



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

**Reconversión agrícola y seguridad alimentaria
en la región de Cuitzeo, Michoacán, México**

TESIS

**Que para obtener el título de:
Doctora en Ciencias del
Desarrollo Regional**

P R E S E N T A

M.C. María Edith Chávez González

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Carlos Francisco Ortíz Paniagua

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios, por darme la fuerza, la sabiduría y la perseverancia.

A mis padres, Guillermo Chávez y Socorro González, les debo mucho más que el impulso inicial de esta tesis. Mis padres, fueron el primer territorio donde aprendí la disciplina, la curiosidad y la obstinada costumbre de no abandonar los caminos difíciles. Hay una ironía hermosa en la vida académica: uno pasa años persiguiendo ideas complejas para terminar comprendiendo que las lecciones más profundas ya habitaban en la mesa familiar, en los silencios pacientes y en el ejemplo cotidiano. Gracias por sostenerme.

A mis hermanas, Judith Libertad, Nancy Adilene y Emma Yashodara, gracias por ser refugio y contrapunto, alegría y equilibrio. Cada una, a su manera, me recordó que la vida no puede reducirse a capítulos, artículos, metodologías o bibliografías. Mientras la academia exige precisión casi quirúrgica, ustedes trajeron humanidad, risa y desorden; y quizá eso fue lo que más necesitaba para no declinar.

A mi sobrino, Paulo Guillermo, un agradecimiento especialmente entrañable. Tu existencia tiene la ligereza luminosa de esas pequeñas cosas que transforman una casa entera sin hacer ruido. En los días más agotadores, cuando las palabras parecían resistirse y el cansancio se acumulaba como polvo sobre los libros, bastaba tu alegría para recordar que el conocimiento también debe servir para amar mejor el mundo. Eres una personita inspiradora, llena de ternura y de esa honestidad que los adultos solemos perder mientras fingimos entenderlo todo.

A Hiram Rodríguez, mi esposo, mi compañero de vida y de pensamiento. Gracias por habitar conmigo esta aventura doctoral no desde la distancia cómoda del espectador, sino desde el cansancio compartido. Por acompañarme en las desveladas interminables, en las crisis frente a una página en blanco, en las dudas metodológicas y en las victorias diminutas que sólo quien ha vivido el trabajo académico puede comprender. Fuiste interlocutor, lector paciente, cómplice intelectual y refugio emocional. Mientras muchos consideran el amor y la academia mundos opuestos uno guiado por la emoción y el otro por la razón, contigo descubrí que ambos pueden caminar juntos, como dos ríos distintos que terminan alimentando el mismo mar. Esta tesis también lleva tu huella: en cada madrugada compartida, en cada conversación que abrió nuevas ideas y en cada momento en que sostuviste mi ánimo cuando yo ya no podía hacerlo sola.

A mi tío, Roberto González, gracias por cada palabra de aliento ofrecida a lo largo de este camino. A veces, en medio del rigor académico y de las interminables jornadas de trabajo, una frase sencilla puede tener más fuerza que un tratado entero.

También deseo expresar mi más profundo agradecimiento a los doctores que integraron mi mesa sinodal, cuyas observaciones, enseñanzas y acompañamiento enriquecieron esta investigación de maneras que van mucho más allá de lo estrictamente académico. En la vida universitaria ocurre algo curioso: los grandes maestros no sólo corrigen textos; también modelan formas de pensar, de mirar el mundo y hasta de resistir el cansancio intelectual que acompaña todo proceso doctoral.

A mi director de tesis, Dr. Carlos Francisco Ortiz Paniagua, gracias por la guía constante, la confianza y la paciencia para conducir esta investigación entre dudas, hallazgos y múltiples reescrituras. Dirigir una tesis es, en cierta forma, como orientar una embarcación en medio de una niebla espesa: no se trata únicamente de conocer el destino, sino de ayudar al otro a no perderse en el trayecto.

Al Dr. Enrique Armas Arévalos, mi gratitud por su apoyo desde la maestría y por acompañar mi formación académica a lo largo de varios años. Hay profesores que aparecen únicamente en etapas concretas; otros, en cambio, permanecen como una especie de brújula silenciosa que sigue orientando incluso cuando uno cree haber aprendido a caminar solo.

Al Dr. Joel Bonales Valencia, gracias por compartir conmigo el conocimiento técnico y metodológico necesario para comprender los modelos y el uso de *software* especializado. En un mundo académico donde a veces el conocimiento se resguarda como si fuera un privilegio inaccesible, usted eligió enseñarlo con generosidad y claridad. Su orientación convirtió herramientas complejas a veces tan intimidantes como un tablero lleno de símbolos incomprensibles en instrumentos comprensibles y útiles para construir esta investigación.

Al Dr. Jorge Víctor Alcaraz Vera, gracias por la amplitud de su conocimiento y, sobre todo, por la precisión de sus observaciones e indicaciones. Su manera de compartir el saber recuerda a esos artesanos minuciosos que trabajan cada detalle hasta alcanzar una forma exacta. En tiempos donde la prisa suele imponerse incluso en la academia, encontrar a alguien comprometido con la rigurosidad intelectual resulta no sólo admirable, sino profundamente inspirador.

Y al Dr. José Odón García García †, mi reconocimiento y gratitud póstuma. Su pasión por el desarrollo regional trascendía las aulas y los discursos académicos; hablaba de ello con la convicción de quien entiende que el conocimiento sólo tiene sentido cuando dialoga con la realidad y con las personas. Su ausencia deja un vacío difícil de nombrar, pero también un legado que permanece vivo en quienes tuvimos la fortuna de aprender de usted. Algunas personas enseñan teorías; otras enseñan a mirar el territorio con humanidad. Usted pertenecía, sin duda, a estas últimas.

A los doctores Antonio Favila Tello, Casimiro Leco Tomás y Francisco Javier Ayvar Campos, gracias por los conocimientos compartidos durante mi formación doctoral. Cada clase dejó algo más que conceptos o referencias bibliográficas: dejó preguntas, perspectivas y formas distintas de entender la realidad.

A la contadora Miriam López Romero, gracias por ver siempre lo mejor de mí, incluso en momentos en los que el cansancio o la incertidumbre nublaban mi propia confianza.

A mis amigos de francachela, gracias por acompañarme en este trayecto con afecto, risas y complicidad. Y de manera muy especial a Julio César Morán Figueroa, gran amigo y aliado político, por su lealtad y por creer constantemente en mí y en mis capacidades. En un tiempo donde muchas relaciones se vuelven frágiles y utilitarias, encontrar amistades firmes tiene algo de acto extraordinario. Tu confianza ha sido una presencia constante y significativa a lo largo de este proceso.

A Martha G. Orozco, gracias por tu amistad y compañerismo académico. Compartir este camino con alguien dispuesto a escuchar, debatir, cuestionar y acompañar hace que las jornadas pesadas se vuelvan más humanas y llevaderas.

También deseo hacer una breve pero sincera mención a mis compañeros del programa: Kenitay, Sidharta, Liz, Jorge, Ryan y Beatriz. Compartimos aulas, aprendizajes, incertidumbres y momentos que quedarán ligados para siempre a esta etapa de formación. Cada uno aportó algo al ambiente académico y humano que hizo posible este recorrido.

José Manuel Tovar por quiero agradecerte por ese camino que empezamos como competencia política y que, con el tiempo, se transformó en una amistad sólida, especialmente durante el estudio del doctorado.

Finalmente, agradezco a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales (ININEE) y a Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), instituciones que hicieron posible mi formación doctoral y el desarrollo de esta investigación. Las instituciones académicas, porque toda universidad es refugio de ideas, siendo espacios esenciales para construir conocimiento, cuestionar realidades y formar nuevas miradas sobre el mundo.

A todos ustedes, gracias. Ninguna investigación se construye verdaderamente en soledad; detrás de cada página existe una red invisible de afectos, paciencia y compañía. Esta tesis es también de ustedes.

DEDICATORIA

A mí.

Porque detrás de cada página de esta tesis hubo noches de cansancio, dudas persistentes y silencios largos en los que continuar parecía más difícil que comenzar. Porque nadie ve del todo las batallas íntimas que acompañan un proceso doctoral: el miedo disfrazado de perfeccionismo, la presión constante de demostrar algo y esa extraña sensación de vivir entre libros mientras la vida sigue ocurriendo afuera, indiferente y luminosa.

Me dedico este trabajo por la disciplina que sostuve incluso en los días en que la motivación desaparecía. Por haber resistido el agotamiento, las renunciaciones pequeñas y las incertidumbres grandes. Por aprender que el conocimiento no sólo transforma la manera en que entendemos el mundo, sino también la manera en que nos entendemos a nosotros mismos.

Esta tesis representa años de esfuerzo, pero también de crecimiento personal. Es la prueba de que la constancia esa virtud silenciosa y poco celebrada puede abrir camino incluso cuando el horizonte parece lejano, como una luz tenue al final de un corredor interminable.

Me la dedico con orgullo, con gratitud y con la certeza de que llegar hasta aquí no fue casualidad, sino el resultado de cada decisión tomada para no rendirme.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
ÍNDICE DE ECUACIONES	XVIII
SIGLARIO	XIX
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	18
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.1. Planteamiento del problema	22
1.2. Descripción del problema	24
<i>1.2.1. Los principales aspectos del problema</i>	<i>24</i>
1.3. Métodos e instrumentos	27
1.4. Preguntas de investigación	28
<i>1.4.1. Pregunta general</i>	<i>28</i>
<i>1.4.2. Preguntas específicas</i>	<i>28</i>
1.5. Objetivo general	29
<i>1.5.1. Objetivos específicos</i>	<i>29</i>
1.6. Justificación	30
<i>1.6.1. Tesis doctoral en el marco de los PRONACES</i>	<i>31</i>
1.7. Relevancia de la investigación	34

1.8. Implicaciones prácticas	37
1.9. Viabilidad de la investigación.....	38
1.10. Hipótesis de trabajo	38
1.10.1. Hipótesis específicas.....	39
1.11. Variables dependientes	40
1.11.1. Variables independientes	40
1.12. Objeto de estudio.....	40
1.12.1. Universo	41
1.12.2. Población.....	41
1.12.3. Muestra.....	41
1.13. Población sujeta de estudio	42
CAPÍTULO 2. MARCO CONTEXTUAL Y REFERENCIAL	43
2.1. Reconversión productiva	43
2.1.1. Cambios en la superficie cultivada.....	46
2.1.2. Aumento de la superficie cultivada de cultivos alternativos	47
2.1.3. Cambios en los sistemas de producción	48
2.1.4. Impacto de la reconversión agrícola	48
2.2. Estudios previos sobre reconversión agrícola en México	49
2.2.1. Investigaciones sobre la producción de berries en Michoacán.....	52
2.2.2. Análisis comparativos de cambios en patrones agrícolas	53
2.2.3. Estudios de impacto ambiental de la agricultura intensiva	53
2.2.4. Investigaciones sobre desarrollo económico rural en México	55
2.3. Geolocalización	56
2.3.1. Región Cuitzeo.....	56
2.3.2. Contexto regional: Cuitzeo, Michoacán.....	57
2.3.3. Situación en México.....	59
2.3.4. Situación en Michoacán	59
2.4. Características principales del sistema agrícola	61
2.4.1. Estructura y componentes del sistema agrícola	61
2.4.2. Componentes tecnológicos	61
2.4.3. Componentes socioeconómicos	62
2.4.4. Policultivos adaptados	62
2.4.5. Transmisión generacional del conocimiento	62
2.4.6. Prácticas de manejo sostenible	63

