfica</p>
	<p>Realizado del 07 de agosto al 04 de septiembre de 2021 Valor Curricular: 40 horas</p>
	<p>"Pensar bien, para vivir mejor" H. Puebla de Z., a 28 de septiembre de 2021</p>
	<p> Dr. Carlos Contreras Cruz Director General de Educación Continua</p>

Anexo 5.

Correo de Aceptación de Ponencia en el Foro de Investigación y Desarrollo Sostenible 2022.
“Desarrollo Sostenible del Sector Agrícola en Atlixco”

	<p>La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla A través de la Coordinación General de Desarrollo Sustentable otorga la presente</p>
<p>BUAP</p>	<p>CONSTANCIA</p>
<p>Registro: DGE - BUAP - CGDS - L / F - 009 / 22 Folio: 137, Foja 416 Del libro de Registros 01/22</p>	<p>A: Verónica Denisse Animas Serrano</p>
	<p>Por la presentación de la Ponencia: “Desarrollo Sostenible del Sector Agrícola en Atlixco, Puebla” En el marco del Foro: Investigación y Desarrollo Sostenible Realizado en línea los días 17 y 18 de agosto de 2022 Con una duración de 10 horas</p>
	<p>“Pensar bien, para vivir mejor” H. Puebla de Z., a 30 de agosto de 2022</p>
	<p> Dr. Carlos Contreras Cruz Director General de Educación Continua</p>

Anexo 6

Correo de Aceptación de Ponencia en el Foro de Investigación y Desarrollo Sostenible 2022.
 “Del Estrés a la Escasez Hídrica, su impacto en la Paz y el Desarrollo Global”



BUAP

La Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
 A través de la Coordinación General de Desarrollo Sustentable
 otorga la presente

CONSTANCIA

A: Verónica Denisse Ánimas Serrano

Por la presentación de la Ponencia:
“Del estrés a la escasez hídrica, su impacto en la Paz y el Desarrollo Global”
 En el marco del Foro: **Investigación y Desarrollo Sostenible**
 Realizado en línea los días 17 y 18 de agosto de 2022
 Con una duración de 10 horas

“Pensar bien, para vivir mejor”
 H. Puebla de Z., a 30 de agosto de 2022




Dr. Carlos Contreras Cruz
 Director General de Educación Continua

Registro:
 DGEC - BUAP - CGDS - L / F - 009 / 22
 Folio: 93, Foja 416
 Del libro de Registros 01/22