2.4.7. Uso limitado de insumos externos	64
2.4.8. Desafíos y perspectivas	65
2.5. Principales desafíos que enfrenta la reconversión productiva.....	66
2.6. Principios de la reconversión agrícola.....	68
2.7. Modelos de reconversión agrícola.....	68
2.8. Retos y oportunidades de la reconversión agrícola	69
2.9. Reconversión agrícola y seguridad alimentaria: Análisis contextual	70
2.9.1. Panorama internacional de la reconversión agrícola y seguridad alimentaria	70
2.9.2. México: Transformaciones y desafíos en el sistema agroalimentario nacional.	71
2.9.3. La región de Cuitzeo: Un microcosmos de transformación agrícola y alimentaria	72
2.10. Transformaciones y desafíos en el sistema agroalimentario nacional	73
2.11. Seguridad alimentaria en un contexto de lo global hasta lo local.....	74
2.12. Contexto internacional.....	75
2.13. México: Panorama nacional	76
2.14. Región Cuitzeo: Análisis local	77
2.15. Histórico de valor de producción agrícola por cultivo 2003-2022 en la región Cuitzeo..	77
2.16. Índice de especialización.....	78
2.16.1. Región Cuitzeo.....	80
2.16.2. Desconcentración geográfica y desarrollo sostenible.....	81
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO	83
3.1. Teorías de la reconversión agrícola	83
3.1.1. Marco conceptual de la reconversión agrícola	83
3.1.2. La reconversión agrícola y la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.	83
3.1.3. Reconversión agrícola: Conceptos y enfoques teóricos.....	84
3.1.4. El dilema de la reconversión agrícola.....	86
3.1.5. Desarrollo agrícola sostenible y sistemas productivos	86
3.1.6. La teoría de la ventaja comparativa.....	87
3.1.7. El desarrollo rural sostenible	88
3.1.8. La teoría del cambio técnico inducido	89
3.1.9. Teoría de los sistemas socioecológicos	89
3.1.10. Teorías del cambio tecnológico	89
3.2. La reconversión productiva desde los autores en el mundo	90

3.3. Fundamentos conceptuales de la reconversión agrícola.....	91
3.4. La teoría de Schumpeter y la reconversión agrícola.....	91
3.5. Las nuevas tecnologías de la información y comunicación	93
3.6. Proyección de consumo agrícola.....	93
3.7. Garantía alimentaria	94
3.7.1. Seguridad alimentaria y transición agrícola.....	94
3.7.2. La teoría de la seguridad alimentaria: Un marco multidimensional	95
3.7.3. Sistemas alimentarios locales: Pilares de la seguridad alimentaria.....	95
3.7.4. Integración y sinergias	96
3.7.5. Dimensiones fundamentales según Sen y Drèze.....	96
3.8. Digitalización de la cadena productiva agrícola.....	99
3.9. Brecha digital	100
3.9.1. Innovación y tecnología.....	100
3.9.2. Sistemas de riego.....	101
3.9.3. Aplicación de estaciones meteorológicas y monitoreo de gas invernadero	102
3.9.4. Laboratorios de suelos	102
3.10. Cambio climático, vulnerabilidad y riesgos para la agricultura	103
3.11. Agricultura protegida.....	106
3.12. Cambios en el mercado existente	106
3.13. Ciencia de datos.....	107
3.14. Sistema de geolocalización y topografía	108
3.15. Maquinaria de precisión para la agricultura	108
3.16. Agricultura, su innovación y su evolución	109
3.17. Innovaciones tecnológicas en la agricultura.....	110
3.18. Agricultura digital.....	110
3.19. Desarrollo económico, desarrollo rural y desarrollo agrícola	113
3.20. Aspectos socioeconómicos	114
3.21. Política y gobernanza	115
3.22. Sistemas alimentarios locales	115
3.23. Integración y perspectivas futuras	116
3.24. Tendencias recientes en el análisis del desarrollo rural	116
3.25. El desarrollo rural desde la perspectiva de la economía institucional y regional (territorial)	118
3.26. Esquemas teóricos para el análisis del desarrollo agrícola innovación y agricultura 4.0	118

3.27. Importancia de la implementación de nuevas tecnologías en la agricultura	120
3.28. Síntesis teórica de las variables	122
3.28.1. Variables del bloque productivo tecnológico.....	122
3.28.2. Variables del bloque de seguridad alimentaria	124
3.29. Convergencia teórica e implicaciones para el modelo	125
CAPÍTULO 4. MARCO METODOLÓGICO	127
4.1. Metodología.....	127
4.2. Enfoque metodológico	130
4.2.1. Temporalidad y alcance geográfico	130
4.2.2. Revisión bibliográfica y marco teórico	130
4.2.3. Población y muestra	130
4.2.4. Instrumentos de recolección de datos.....	131
4.2.5. Validación y refinamiento de instrumentos.....	132
4.3. Operacionalización de las variables	132
4.3.1. Diseño del instrumento de investigación.....	137
4.3.2. Fiabilidad el instrumento	138
4.4. Pruebas de normalidad	140
4.4.1. Métodos para evaluar la normalidad.....	140
4.4.2. Prueba de Shapiro-Wilk.....	140
4.4.3. Prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S).....	141
4.5. Correlación de variables.....	143
4.5.1. Correlación de Pearson.....	143
4.5.2. Correlación de Spearman.....	144
4.6. Datos finales del estudio principal	152
4.6.1. Análisis de fiabilidad de los instrumentos de la reconversión agrícola	152
4.6.2. Características descriptivas de la variable accesibilidad tecnológica	153
4.6.3. Análisis comparativo de correlaciones: Validación de determinantes de la reconversión agrícola.....	153
4.6.4. Análisis de fiabilidad de los instrumentos de la seguridad alimentaria.....	158
4.6.5. Análisis Integral de determinantes de la seguridad alimentaria en Cuitzeo, Michoacán	159
4.6.6. Análisis de las pruebas de normalidad: Reconversión agrícola y seguridad alimentaria	164
4.6.7. Reconversión agrícola: Un proceso de transformación normalizado.....	164

4.6.8. Seguridad alimentaria: Un proceso de transformación normalizado.....	165
4.6.9. Interpretación Socioeconómica.....	166
4.6.10. Relación entre reconversión agrícola y seguridad alimentaria	167
4.6.11. Necesidad de enfoques integrados.....	167
4.7. Modelo de PLS para el análisis de la incidencia de la RA en la SA.....	168
4.7.1. Análisis de datos mediante PLS-SEM.....	168
4.7.2. Análisis complementarios y software.....	169
4.7.3. Consideraciones éticas y de calidad.....	170
4.7.4. Limitaciones y alcances.....	170
4.7.5. El Modelo de ecuaciones estructurales PLS: Un análisis de su fiabilidad y validez.....	171
4.7.6. Modelo conceptual y variables reconversión agrícola.....	173
4.7.7. Variable dependiente:.....	173
4.7.8. Modelo conceptual y variables seguridad alimentaria	176
4.7.9. Variable dependiente:.....	176
4.8. Índices construidos.....	178
4.8.1. Índice de reconversión agrícola (IRA)	178
4.8.2. Índice de seguridad alimentaria (ISA)	179
4.8.3. Índice de impacto de la reconversión sobre seguridad alimentaria (IIRA-SA)	180
4.9. Indicadores de magnitud	180
4.10. Indicadores de relación entre variables	181
4.11. Indicadores de categorización por niveles.....	182
4.12. Matriz de análisis cruzado.....	183
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	184
5.1. El estado de la reconversión agrícola en Cuitzeo: una transición incompleta.....	185
5.1.1. Nivel general de reconversión: análisis del IRA	185
5.1.2. Jerarquía de determinantes: predominio de los factores económicos.....	186
5.1.3. La desigualdad tecnológica como barrera estructural	187
5.2. Seguridad alimentaria: disponibilidad sin estabilidad.....	188
5.2.1. El ISA y sus implicaciones.....	188
5.2.2. Arquitectura de la seguridad alimentaria: análisis de los cuatro pilares	189
5.2.3. La Población Vulnerable: Un Desafío Persistente.....	190
5.3. La relación reconversión agrícola seguridad alimentaria: Un vínculo moderado	191
5.3.1. Magnitud del Efecto: Expectativas vs. Realidad	191

5.3.2. Efectos Directos vs. Indirectos: Análisis de Mediación.....	192
5.3.3. El ISA Superior al IRA: Explicando el Hallazgo.....	193
5.4. Implicaciones teóricas y contribuciones al conocimiento	193
5.4.1. Validación y Extensión del Marco Teórico	193
5.4.2. Diálogo con la Literatura Existente	194
5.5. Resultados descriptivos del objeto de estudio	195
5.6. Análisis descriptivo de resultados: índices e indicadores por variables	198
5.7. Análisis del modelo PLS-SEM: Reconversión agrícola y seguridad alimentaria.....	199
5.7.1. Resultados de los modelos estructurales (PLS-SEM) y validación de hipótesis	200
5.7.2. Interpretación estructural del modelo: más allá de la correlación.....	201
5.7.3. Mediación y complejidad causal del sistema	202
5.7.4. Contrastes estructurales: relaciones fuertes y débiles	203
5.7.5. Validación de la hipótesis de investigación.....	204
5.7.6. Implicaciones teóricas del modelo estructural.....	204
5.7.7. Dimensiones de la seguridad alimentaria	205
5.7.8. Efectos directos sobre la seguridad alimentaria	206
5.7.9. Interacciones entre dimensiones de seguridad alimentaria	206
5.7.10. Rol de las características socioeconómicas	207
5.7.11. Inversión pública y privada como catalizador	208
5.8. Discusión.....	209
CONCLUSIONES.....	212
RECOMENDACIONES	217
Recomendaciones de política pública	217
Consideraciones finales.....	219
BIBLIOGRAFÍA	220
ANEXOS	243
1.1. Gráficas	243
1.2. Matriz de congruencia.....	249

1.3. Matriz de literatura (estado del arte)	253
1.4. Encuestas	266

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Geolocalización de la región Cuitzeo, Michoacán.....	58
Figura 2. Histórico de valor de producción agrícola por cultivo 2003-2022 región Cuitzeo...	77
Figura 3. Índice de especialización agrícola (Región - Cuitzeo).....	81
Figura 4 Estadística de fiabilidad de la reconversión agrícola.	152
Figura 5 Correlación de Pearson de reconversión agrícola.....	155
Figura 6 Correlación de Spearman de reconversión agrícola.....	156
Figura 7 Estadística de fiabilidad de la seguridad alimentaria.....	158
Figura 8 Correlación de Pearson de seguridad alimentaria.....	160
Figura 9 Correlación de Spearman de seguridad alimentaria.....	161
Figura 10 Pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnova y Shapiro-Wilk de Reconversión agrícola.....	164
Figura 11 Pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnova y Shapiro-Wilk de Seguridad alimentaria.....	165
Figura 12. Modelo PLS de la reconversión agrícola.	174
Figura 13. Modelo PLS de la seguridad alimentaria.	176
Figura 14. Distribución de datos por edad.....	195
Figura 15. Distribución de datos por sexo.....	196
Figura 16. Distribución normal de participantes por municipio.....	196
Figura 17. Distribución de datos por nivel de escolaridad.....	197
Figura 18. Distribución de datos por tipo de cultivo.....	198
Figura 19. Modelo PLS de la reconversión agrícola y seguridad alimentaria.....	201
Figura 20. Dispersión simple con ajuste de línea de P-RA. Promedio de reconversión agrícola por P-AT. Promedio de accesibilidad tecnológica.	243
Figura 21. Dispersión simple con ajuste de línea de P-RA. Promedio de reconversión agrícola por P-IPP. Promedio de inversión pública y privada.	244
Figura 22. Dispersión simple con ajuste de línea de P-RA. Promedio de reconversión agrícola por P-RC. Promedio de rentabilidad de cultivo.....	244

Figura 23. Dispersión simple con ajuste de línea de P-RA. Promedio de reconversión agrícola por P-PAS. Promedio de prácticas agrícolas sostenibles.....	245
Figura 24. Dispersión simple con ajuste de línea de P-RA. Promedio de reconversión agrícola por P-DRH. Promedio de disponibilidad de recursos hídricos.....	245
Figura 25. Dispersión simple con ajuste de línea de P-SAL. Promedio de seguridad alimentaria por P-DAL. Promedio de disponibilidad de alimentos	246
Figura 26. Dispersión simple con ajuste de línea de P-SAL. Promedio de seguridad alimentaria por P-DAL. Promedio del acceso a alimentos.....	246
Figura 27. Dispersión simple con ajuste de línea de P-SAL. Promedio de seguridad alimentaria por P-DAL. Promedio de la seguridad alimentaria	247
Figura 28. Dispersión simple con ajuste de línea de P-SAL. Promedio de seguridad alimentaria por P-DAL. Promedio de la utilización de alimentos.....	247

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución de la agricultura digital	112
Tabla 2. Operacionalización de las variables de investigación de la reconversión agrícola ..	133
Tabla 3. Operacionalización de las variables de investigación de la seguridad alimentaria. .	136
Tabla 4. Resumen de procesamiento de casos para la reconversión agrícola.....	138
Tabla 5. Resumen de procesamiento de casos para la seguridad alimentaria.....	139
Tabla 6. Índice de Alfa de Cronbach de prueba piloto reconversión agrícola	139
Tabla 7 Índice de Alfa de Cronbach de prueba piloto seguridad alimentaria	139
Tabla 8. Pruebas de normalidad reconversión agrícola	141
Tabla 9. Pruebas de normalidad seguridad alimentaria	142
Tabla 10. Correlación bilateral reconversión agrícola y accesibilidad tecnológica.....	145
Tabla 11. Correlación bilateral reconversión agrícola e inversión pública y privada.....	146
Tabla 12. Correlación bilateral reconversión agrícola y la rentabilidad de cultivo.	147
Tabla 13. Correlación bilateral reconversión agrícola y las prácticas agrícolas sostenibles. .	147
Tabla 14. Correlación bilateral reconversión agrícola y la disponibilidad de recursos hídricos.	148
Tabla 15. Correlación bilateral seguridad alimentaria y la disponibilidad de alimentos.	149
Tabla 16. Correlación bilateral seguridad alimentaria y el acceso a alimentos.	149
Tabla 17. Correlación bilateral seguridad alimentaria y la estabilidad alimentaria.....	150
Tabla 18. Correlación bilateral seguridad alimentaria y la utilización de alimentos.....	151
Tabla 19. Matriz de variables de estudio	151
Tabla 20. Pruebas de normalidad de seguridad alimentaria y sus dimensiones.	167
Tabla 21. Desglose por dimensiones de reconversión agrícola	179
Tabla 22. Desglose por pilares de seguridad alimentaria (FAO).	179
Tabla 23. Indicadores de dispersión y consistencia.	181
Tabla 24 Determinantes de reconversión agrícola.....	181
Tabla 25. Clasificación de productores según nivel de reconversión agrícola.	182
Tabla 26. Clasificación según nivel de seguridad alimentaria.....	182
Tabla 27 Matriz de impacto determinante reconversión y seguridad	183
Tabla 28. Estadísticas descriptivas de variables principales.....	199
Tabla 29 Resumen de coeficientes de trayectoria estructural (β) del modelo PLS-SEM.....	200

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Índice de especialización agrícola	79
Ecuación 2. Estadístico de Shapiro-Wilk	140
Ecuación 3. Estadística D de K-S	141
Ecuación 4. Coeficiente de correlación de Pearson.....	143
Ecuación 5. Coeficiente de correlación de Pearson.....	144
Ecuación 6. El modelo se representa mediante la siguiente ecuación estructural	173
Ecuación 7. El modelo se representa mediante la siguiente ecuación estructural	176

SIGLARIO

ACA	Accesibilidad de Alimentos
AD	Agricultura digital
ALC	América Latina y el Caribe
ANOVA	Análisis de Varianza
AT	Accesibilidad Tecnológica
AVE	Varianza media extraída
BM	Banco Mundial
CAG	Cambio Ambiental Global
CEDRSSA	Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CO₂	Dióxido de Carbono
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
CR	Fiabilidad compuesta
CSP	Características Socioeconómicas de los Productores
DAL	Disponibilidad de Alimentos
DRH	Disponibilidad de Recursos Hídricos
EAL	Estabilidad de Alimentos
EE. UU	Estados Unidos

FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
FODA	Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas
GAP	Buenas Prácticas Agrícolas
GIRH	Gestión Integral de los Recursos Hídricos
GPHMP	Buenas Prácticas de Manejo Postcosecha
GPS	Sistema de posicionamiento global
HTMT	Criterio de Fornell-Larcker y las relaciones Heterotrait-Monotrait
I+D	Investigación y Desarrollo
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IEA	Índice de especialización agrícola
INEGI	Instituto Nacional de Geografía y Estadística
IoT	Internet de las cosas
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
IPP	Inversión Pública y Privada
K-S	Prueba de Kolmogórov-Smirnov
M2M	Máquina a Máquina
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OGM	Organismos Genéticamente Modificados
OMC	Organización Mundial del Comercio

OMS	Organización Mundial de la Salud
PAS	Prácticas Agrícolas Sostenibles
PEA	Población Económicamente Activa
PH	Potencial de Hidrogeno
PIB	Producto Interno Bruto
PLS-SEM	Partial Least Squares Structural Equation Modeling
PMA	Programa Mundial de Alimentos
PROCAMPO	Programa de Apoyos Directos al Campo
RA	Reconversión Agrícola
RC	Rentabilidad de Cultivos
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SADER	La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SAL	Seguridad Alimentaria
SAP	Prácticas Agrícolas Sostenibles
SECIHTI	Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
SEM	Modelo de Ecuaciones Estructurales por sus siglas en ingles
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación

TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte,
UAL	Utilización de Alimentos
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USD	Dólar Estadounidense
VIF	Factor de Inflación de Varianza

RESUMEN

La reconversión agrícola en México ha transformado significativamente los sistemas productivos tradicionales. En la región de Cuitzeo Michoacán, ocurre este cambio de cultivos tradicionales (maíz, frijol, hortalizas) hacia producción intensiva de *berries* y ha modificado las dinámicas socioeconómicas rurales. El objetivo general es analizar el impacto de este proceso en las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria definidas por Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad. La metodología emplea técnicas cuantitativas mediante modelos de ecuaciones estructurales (PLS-SEM) para evaluar relaciones causales entre variables, complementado con entrevistas a profundidad y análisis de políticas públicas. El marco teórico se sustenta en la teoría de las capacidades de Amartya Sen, enfoques de desarrollo rural territorial y sistemas agroalimentarios. La región de Cuitzeo representa un caso paradigmático de transformación agraria, transitando hacia la agricultura intensiva de exportación. Los hallazgos sugieren impactos diferenciados: incremento de ingresos monetarios en algunos productores, pero desafíos en disponibilidad local de alimentos básicos, acceso diferenciado según capacidades productivas y vulnerabilidad ante volatilidad de mercados internacionales. Las contribuciones de esta investigación se organizan en cuatro dimensiones: contribuciones teóricas: mediante el avance en la comprensión de los vínculos entre reconversión agrícola y seguridad alimentaria; contribuciones metodológicas: desarrollo de un modelo híbrido que combina análisis cuantitativo (PLS-SEM) con métodos cualitativos para evaluar relaciones complejas en sistemas agroalimentarios; contribuciones empíricas: Evidencia sistemática sobre las dinámicas específicas de la transformación agrícola en Cuitzeo y contribuciones aplicadas: recomendaciones concretas para el diseño de políticas públicas que promuevan procesos de reconversión agrícola más inclusivos y equitativos.

Palabras clave: Reconversión agrícola, Seguridad alimentaria, Cuitzeo, Desarrollo Rural, PLS-SEM, sistemas agroalimentarios.

ABSTRACT

Agricultural reconversion in Mexico has significantly transformed traditional production systems. In the Cuitzeo region of Michoacán, this shift from traditional crops (corn, beans, vegetables) to intensive berry production has occurred and has altered rural socioeconomic dynamics. The overall objective is to analyze the impact of this process on the four dimensions of food security defined by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): availability, access, utilization, and stability. The methodology employs quantitative techniques using partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) to assess causal relationships among variables, complemented by in-depth interviews and public policy analysis. The theoretical framework is based on Amartya Sen's capabilities theory, territorial rural development approaches, and agri-food systems. The Cuitzeo region represents a paradigmatic case of agrarian transformation, transitioning toward intensive export-oriented agriculture. Findings suggest differentiated impacts: increased monetary income for some producers, but challenges in the local availability of basic foods, unequal access based on productive capacity, and vulnerability to international market volatility. The contributions of this research are organized into four dimensions: theoretical contributions: by advancing the understanding of the links between agricultural reconversion and food security; methodological contributions: Development of a hybrid model that combines quantitative analysis (PLS-SEM) with qualitative methods to evaluate complex relationships in agri-food systems, empirical contributions: Systematic evidence on the specific dynamics of agricultural transformation in Cuitzeo and applied contributions: Concrete recommendations for designing public policies that promote more inclusive and equitable agricultural reconversion processes.

Keywords: Agricultural reconversion, Food security, Cuitzeo, Rural Development, PLS-SEM, Agri-Food Systems.

INTRODUCCIÓN

Hablar de seguridad alimentaria y transformación agrícola en el siglo XXI es hablar, inevitablemente, de los grandes desafíos que definen nuestro tiempo. Para regiones como la región III, Cuitzeo, en el estado de Michoacán, México, estos temas no son abstracciones académicas: son realidades que se viven día a día en los campos, las milpas y las comunidades que durante generaciones han hecho de la agricultura el eje de su identidad y su economía. En un mundo donde el cambio climático acelera sus efectos, la degradación ambiental avanza y las presiones socioeconómicas sobre las familias rurales se intensifican, repensar los modelos de producción agrícola sin perder de vista el acceso a una alimentación digna se ha convertido en una de las tareas más urgentes del desarrollo regional sostenible (Programa Mundial de Alimentos [PMA], 2023).

La Región Cuitzeo condensa, de manera casi ejemplar, la complejidad de estas tensiones. Su rica herencia agrícola convive con un ecosistema socioecológico frágil, sometido a presiones crecientes sobre el agua, los suelos y el clima local. Lejos de ser un escenario de crisis pasiva, esta región emerge como un espacio fértil en el sentido más amplio del término para analizar qué significa transformar la producción agrícola sin comprometer la seguridad alimentaria de quienes la habitan. Como han argumentado Altieri y Nicholls (2020), las regiones que concentran biodiversidad agrícola y conocimiento campesino acumulado representan laboratorios insustituibles para la construcción de sistemas alimentarios más resilientes.

La reconversión agrícola se entiende como un simple cambio técnico, sino como un proceso profundo de transformación que interpela las formas en que las comunidades se relacionan con la tierra, con los mercados y entre sí. En este sentido, Gliessman (2020), advierte que los procesos de transición hacia sistemas más sostenibles implican recorrer un camino de múltiples etapas, donde los cambios en las prácticas productivas deben ir acompañados de transformaciones institucionales, culturales y de política pública. Para la Región Cuitzeo, este proceso supone la oportunidad de abordar simultáneamente la degradación ambiental y la vulnerabilidad alimentaria, dos caras de una misma moneda.

La seguridad alimentaria constituye uno de los pilares más sensibles del bienestar comunitario. La PMA (2023), la definen como la condición en que todas las personas, en todo momento,

tienen acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas y preferencias para llevar una vida activa y sana. Esta definición, aparentemente sencilla, encierra cuatro dimensiones que en la práctica interactúan de maneras complejas: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad. En regiones como Cuitzeo, donde la historia de producción alimentaria se entrecruza con la pobreza rural y la exclusión social, estas dimensiones adquieren un peso específico que no puede ignorarse.

Investigaciones recientes han subrayado que la relación entre reconversión agrícola y seguridad alimentaria dista de ser lineal o automáticamente beneficiosa. Béné *et al.*, (2020), sostienen que los procesos de transformación de los sistemas alimentarios pueden mejorar la resiliencia a largo plazo, pero también generan turbulencias en el corto plazo que afectan desproporcionadamente a las comunidades más vulnerables. No es casual que la comprensión de las dinámicas locales y regionales ocupe un lugar central en el debate contemporáneo sobre desarrollo rural. Schejtman y Berdegué (2004b), desde una perspectiva de desarrollo territorial, han insistido en que las transformaciones productivas solo son sostenibles cuando nacen de un diálogo genuino con los actores del territorio, respetan sus lógicas productivas y se articulan con cadenas de valor que distribuyan beneficios de manera más equitativa. Desde el enfoque de la nueva ruralidad, Toledo (2022), recuerda que el espacio rural ha dejado de ser sinónimo de actividad agrícola exclusiva: la pluriactividad, las economías de cuidado y las redes comunitarias forman hoy parte indisoluble de los medios de vida campesinos.

Los estudios realizados por Montiel-González (2019a), han demostrado que la relación entre la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria es compleja y multidimensional. Por un lado, la implementación de prácticas agrícolas más sostenibles puede contribuir a mejorar la resiliencia de los sistemas alimentarios locales y garantizar una producción más estable a largo plazo. Por otro lado, los procesos de reconversión pueden enfrentar resistencias y generar tensiones en las comunidades, particularmente cuando implican cambios significativos en las prácticas tradicionales o requieren inversiones sustanciales.

La presente investigación se propone examinar la intersección entre estos dos fenómenos cruciales -la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria en el contexto específico de la Región Cuitzeo. Como señala Macías (2013), la comprensión de las dinámicas locales y regionales es fundamental para el diseño e implementación de políticas efectivas que promuevan

tanto la sostenibilidad agrícola como la seguridad alimentaria. Este estudio busca contribuir a esta comprensión a través de un análisis detallado de las condiciones actuales, los desafíos y las oportunidades que presenta la región.

La relevancia de esta investigación se fundamenta en varios aspectos clave. En primer lugar, como argumenta Porras (2018), existe una necesidad urgente de generar conocimiento específico sobre los procesos de reconversión agrícola en contextos regionales, particularmente en áreas que, como la Región Cuitzeo, enfrentan múltiples presiones ambientales y socioeconómicas. En segundo lugar, la comprensión de cómo estos procesos de reconversión impactan en la seguridad alimentaria¹ local puede proporcionar *insights* valiosos para el diseño de políticas públicas² más efectivas y contextualizadas.

Este trabajo se estructura a partir de un enfoque integral que considera tanto los aspectos técnicos de la reconversión agrícola como sus implicaciones sociales, económicas y ambientales. La metodología empleada combina el análisis de datos cuantitativos sobre producción agrícola y seguridad alimentaria con una aproximación cualitativa que busca comprender las perspectivas y experiencias de los actores locales. Como sugieren Ramírez-Sánchez y Méndez-Contreras (2016), este tipo de aproximación mixta es fundamental para capturar la complejidad de las transformaciones agrícolas y sus impactos en la seguridad alimentaria.

A lo largo de esta investigación, se abordarán preguntas fundamentales sobre la viabilidad y el impacto de diferentes estrategias de reconversión agrícola, las barreras y facilitadores para su implementación, y su relación con los distintos componentes de la seguridad alimentaria en la región. El objetivo último es contribuir al desarrollo de soluciones que permitan avanzar hacia

¹ La seguridad alimentaria es un concepto multidimensional que ha evolucionado hacia marcos más comprehensivos. Según la FAO, se logra cuando todas las personas tienen acceso constante a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos para una vida activa y sana. Incorpora cuatro dimensiones: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad. Sen (1982), amplió la perspectiva teórica al enfatizar que la seguridad alimentaria depende no solo de la producción, sino de las capacidades individuales para acceder a los alimentos, reorientando las políticas hacia enfoques integrales que consideran factores socioeconómicos, institucionales y ambientales.

² Las políticas públicas son un campo multidisciplinario que estudia las acciones gubernamentales para resolver problemas sociales. Constituyen programas de acción deliberados con objetivos específicos en sectores o territorios determinados. Morata (1992), amplía esta visión, destacando que involucran la interacción compleja entre actores públicos, privados y sociales, trascendiendo las fronteras tradicionales entre lo público y lo privado en sus procesos de formulación, implementación y evaluación (Meny *et al.*, 1992).

sistemas agrícolas más sostenibles mientras se fortalece la seguridad alimentaria local, reconociendo las particularidades y necesidades específicas de la Región Cuitzeo.

Los resultados de esta investigación no solo tienen relevancia académica, sino que también buscan informar la toma de decisiones a nivel local y regional. Como señala Hernández (2019), la generación de conocimiento científico sobre estos temas debe traducirse en recomendaciones concretas que puedan ser implementadas por los diferentes actores involucrados en la gestión agrícola y alimentaria de la región.

CAPÍTULO 1.

FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se abordan los fundamentos de la investigación en los que se basa el presente trabajo. La reconversión agrícola y la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México. Se abordan los elementos fundamentales, teóricos y metodológicos de la investigación los cuales marcan la forma y la ruta crítica con que se debe emprender este trabajo, para ello se presenta el planteamiento del problema, los objetivos, las hipótesis de investigación, así como la justificación del trabajo de tesis. Iniciando con la problemática sobre los efectos que tiene la reconversión agrícola y la falta de la tecnificación en el estado, en la región Cuitzeo de Michoacán, México, puntualizando la problemática en la región de estudio y posteriormente se plantean las preguntas de investigación con los objetivos que corresponden a la misma, la justificación, el planteamiento de las hipótesis y la matriz de congruencia.

1.1. Planteamiento del problema

La reconversión agrícola en la región de Cuitzeo se ha caracterizado por la transición gradual de sistemas tradicionales de cultivo hacia modelos más diversificados. Toledo y Barrera (2000), documentan cómo los agricultores locales han comenzado a implementar técnicas agroecológicas que combinan el conocimiento ancestral con innovaciones modernas. Esta adaptación ha sido particularmente relevante en el contexto del cambio climático y la degradación ambiental que afecta a la cuenca del lago de Cuitzeo.

En términos de seguridad alimentaria, García-Barrios y González-Esquivel (2020), identifican varios factores críticos que afectan a la región. La variabilidad climática, la presión sobre los

recursos hídricos y la fragmentación de las tierras agrícolas han creado un escenario complejo para garantizar la producción alimentaria sostenible. Sin embargo, los mismos autores destacan iniciativas locales exitosas en las que las comunidades han desarrollado estrategias adaptativas para mantener y mejorar su producción alimentaria.

Un aspecto fundamental en la región ha sido el papel de los sistemas agroforestales tradicionales. Bonadeo (2017), describe cómo estos sistemas, que integran árboles nativos con cultivos alimentarios, han demostrado ser particularmente resilientes frente a los cambios ambientales y socioeconómicos. Estos sistemas no solo contribuyen a la seguridad alimentaria local, sino que también proporcionan servicios ecosistémicos cruciales para la región.

La dimensión socioeconómica de la reconversión agrícola en Cuitzeo presenta características particulares. Según Turrent (2017), las redes de comercio local y los mercados tradicionales han desempeñado un papel crucial en mantener la viabilidad económica de los pequeños productores durante la transición hacia prácticas más sostenibles. Los autores destacan la importancia de fortalecer estas redes para garantizar el éxito a largo plazo de la reconversión agrícola.

En el ámbito de la innovación tecnológica, Altieri y Toledo (2011b), documentan experiencias exitosas de agricultores locales que han adoptado tecnologías apropiadas para mejorar su producción mientras mantienen prácticas ambientalmente sostenibles. Estas innovaciones incluyen sistemas de riego eficiente, técnicas de conservación de suelos y manejo integrado de plagas adaptado a las condiciones locales.

Las políticas públicas han tenido un impacto significativo en la región. Montiel-González (2021), analizan cómo los programas gubernamentales han influido en las decisiones de los agricultores respecto a la reconversión agrícola. Los autores señalan la necesidad de políticas más coherentes que apoyen efectivamente la transición hacia sistemas agrícolas sostenibles mientras protegen la seguridad alimentaria local.

El papel de las instituciones locales y las organizaciones comunitarias ha sido fundamental. Astier *et al.*, (2002), describen cómo estas estructuras han facilitado la transferencia de conocimiento y la implementación de prácticas innovadoras. Las organizaciones de productores, en particular, han sido cruciales para mantener la cohesión social durante el proceso de reconversión.

Mirando hacia el futuro, Toledo y Barrera-Bassols (2003), sugieren que el éxito de la reconversión agrícola en Cuitzeo dependerá de la capacidad para integrar efectivamente las dimensiones ambientales, sociales y económicas del desarrollo rural. Los autores enfatizan la necesidad de fortalecer las capacidades locales y mantener un equilibrio entre la modernización agrícola y la preservación de los conocimientos tradicionales.

La experiencia de Cuitzeo demuestra que la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria están intrínsecamente ligadas y requieren un enfoque holístico que considere las particularidades locales. Como concluye Turrent (2017), el camino hacia sistemas agrícolas más sostenibles debe construirse sobre la base del conocimiento local, de la innovación apropiada y del fortalecimiento de las redes sociales existentes.

1.2. Descripción del problema

El desconocimiento de los efectos de la reconversión agrícola hacia la producción de *berries* en Michoacán representa un problema multidimensional con implicaciones significativas para el sector agrícola, el medio ambiente y la economía regional (Gliessman *et al.*, 2007). Este proceso de transición desde cultivos tradicionales hacia la producción intensiva de frutos rojos como fresas, frambuesas, arándanos y zarzamoras, ha ocurrido de manera acelerada en las últimas décadas, sin una evaluación exhaustiva de sus consecuencias a largo plazo (Pérez *et al.*, 2023).

1.2.1. Los principales aspectos del problema

En el impacto ambiental se desconoce el efecto a largo plazo sobre los recursos hídricos, la calidad del suelo y la biodiversidad local (Tiftonell, 2019), para los cambios socioeconómicos no se ha evaluado completamente cómo esta transición afecta la estructura social de las comunidades agrícolas, los patrones de empleo y la distribución de ingresos (Chiriboga, 1997). La sostenibilidad económica presenta una incertidumbre sobre la viabilidad a largo plazo de este modelo agrícola frente a fluctuaciones del mercado y competencia internacional (Chiriboga, 1997), la seguridad alimentaria no se ha analizado en profundidad cómo la sustitución de cultivos tradicionales por *berries* y tiene efectos sobre la disponibilidad y accesibilidad de alimentos básicos en la región (Pérez *et al.*, 2023), cabe destacar que la resiliencia del campo

mexicano ante el cambio climático ha sido poco explorada y se desconoce la capacidad de adaptación de estos nuevos sistemas de cultivo frente a los crecientes desafíos climáticos (Gliessman, 2002).

La tecnología digital ya está modificando las dinámicas del sector agroalimentario, pero hasta ahora el proceso no ha sido sistemático. El campo mexicano enfrenta varios retos para poder insertarse en la tecnología digital, tales como la falta de cobertura de redes en zonas y la alfabetización rural, además de una clara resistencia por parte de los agricultores. En el estado de Michoacán, la agricultura cobra vital importancia, ya que el 21% de la población se emplea en el sector primario, tratándose de un estado con vocación productiva predominantemente agrícola y forestal (Ortíz-Paniagua *et al.*, 2018).

El aumento en la demanda global de productos agrícolas llevará a un aumento de la producción en cerca de 1.3 % al año en la próxima década, alcanzado principalmente a partir de la intensificación y del aumento de eficiencia, mientras el aumento de la superficie agrícola será mínimo OCDE-FAO (2021), se esperan reasignaciones en la superficie de los diferentes rubros, como respuesta a cambios en la demanda y en los precios relativos. La disponibilidad de semillas mejoradas, fertilizantes y tecnologías digitales favorecerá el aumento de la producción y la agricultura michoacana puede no estar preparada tecnológicamente para soportar esta demanda.

Según datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Michoacán ocupa el primer lugar a nivel nacional en la producción de aguacate, fresa, zarzamora, lenteja, durazno y ciruela. La SAGARPA informó que la agricultura en el estado de Michoacán es la principal actividad que reditúa de forma favorable a la economía estatal. La agricultura es la actividad encargada de promover alimentos materias primas y mano de obra en el sector industrial y de servicios, también demanda gran cantidad de productos industriales de primera necesidad para la producción agrícola, Entre ellos: fertilizantes, herbicidas, plaguicidas y maquinaria (Montiel-González, Gallegos-Tavera *et al.*, 2019).

En el estado se practican dos tipos de agricultura: la tradicional o extensiva y la comercial o intensiva (González, 2014). Para Michoacán, la agricultura es de fundamental importancia, debido a que 21% de la población se emplea directamente en el sector primario, se trata de un estado con vocación productiva predominantemente agrícola y forestal (Ortíz-Paniagua y

Bonales-Valencia, 2017). El aporte al Producto Interno Bruto (PIB) del sector primario nacional representa 10%, se trata del cuarto estado en importancia por el valor de su producción y el primero en cuanto a su producción agrícola. Las principales cosechas agrícolas en las que más destaca Michoacán son: el aguacate (primer lugar nacional), el maíz en grano (quinto lugar nacional) y la zarzamora (primer lugar nacional).

La SAGARPA Delegación Michoacán informó que la agricultura en el estado es la principal actividad que reditúa de forma favorable a la economía estatal de acuerdo con los trabajos efectuados en campo además de la materia acuícola y pesquera, ya que la misma permanece vigente durante todo el año con sus distintos cultivos. motivo por el cual el territorio ocupa el primer lugar en cuanto a valor de la producción en el país (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2011).

La agricultura es la actividad encargada de promover alimentos, materias primas y mano de obra al sector agroindustrial y de servicios, también demanda gran cantidad de productos industriales de primera necesidad para la producción agrícola, entre ellos: fertilizantes, herbicidas, plaguicidas y maquinaria. En el aspecto social la agricultura favorece al arraigo a sus tierras, el sustento familiar y preservación de recursos naturales de cierto número de personas en localidades productoras (Trendov *et al.*, 2019).

El sector agrícola en Michoacán, a pesar de ser gran productor de aguacate y frutos rojos, se ha visto afectado la disposición de recursos naturales como el agua, ya que las formas tradicionales de tratar a los cultivos ha mantenido la calidad y cantidad del producto en un mismo punto; para lograr insertarse en la demanda global y tener una producción, algunos productores han comenzado a implementar modelos de agricultura digital, con modelos desarrollados en otros países, y se requiere de inversión económica, además de que se quedan excluidos los productores más pequeños (Deichmann *et al.*, 2016). Teniendo en cuenta que la demanda de productos por el incremento de la población y la necesidad de una producción sustentable, es importante realizar cambios que permitan que los cultivos logren suplir las necesidades del mercado, además de comenzar a comercializar un producto de mayor calidad, siendo beneficioso tanto para el productor como para el consumidor y con un compromiso medioambiental (Rose *et al.*, 2019).

En las últimas décadas México ha impulsado la reconversión de su sector agropecuario con cambios como la mecanización, uso de semillas mejoradas, agroquímicos y desarrollo de cultivos comerciales. Más recientemente, la reconversión agrícola incorpora tecnologías digitales dando origen a la "Agricultura 4.0", la cual emplea *big data*, sensores, inteligencia artificial, automatización y otras innovaciones (Rose *et al.*, 2019). Se estima que estas tecnologías pueden aumentar la productividad agrícola de un 20 a 40%, pero implican retos como altas inversiones y potencial exclusión de pequeños productores (Deichmann *et al.*, 2016).

En México, el gobierno promueve una iniciativa de Agricultura 4.0 desde 2018, con aplicaciones como monitoreo satelital de cultivos. Sin embargo, la adopción es limitada por falta de conectividad en zonas rurales (Magaña, 2019). En Michoacán se han dado avances en agricultura digital en cultivos como aguacate, pero su expansión depende de mayor infraestructura tecnológica en la región (Chapela, 2019). En este sentido la reconversión actual del campo mexicano apunta a una agricultura intensiva, competitiva y tecnificada a través de la Agricultura 4.0, pero enfrenta brechas que requieren ser abordadas.

1.3. Métodos e instrumentos

El presente estudio utiliza la revisión bibliográfica, con un estudio mixto ya que no solamente mide factores sociales sino también factores socio culturales económicos y estadísticos, realizando una prueba experimental del bienestar que se generaría a partir de la reconversión agrícola y la producción de *berries* en la región Cuitzeo III, así como un modelo estadístico que visualice los beneficios a la comunidad y la rentabilidad de la producción de esta fruta mediante la utilización de las tecnologías, pretendiendo también hacer un censo o un levantamiento como un documento innovador con respecto al uso de las tecnologías en el sistema agrícola.

La presente investigación recurre igualmente al uso de entrevistas y encuestas además de la recolección de la información que ya se encuentra documentada en vías digitales y en la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER).

El tipo de investigación cualitativa parte de un enfoque documental-bibliográfico. La información que sea recopilado, se basa en datos de fuentes confiables. La sistematización de

esta se llevó a cabo mediante un análisis de contenido. Los resultados darán cuenta de la contribución de la agricultura digital en el municipio de la región Cuitzeo.

Es también una investigación correlacional por que pretende la comprobación de determinadas hipótesis.

Algunas de las barreras encontradas son las barreras vinculadas a la alfabetización, barreras en cuestiones de resistencia de los trabajadores agrícolas, o no poder ingresar a las zonas que se pretenden estudiar para tener un contacto directo con los actores agrícolas.

1.4. Preguntas de investigación

1.4.1. Pregunta general

¿De qué manera la reconversión agrícola, determinada por factores tecnológicos, socioeconómicos, de inversión, del tipo de cultivo, de prácticas sostenibles y de recursos hídricos, incide en la seguridad alimentaria de la región de Cuitzeo, Michoacán, México?

1.4.2. Preguntas específicas

- P1. ¿Cómo influye la accesibilidad tecnológica en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México?
- P2. ¿De qué manera afectan las características socioeconómicas de los productores en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México?
- P3. ¿En qué forma trasciende la inversión pública y privada en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México?
- P4. ¿De qué manera incide el tipo de cultivo en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México?
- P5. ¿De qué manera afectan las prácticas agrícolas sostenibles en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán?

- P6. ¿De qué manera repercuten la disponibilidad de recursos hídricos en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México?
- P7. ¿De qué manera influye la disponibilidad de alimentos en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México?
- P8. ¿Cómo mejora el acceso a alimentos en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México?
- P9. ¿En qué forma la estabilidad alimentaria incide en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México?
- P10. ¿Cómo fortalece la utilización de alimentos la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México?

1.5. Objetivo general

Determinar el grado (nivel) de reconversión agrícola en los productores de la región de Cuitzeo, Michoacán, México y cómo ha incidido en los determinantes de la seguridad alimentaria

1.5.1. Objetivos específicos

- O1. Establecer de qué manera la accesibilidad tecnológica influye en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- O2. Diagnosticar cuál es el impacto de las características socioeconómicas de los productores en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- O3. Establecer la incidencia de la inversión pública y privada en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- O4. Determinar cómo incide la rentabilidad del cultivo en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- O5. Estipular cómo inciden las prácticas agrícolas sostenibles en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.

- O6. Definir cómo influye la disponibilidad de recursos hídricos en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- O7. Determinar cómo fortalece la disponibilidad de alimentos en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- O8. Definir cómo el acceso a alimentos influye en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- O9. Estipular como incide la estabilidad alimentaria en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- O10. Diagnosticar como fortalece la utilización de alimentos en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.

1.6. Justificación

La región de Cuitzeo, Michoacán, enfrenta desafíos significativos en términos de sostenibilidad agrícola y seguridad alimentaria. Esta investigación se centra en analizar la relación entre la reconversión agrícola y la garantía alimentaria en esta zona, considerando sus características particulares y el contexto socioeconómico actual. La justificación de este estudio se fundamenta en diversos aspectos teóricos, metodológicos y prácticos que se desarrollan a continuación.

La investigación sobre la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, representa un estudio crucial en el contexto actual de crisis alimentaria y cambio climático. La justificación de este estudio se sustenta en múltiples dimensiones que confluyen en la necesidad imperante de transformar los sistemas agrícolas tradicionales hacia modelos más sostenibles y resilientes.

Desde la perspectiva social, la región de Cuitzeo enfrenta desafíos significativos en términos de pobreza rural y acceso limitado a alimentos nutritivos. La reconversión agrícola no solo representa una transformación productiva, sino también una oportunidad de desarrollo social integral. Las comunidades agrícolas de la región mantienen prácticas tradicionales que, si bien

forman parte de su identidad cultural, requieren adaptarse a las nuevas realidades climáticas y económicas sin perder su esencia.

En el ámbito económico, la justificación se fortalece al considerar que la agricultura tradicional en la región enfrenta una crisis de rentabilidad. Los agricultores experimentan rendimientos decrecientes y costos de producción cada vez más elevados, lo que compromete su capacidad para mantener una producción sostenible. La reconversión agrícola ofrece alternativas para diversificar la producción, acceder a nuevos mercados y mejorar los ingresos familiares.

La dimensión ambiental de la justificación es particularmente relevante considerando que la región de Cuitzeo presenta signos evidentes de degradación ambiental, incluyendo la pérdida de fertilidad del suelo, la sobreexplotación de recursos hídricos y la deforestación. La reconversión hacia prácticas agroecológicas y sistemas agrícolas regenerativos no solo beneficiaría la producción alimentaria, sino que también contribuiría a la restauración de los ecosistemas locales. La región de Cuitzeo representa un caso paradigmático de las transformaciones agrícolas en México. Según Hernández-Ramírez *et al.*, (2021), esta zona ha experimentado cambios significativos en sus patrones de producción agrícola durante las últimas décadas, afectando directamente la disponibilidad y acceso a alimentos. La cuenca del lago de Cuitzeo, que abarca aproximadamente 4,000 km², constituye un ecosistema único que ha sostenido históricamente la producción agrícola tradicional (Vargas-Canales *et al.*, 2018).

1.6.1. Tesis doctoral en el marco de los PRONACES

La transformación del modelo de investigación científica en México representa uno de los cambios más significativos en la forma en que el país concibe la generación de conocimiento y su vinculación con las necesidades sociales. Los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES) de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) surgen como una respuesta institucional a la histórica desarticulación entre la academia y los problemas nacionales prioritarios, estableciendo un nuevo paradigma que privilegia la investigación transdisciplinaria, contextualizada y orientada a la transformación social. En este marco, la investigación doctoral sobre reconversión agrícola y seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, constituye un ejemplo paradigmático de cómo la ciencia puede alinearse

con las agendas nacionales de desarrollo, específicamente con el PRONACES de Soberanía Alimentaria.

El contexto de esta investigación es particularmente relevante. México ha experimentado en las últimas décadas una profunda reconfiguración de su sistema agroalimentario, caracterizada por la transición de modelos productivos tradicionales basados en policultivos de subsistencia hacia esquemas agroindustriales orientados a la exportación. Este proceso, denominado reconversión productiva, ha generado impactos diferenciados en las comunidades rurales, afectando no solamente la estructura productiva sino también las dimensiones fundamentales de la seguridad alimentaria: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad. La región de Cuitzeo representa un caso emblemático de estas transformaciones, donde conviven tanto la agricultura de exportación de alto valor comercial como las resistencias campesinas que defienden modelos alternativos de producción.

La pertinencia de esta investigación dentro del PRONACES de Soberanía Alimentaria se manifiesta en múltiples dimensiones. En primer lugar, aborda directamente una de las problemáticas centrales identificadas por este programa: el análisis crítico del modelo agroindustrial hegemónico y sus consecuencias sobre la autonomía alimentaria territorial. Al estudiar cómo las políticas neoliberales y la inserción en cadenas globales de valor han reconfigurado las capacidades de autosuficiencia alimentaria de las comunidades, la tesis genera conocimiento fundamental sobre los mecanismos mediante los cuales se produce la pérdida de soberanía alimentaria, tema prioritario en la agenda nacional de investigación.

El diseño metodológico de la investigación refleja fielmente el enfoque transdisciplinario que caracteriza a los PRONACES. La integración de análisis cuantitativos mediante modelos de ecuaciones estructurales con aproximaciones cualitativas basadas en entrevistas a profundidad permite articular el conocimiento académico con los saberes comunitarios, reconociendo a los productores agrícolas no solamente como objetos de estudio sino como sujetos de conocimiento y agentes de transformación. Esta metodología dialógica y horizontal responde al principio rector de los PRONACES de construir conocimiento de manera colaborativa entre diferentes actores sociales, superando la tradicional separación entre quienes investigan y quienes experimentan directamente las problemáticas estudiadas.

Uno de los aspectos más significativos de esta investigación es su potencial de incidencia en políticas públicas. Al analizar explícitamente las políticas que han promovido o acompañado los procesos de reconversión agrícola, identificando tanto sus aciertos como sus limitaciones desde la perspectiva de la seguridad alimentaria, el estudio proporciona evidencia empírica para orientar la formulación de estrategias de intervención más efectivas y contextualizadas. Este compromiso con la transformación efectiva de las condiciones que generan las problemáticas estudiadas distingue a los PRONACES de modelos anteriores de investigación científica, donde frecuentemente el conocimiento generado permanecía confinado al ámbito académico sin traducirse en cambios tangibles para las comunidades.

La investigación también contribuye significativamente a la formación de recursos humanos especializados en el análisis de sistemas agroalimentarios, temática prioritaria para el desarrollo nacional. El proceso doctoral implica el desarrollo de capacidades analíticas, metodológicas y críticas para comprender las complejas interrelaciones entre procesos económicos, sociales, ambientales y políticos que configuran los territorios rurales contemporáneos. Esta formación de investigadores comprometidos con la solución de problemáticas nacionales representa una inversión estratégica en la construcción de capacidades científicas y tecnológicas orientadas al bienestar colectivo.

Adicionalmente, la alineación de esta investigación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, particularmente con los ODS 2 (Hambre Cero), 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico), 12 (Producción y Consumo Responsables) y 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres), demuestra cómo los PRONACES articulan las agendas nacionales de investigación con los compromisos internacionales de México en materia de desarrollo sostenible. Esta convergencia entre prioridades locales y agendas globales fortalece la relevancia y legitimidad de la investigación científica como herramienta para la transformación social.

En conclusión, la investigación doctoral sobre reconversión agrícola y seguridad alimentaria en Cuitzeo ejemplifica el modelo de investigación e incidencia que proponen los PRONACES: conocimiento contextualizado y pertinente para la realidad nacional, diálogo de saberes entre academia y comunidad, y orientación hacia la transformación social. En un contexto donde México ha establecido la soberanía alimentaria como objetivo estratégico de política pública, esta tesis aporta evidencia empírica fundamental para comprender uno de los fenómenos más

relevantes de la agricultura contemporánea y sus efectos sobre las capacidades de autosuficiencia alimentaria de los territorios. Los resultados esperados contribuirán significativamente al *corpus* de conocimiento necesario para la construcción de sistemas agroalimentarios más justos, sostenibles y soberanos, demostrando que la ciencia, cuando se articula con las necesidades del pueblo, se convierte en una herramienta poderosa para la transformación social y el bienestar colectivo.

1.7. Relevancia de la investigación

La región Cuitzeo Michoacán es una región muy representativa para la producción agrícola del estado. Sin embargo, estas regiones también se enfrentan a una serie de retos, como la deforestación, la contaminación y la falta de agua. La reconversión productiva puede ayudar a abordar estos retos y mejorar la sostenibilidad del sector agrícola en estas regiones.

En la región Cuitzeo de Michoacán, la reconversión productiva podría centrarse en los siguientes aspectos: Uso de técnicas de agricultura sostenible, como la rotación de cultivos, el uso de fertilizantes orgánicos y el control biológico de plagas, desarrollo de nuevas variedades de cultivos que sean resistentes a las enfermedades y las plagas, mejora del riego, para reducir la dependencia de las lluvias y creación de nuevos mercados para los productos agrícolas de la región.

En este sentido, el uso de las tecnologías digitales ha transformado la forma en que se desarrollan las actividades económicas, la agricultura es una actividad que no está deslindada de esta tendencia. La constante creciente disponibilidad de las tecnologías digitales de la información y comunicación abren la posibilidad de transformar la producción, la distribución y la comercialización de los alimentos. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han vuelto un medio necesario y posiblemente no suficiente para la transformación productiva en el sistema agroalimentario. Si bien hay múltiples estudios con distintas categorías y dimensiones y áreas de sistemas alimentarios que podrían beneficiar la incorporación de las tecnologías al sistema productivo, el proceso en México aún está lento en comparación con otros países y es importante conocer el alcance que tendría la aplicación de dichas tecnologías para ofrecer una mejor comunicación de los actores que participan en el sistema agrícola, además de

conocer los impactos positivos en el medio ambiente en la optimización productiva en la residencia agrícola y sobre todo en el beneficio del desarrollo de determinada comunidad.

La reconversión agrícola en Michoacán representa un desafío complejo y multifacético que ha captado la atención de investigadores, políticos y agricultores por igual. Este proceso, que implica la transformación de sistemas agrícolas tradicionales hacia modelos más sostenibles y rentables, se ha convertido en una necesidad apremiante frente a los retos ambientales, económicos y sociales que enfrenta el sector agrícola del estado. Sin embargo, la falta de un conocimiento profundo y sistemático sobre los efectos de esta reconversión plantea una problemática significativa que merece un análisis detallado (Tittonell, 2019).

Michoacán, con su diversidad geográfica y climática, alberga una rica tradición agrícola que ha sido el sustento de numerosas comunidades durante generaciones. No obstante, factores como el cambio climático, la degradación ambiental, la baja rentabilidad de ciertos cultivos tradicionales y las cambiantes demandas del mercado han puesto en jaque la viabilidad a largo plazo de muchas prácticas agrícolas convencionales (Trenc *et al.*, 2019).

En este contexto, la reconversión agrícola se presenta como una posible solución, prometiendo mejorar la productividad, aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas y promover la conservación de los recursos naturales. Sin embargo, el desconocimiento de los efectos reales de esta reconversión en el tejido socioeconómico y ecológico de Michoacán genera una serie de interrogantes críticas.

Como consecuencia del calentamiento global, las sequías y las inundaciones, la disponibilidad de tierra apta para cultivar y el agua serán recursos cada vez más escasos y de menor calidad, esta nueva realidad afectará a los rendimientos de los cultivos. El posible aumento de las plagas y enfermedades en plantas pueden poner en riesgo la seguridad alimentaria en las zonas afectadas.

El concepto de “agricultura digital” como una de las facetas de la reconversión agrícola empieza a abrirse paso en Latinoamérica, se busca facilitar la transición a una agricultura y sistemas alimentarios más eficientes y respetuosos con el clima, los fertilizantes y la optimización de agua e irrigación de precisión, agricultura regenerativa, mejora genética (Bonadeo *et al.*, 2017).

Es bien sabido que los recursos menos explotados en el área agrícola son aquellos relacionados con la innovación, sin tener el conocimiento de que con esto la agricultura y la alimentación pueden mejorar de forma importante, hoy en día se conoce muy poco de los productores que utilicen esta herramienta para conectarse con más personas dentro del sector agrícola. como ha sucedido con otros sectores tales como el industrial, el del comercio o el del transporte, en este contexto se propone introducir la aplicación de las tecnologías de la información por medio de un intercambio comercial entre los agricultores productores de aguacate. La problemática se centra en la falta de digitalización en muchos casos, por lo tanto, es necesario intercambiar la información y conocimiento mediante el uso de las plataformas digitales (Centro de Estudios Para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria [CEDRSSA], 2020).

Las TIC están cambiando la manera en que el mundo ópera, no se puede dejar de lado la práctica agrícola. se han modificado la gestión del conocimiento y se satisface la demanda de alimentos, de esta manera se hace frente a los efectos adversos del cambio climático, la toma de decisiones para la solución de problemas es otro beneficio que ofrece el uso de la tecnología en la agricultura, los países en desarrollo se han enfocado aún conocimiento agrícola en relación con los sistemas de información.

En este sentido el uso de la tecnología ofrece una nueva forma de trabajar y hacer más eficientes las labores y los servicios, y se convierten en las herramientas necesarias para poder tener el acceso a una reconversión productiva, con las que en el sector agrícola han logrado cambios profundos en la manera de trabajar de los agricultores. Con el uso de la tecnología se han implementado consejos técnicos de cultivo, se contabilizan los precios del mercado y el cálculo de las inversiones en insumos agrícolas, hay planificación en el manejo de los cultivos, se puede aplicar una revisión de la meteorología local enfocada a la producción agrícola y la aplicación de los *Global Positioning System* (GPS), para analizar el suelo de manera remota.

La investigación propuesta es relevante dado el contexto actual del sector agropecuario de Michoacán. Como señalan Ramírez y González (2011), la entidad enfrenta el reto de incrementar la productividad y competitividad de sus actividades agrícolas ante las exigencias de los mercados globalizados. Pérez (2021) y Juárez (2019a), coinciden en que se requiere de un proceso de reconversión productiva basado en la adopción de nuevas tecnologías e innovación.

Según Ortiz (2021), las herramientas que ofrece la agricultura 4.0³, como *big data*, sensores, automatización, inteligencia artificial, etc., representan una ventana de oportunidad para modernizar y hacer más eficiente, sustentable y rentable la producción agrícola michoacana. De acuerdo con Valenzuela (2020), estas tecnologías aplicadas a través de la agricultura de precisión tienen un enorme potencial para elevar rendimientos y mejorar la productividad.

El estudio propuesto busca determinar específicamente cómo la agricultura 4.0 puede coadyuvar a la competitividad de los principales cultivos de la región III del estado. Los resultados sentarán bases para diseñar políticas públicas que aceleren la adopción de estas innovaciones en beneficio del campo michoacano (Rodríguez, 2019). De esta forma, la investigación resulta pertinente y estratégica para impulsar el desarrollo rural sostenible en la entidad.

1.8. Implicaciones prácticas

Una vez obtenidos los resultados de la investigación, se llegó a las conclusiones que precisen cuales los efectos que determinan la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria en la región Cuitzeo de Michoacán y si de esta manera los agricultores serán beneficiados económicamente y habrá un mejor empleo y uso de los recursos disponibles.

Los resultados del diagnóstico permitieron identificar las principales barreras y necesidades tecnológicas que enfrentan los agricultores de la región para adoptar innovaciones 4.0, lo que da lugar a líneas de acción concretas para los tomadores de decisiones (Valenzuela, 2020).

El análisis prospectivo de tecnologías 4.0 viables de implementar sirve de guía para que los productores concentren recursos e inversiones en aquellas de mayor potencial en sus cultivos (Ortiz, 2021).

³ La Agricultura 4.0 es la cuarta revolución agrícola que integra tecnologías digitales avanzadas como *big data*, sensores *IoT*, inteligencia artificial, automatización y robótica en sistemas agropecuarios. El monitoreo en tiempo real de variables productivas y facilita intervenciones basadas en datos. Esta transformación digital posibilita la gestión diferenciada, reducción de insumos, incremento de rendimientos y mejora de la sostenibilidad, configurando un modelo que combina eficiencia económica con responsabilidad ecológica (Wolfert *et al.*, 2017).

La investigación proporciona estrategias específicas para acelerar la adopción de agricultura de precisión en la región, considerando aspectos técnicos, económicos, sociales y políticos (González, 2010).

Los resultados permitieron fundamentar propuestas de política pública orientadas a incentivar financiera y técnicamente la transición de los productores hacia la agricultura 4.0. El estudio es un referente para diseñar programas de extensionismo que capaciten a los agricultores en el manejo de nuevas tecnologías y enfoques de producción. La investigación sienta bases para mejorar la articulación entre el sector público, privado y académico en torno a la innovación agrícola (Pérez, 2021).

1.9. Viabilidad de la investigación

La presente investigación es viable ya que es posible acceder a la zona de estudio y tener contacto con los agricultores de los municipio productores de *berries* en la región Cuitzeo de Michoacán, para aplicar encuestas y censos, se cuenta también con el acceso a la información estadística que será importante como referencia para conocer el alcance de las redes y el uso que se le da en el municipio, para de esta forma poder determinar si es posible aplicar la agricultura digital en el municipio y si ya cuentan con conocimiento de la misma para optimizar los recursos.

1.10. Hipótesis de trabajo

En la presente investigación se abordan dos hipótesis de trabajo fundamentales que están interrelacionadas y tienen un impacto significativo en el sector agrícola.

La primera hipótesis se centra en la reconversión agrícola, que implica la transformación y adaptación de los sistemas de producción agrícola tradicionales hacia métodos más eficientes, sostenibles y acordes con las condiciones actuales.

La segunda hipótesis aborda la seguridad alimentaria, que se refiere a la capacidad de garantizar el acceso físico y económico a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para satisfacer las necesidades alimentarias de la población. Esta hipótesis examina cómo los cambios en los

sistemas de producción agrícola pueden influir en la disponibilidad, accesibilidad, utilización y estabilidad del suministro de alimentos, factores fundamentales para asegurar una adecuada nutrición y bienestar de la población.

La relación entre ambas hipótesis es estrecha, ya que la reconversión agrícola puede tener un impacto directo en la capacidad de un territorio para garantizar la seguridad alimentaria de sus habitantes. El análisis de estas hipótesis permite comprender mejor cómo las transformaciones en el sector agrícola pueden contribuir a mejorar tanto la producción de alimentos como el acceso a una alimentación adecuada para la población.

La reconversión agrícola incide positivamente en la seguridad alimentaria de la región Cuitzeo, Michoacán, México.

1.10.1. Hipótesis específicas

- H1. La accesibilidad tecnológica determina la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- H2. Las características socioeconómicas de los productores son un factor para la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- H3. La inversión pública y privada incide en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- H4. La rentabilidad del cultivo es un factor determinante en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- H5. Las prácticas agrícolas sostenibles inciden en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- H6. La disponibilidad de recursos hídricos afecta en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- H7. La disponibilidad de alimentos fortalece la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- H8. El acceso a los alimentos mejora la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán.

- H9. La estabilidad alimentaria afecta positivamente la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.
- H10. La utilización de alimentos aumenta la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.

1.11. Variables dependientes

Y = La incidencia de la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.

X = La incidencia de la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.

$$Y = F(x).$$

1.11.1. Variables independientes

- V1. Accesibilidad tecnológica
- V2. Características socioeconómicas de los productores
- V3. Inversión pública y privada
- V4. Rentabilidad del cultivo
- V5. Prácticas agrícolas sostenibles
- V6. Disponibilidad de recursos hídricos
- V7. Disponibilidad de alimentos
- V8. Acceso a alimentos
- V9. Estabilidad alimentaria
- V10. Utilización de alimentos

1.12. Objeto de estudio

El objeto de estudio de la presente investigación son los productores agrícolas de la región Cuitzeo de Michoacán, en este sentido, se enfocará en el proceso de transformación tecnológica de las actividades agrícolas mediante la adopción de tecnologías e innovaciones propias de la

agricultura 4.0, con el fin de incrementar la productividad, eficiencia, sostenibilidad y competitividad de los principales cultivos ante las exigencias de los mercados globalizados.

El objeto de estudio de esta investigación es el proceso de reconversión agrícola y sus efectos en la región de Cuitzeo, Michoacán. Específicamente, se enfoca en la transición de cultivos tradicionales hacia la producción de *berries* y otros cultivos de alto valor comercial (Andrade, 2012). En este sentido, el estudio abarca los cambios en las prácticas agrícolas, el impacto socioeconómico en las comunidades locales, y las consecuencias ambientales de esta transformación productiva.

1.12.1. Universo

El universo de este estudio comprende todas las unidades de producción agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán. Esto incluye tanto a los agricultores que han adoptado la reconversión agrícola como a aquellos que mantienen prácticas tradicionales (Hernández y Mendoza, 2014). Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), este universo se estima en aproximadamente 15,000 unidades de producción agrícola distribuidas en ambas regiones.

1.12.2. Población

La población de estudio se centra en las unidades de producción agrícola que han experimentado o están en proceso de reconversión hacia cultivos de *berries* u otros de alto valor comercial en la región de Cuitzeo. Basándose en los registros de la SADER (SAGARPA, 2023), se estima que esta población específica consta de aproximadamente 3,500 unidades de producción.

1.12.3. Muestra

Para obtener una muestra representativa de la población se propone utilizar un muestreo estratificado proporcional, considerando las siguientes variables: tamaño de la unidad de producción (pequeña, mediana, grande), tipo de cultivo adoptado en la reconversión (*berries*), tiempo transcurrido desde la reconversión (0-2 años, 3-5 años, más de 5 años).

Es importante notar que esta muestra permitió obtener datos representativos sobre los efectos de la reconversión agrícola en las regiones estudiadas. Sin embargo, para ciertos análisis cualitativos en profundidad, se podrá seleccionar una submuestra más pequeña utilizando criterios de muestreo intencional para casos de estudio específicos (Ibáñez, 2015).

Esta estructura de muestreo proporcionó una base sólida para analizar los efectos de la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, permitiendo generalizaciones estadísticamente válidas y al mismo tiempo, la exploración de casos particulares de interés.

1.13. Población sujeta de estudio

La población que fue objeto de estudio en esta investigación está conformada por productores agrícolas, quienes se dedican a la producción de alimentos, fibras y otros productos. Además, se incluyeron técnicos y especialistas agrícolas, aquellos individuos que cuentan con conocimientos y experiencia en el sector agrícola. También formaron parte de la muestra políticos y funcionarios públicos, encargados de tomar decisiones relacionadas con la política agrícola. Finalmente, se contemplaron las organizaciones de la sociedad civil dedicadas al desarrollo del sector agrícola.

CAPÍTULO 2. MARCO CONTEXTUAL Y REFERENCIAL

2.1. Reconversión productiva

La reconversión agrícola es un proceso de transformación de la actividad agrícola tradicional hacia una actividad más productiva, sostenible y rentable. Este proceso puede estar motivado por una serie de factores, como el cambio climático, la competencia internacional, la falta de mano de obra o la búsqueda de nuevas oportunidades de mercado. En este sentido, los cambios internos en capacidad productiva, tecnología, gestión, etc. pueden ofrecer productos de mayor calidad y valor agregado. Requiere inversiones en innovación, maquinaria, capacitación de personal, entre otros y permite el desarrollo de nuevas líneas de producción y productos para aprovechar oportunidades (Beltrán, 1998).

En este contexto, la reconversión agrícola debe ser una prioridad, incorporando principios ecológicos y sociales en los sistemas de producción. Se sugiere que las políticas de gestión de tierras deben ser sistemáticas y estratégicas, considerando la sostenibilidad como un marco universal que abarca indicadores ambientales, económicos y sociales. La investigación concluye que es esencial fomentar prácticas agrícolas sostenibles que no solo aumenten la productividad, sino que también protejan el medio ambiente y mejoren el bienestar social, contribuyendo así a un futuro agrícola más resiliente y sostenible (Sarkar *et al.*, 2021).

La reconversión agrícola se centra en modernizar y transformar las prácticas agrícolas para abordar los desafíos contemporáneos, como el cambio climático, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental. Este proceso implica la adopción de tecnologías innovadoras, como los nano agroquímicos, que permiten una aplicación más eficiente de nutrientes y pesticidas, mejorando así la productividad de los cultivos y la calidad del suelo. Además, la diversificación

de cultivos y la gestión sostenible de recursos son fundamentales para reducir la dependencia de agroquímicos y promover la salud del ecosistema, contribuyendo a la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a condiciones adversas (Singh *et al.*, 2021).

De acuerdo con Singh (2021), los objetivos de la reconversión agrícola incluyen aumentar la producción de alimentos para satisfacer las necesidades de una población en crecimiento, revitalizar las economías rurales y mejorar la calidad de vida de las comunidades agrícolas. La investigación y la educación juegan un papel crucial en este proceso, ya que capacitan a los agricultores en nuevas técnicas y fomentan la colaboración entre instituciones académicas y el sector agrícola. En conjunto, estos esfuerzos buscan garantizar un futuro sostenible para la agricultura, equilibrando la producción alimentaria con la protección del medio ambiente y el bienestar social.

Mientras que en los aspectos de la demanda se presentan cambios en las necesidades y preferencias de los consumidores locales e internacionales, apertura de nuevos mercados que demandan tipos de productos no tradicionales, exigencias de calidad e inocuidad de los productos por parte de los compradores. En este contexto la reconversión productiva implica transformaciones tanto del lado de la oferta como de la demanda y así se permite modernizar la producción para satisfacer nuevos nichos y exigencias del mercado doméstico e internacional, es un proceso necesario para el crecimiento sostenido y la competitividad (González, 2010).

La reconversión agrícola puede implicar una serie de cambios, como la sustitución de cultivos, la adopción de nuevas tecnologías o la diversificación de la producción. En algunos casos, puede ser necesario abandonar por completo la actividad agrícola y dedicarse a otra actividad, como la industria o los servicios (Peres y Primi, 2009).

La reconversión agrícola puede ser un proceso complejo y costoso, pero también puede ser la oportunidad para mejorar la competitividad de las empresas y el bienestar de las personas. SAGARPA define la reconversión agrícola como "el proceso de transformación de la actividad agrícola tradicional hacia una actividad más productiva, sostenible y rentable". La SAGARPA identifica una serie de factores que pueden impulsar la reconversión agrícola, como:

- a) El cambio climático.
- b) La competencia internacional.

- c) La disminución de la productividad.
- d) La falta de mano de obra.
- e) La búsqueda de nuevas oportunidades de mercado.

La SAGARPA también identifica una serie de beneficios de la reconversión agrícola, como:

- a) La mejora de la productividad.
- b) La reducción de los costos de producción.
- c) La mejora de la calidad de los productos.
- d) La reducción del impacto ambiental.
- e) La creación de nuevos empleos.
- f) El aumento de los ingresos de los agricultores.

La SAGARPA ofrece una serie de programas y servicios para apoyar la reconversión agrícola, como:

- a) Asesoría técnica.
- b) Financiación.
- c) Formación.
- d) Investigación y desarrollo.

La reconversión agrícola es un proceso de transformación de los sistemas de producción agrícola, con el objetivo de mejorar su eficiencia y sostenibilidad. En las regiones VII y II de Michoacán, este proceso se ha acelerado en los últimos años, impulsado por una serie de factores, como el cambio climático, la escasez de agua, y la demanda creciente de productos agrícolas de mayor valor agregado (Chandrasekhar, 2013).

En el contexto de la reconversión productiva y sus implicaciones en oferta y demanda, las variables independientes destacan aspectos clave para el éxito empresarial. En el ámbito de la oferta, se identifican elementos como las inversiones en innovación tecnológica, adquisición de nueva maquinaria y equipos, capacitación del personal, desarrollo de nuevos productos y cambios en procesos productivos. Estas acciones se presentan como fundamentales para la modernización y mejora continua de las operaciones empresariales (González, 2010).

Por otro lado, en la esfera de la demanda, las preferencias de los consumidores, la apertura de nuevos mercados internacionales, las exigencias de calidad e inocuidad de los productos, y la adaptación a normas y estándares internacionales son consideraciones esenciales. La comprensión y respuesta efectiva a estas variables son cruciales para alinear la oferta con las expectativas del mercado y garantizar la competitividad global de la empresa (Peres y Primi, 2009).

En este contexto, se destaca la importancia de las inversiones en innovación tecnológica, la adquisición de maquinaria y equipos modernos, así como la capacitación del personal para aprovechar estos avances. En el segundo, se enfatiza el desarrollo de nuevos productos y la necesidad de adaptar los procesos internos a la dinámica cambiante del mercado. De modo tal que se aborda la relevancia de comprender y satisfacer las preferencias y estándares del consumidor, así como la expansión a mercados internacionales mediante la adecuación a normas y tendencias del comercio global. En conjunto, estas variables conforman un panorama integral para la reconversión productiva y el posicionamiento estratégico de la empresa (Chandrasekhar, 2013).

2.1.1. Cambios en la superficie cultivada

Uno de los cambios más significativos en la reconversión agrícola de estas regiones ha sido la disminución de la superficie cultivada de cultivos tradicionales, como el maíz, el frijol, y el sorgo. En 2003, la superficie cultivada de estos cultivos en la región Cuitzeo era de 1,5 millones de hectáreas. En 2022, esta superficie se había reducido a 12,863 hectáreas.

La disminución de la superficie cultivada de cultivos tradicionales se debe a una serie de factores, como el cambio climático, que ha provocado una reducción de las precipitaciones y un aumento de las temperaturas. Estos factores han hecho que el cultivo de estos cultivos sea más riesgoso y menos rentable.

De acuerdo con los datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de 2003 a 2021, la región de Cuitzeo en Michoacán ha experimentado una disminución general en la superficie cultivada.

Específicamente, en Cuitzeo la superficie cultivada de maíz grano disminuyó de 15,039 hectáreas en 2003 a 12,863 hectáreas en 2021, una reducción del 14%, simultáneamente, el cultivo de aguacate Hass tuvo un incremento significativo, pasando de 156 hectáreas en 2003 a 951 hectáreas en 2021, un aumento de 510%. de forma similar, la superficie de frambuesa se expandió de 17 hectáreas a 273 hectáreas en el mismo período de 18 años (Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera [SIAP], 2023b).

La reconversión agrícola en Michoacán ha significado una disminución del cultivo tradicional de maíz grano, compensada por la expansión de cultivos de mayor valor comercial, como el aguacate Hass y la frambuesa. Esto refleja un cambio en la vocación productiva de la región, impulsado por la creciente demanda nacional e internacional de dichos cultivos. Se espera que estas tendencias continúen en los próximos años, profundizando la especialización de Michoacán (SAGARPA, 2017).

2.1.2. Aumento de la superficie cultivada de cultivos alternativos

El año 2003 representa un momento crucial en la historia agrícola de México, particularmente en la región de Cuitzeo, Michoacán, donde comenzaba a gestarse una transformación silenciosa pero significativa en los patrones de cultivo tradicionales. En este contexto, los cultivos alternativos como el aguacate, el limón y el cacao empezaban a emerger como opciones viables para diversificar la producción agrícola local, aunque su desarrollo aún se encontraba en etapas incipientes comparado con el boom que experimentarían en las décadas posteriores (SAGARPA, 2023).

La disminución de la superficie cultivada de cultivos tradicionales ha ido acompañada de un aumento de la superficie cultivada de cultivos alternativos, como el aguacate, el limón, y el cacao. En 2003, la superficie cultivada de estos cultivos en la región Cuitzeo era de 200.000 hectáreas. En 2022, esta superficie se había incrementado a 400.000 hectáreas.

El aumento de la superficie cultivada de cultivos alternativos se debe a una serie de factores, como la creciente demanda de estos productos en los mercados nacional e internacional. Estos cultivos son más rentables que los cultivos tradicionales y, además, son menos sensibles al cambio climático.

2.1.3. Cambios en los sistemas de producción

La reconversión agrícola ha ido acompañada de cambios en los sistemas de producción agrícola. En la región Cuitzeo, se ha observado un aumento del uso de tecnologías de riego, de fertilizantes, y de plaguicidas. El uso de tecnologías de riego ha permitido aumentar la productividad de los cultivos, incluso en zonas con escasez de agua. El uso de fertilizantes y plaguicidas ha permitido mejorar la calidad y la cantidad de los productos agrícolas.

La reconversión productiva en el cultivo de frutillas en Michoacán ha estado motivada por factores cambiantes en la oferta y la demanda. Las empresas deben adaptarse a estas condiciones a través de procesos de reconversión. Al dimensionar las variables económicas, sociales y ambientales, se observan diversos efectos en los últimos 20 años (López, 2010).

En términos económicos, el rendimiento por hectárea de frutilla pasó de 12 toneladas métricas en 1990 a 20 toneladas métricas en 2010, un incremento del 67%. Asimismo, el valor de la producción anual se cuadruplicó en ese período, alcanzando 450 millones de pesos mexicanos para 2010. Respecto a lo social, el número de productores de frutilla disminuyó 75%, de 12,000 en 1990 a menos de 3,000 en 2022 (López, 2010).

También decreció el número de organizaciones locales de 32 en 1990 a 12 en 2022, dominadas por sólo 3 asociaciones de exportación. En cuanto a efectos ambientales, el uso de fertilizantes químicos por hectárea creció 500% entre 1990 y 2010. Por su parte, la extracción de agua subterránea aumentó 140% en el mismo periodo (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2015).

2.1.4. Impacto de la reconversión agrícola

La reconversión agrícola ha tenido un impacto significativo en la región Cuitzeo de Michoacán. Este impacto se ha manifestado en los siguientes aspectos: Económico: La reconversión agrícola ha contribuido a aumentar la productividad y la rentabilidad de los sistemas de producción agrícola. Esto ha generado empleos y ha contribuido al desarrollo económico de las regiones. Social: La reconversión agrícola ha contribuido a mejorar la calidad de vida de los agricultores. Los cultivos alternativos, como el aguacate, el limón, y el cacao, ofrecen mejores ingresos que

los cultivos tradicionales. Ambiental: La reconversión agrícola ha contribuido a reducir la presión sobre los recursos naturales. El aumento del uso de tecnologías de riego ha permitido ahorrar agua, y el uso de cultivos alternativos ha contribuido a reducir la erosión del suelo

2.2. Estudios previos sobre reconversión agrícola en México

La reconversión agrícola en México ha sido un tema de estudio de gran interés en las últimas décadas, debido a los retos que enfrenta el sector agropecuario del país, como la competencia internacional, el cambio climático y la degradación ambiental. En estos sentido se ha realizado diversos estudios han analizado diferentes aspectos de la reconversión agrícola, incluyendo: Los Factores que impulsan la reconversión, dichos estudios como los económicos han identificado factores como la rentabilidad de los cultivos, los precios de los insumos y productos, y el acceso a financiamiento como determinantes importantes en la decisión de los productores de reconvertir sus cultivos.

Así mismo, los estudios sociales han analizado las motivaciones y las barreras que enfrentan los productores para adoptar nuevas tecnologías y prácticas agrícolas, no sin dejar de lado a los estudios ambientales que a su vez también han evaluado el impacto de la reconversión agrícola en el uso del agua, la conservación del suelo y la biodiversidad.

Por otra parte, las estrategias de reconversión se centran con los estudios agronómicos que han identificado cultivos alternativos con potencial para la reconversión, considerando factores como las condiciones agroecológicas, la demanda del mercado y la rentabilidad. De igual modo los estudios de sistemas de producción también han evaluado la viabilidad de diferentes sistemas de producción, como la agricultura orgánica, la agroecología y la agricultura de precisión que en conjunto con los estudios de políticas públicas han logrado analizado el papel de las políticas públicas en la promoción de la reconversión agrícola, identificando incentivos, programas de apoyo y regulaciones relevantes.

A pesar de la implementación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y el Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) en México, la reconversión de la superficie agrícola hacia cultivos más rentables ha sido un proceso lento y parcialmente alcanzado. En este sentido, se resalta que la respuesta de la superficie de cultivos básicos de

frutas y hortalizas son inelásticas a los precios de PROCAMPO, lo que explica en parte la falta de avances significativos en la reconversión. Así mismo, se enfatiza que la disminución en el pago real de PROCAMPO observada en el periodo analizado ha tenido un impacto en la superficie cultivada de granos, frutas y hortalizas, aunque los resultados sugieren que el TLCAN ha favorecido la reconversión de la superficie agrícola en México (Ortíz *et al.*, 2016).

Además, de acuerdo con Rocha (2020), la importancia de la reconversión sustentable de la agricultura como estrategia clave para el desarrollo social y económico de las comunidades rurales. Se destaca cómo la diversificación de cultivos y la adopción de sistemas productivos más eficientes pueden generar beneficios significativos, tanto en términos de retorno de inversión como en el impacto positivo en las condiciones de vida de la población rural. Además, se resalta la necesidad de adaptarse a los cambios en el entorno agrícola, como la erosión del suelo, la saturación, los cambios en los precios de los cultivos tradicionales, entre otros, para garantizar la sostenibilidad y la generación de riqueza en la zona.

En este sentido, la reconversión agrícola en México ha sido objeto de numerosos estudios en las últimas décadas, reflejando la evolución del sector agrícola del país y sus esfuerzos por adaptarse a las cambiantes demandas del mercado global. Este fenómeno ha tenido un impacto significativo en diversas regiones, particularmente en estados como Michoacán, donde la producción de *berries* ha emergido como un caso emblemático de esta transformación.

Los estudios previos sobre reconversión agrícola en México han abordado diversos aspectos de este proceso. Por ejemplo, De Grammont *et al.*, (2010), analizaron cómo las políticas agrícolas neoliberales implementadas desde la década de 1980 han influido en la reorientación de la producción hacia cultivos más rentables y orientados a la exportación. Estos autores destacan que la reconversión no solo implica cambios en los tipos de cultivos, sino también en las prácticas agrícolas, las tecnologías utilizadas y las relaciones laborales en el campo.

En el caso específico de Michoacán, la producción de *berries* ha sido objeto de particular atención. Hernández (2017), examinó el rápido crecimiento de la industria de *berries* en la región, destacando cómo este cultivo ha transformado el paisaje agrícola y socioeconómico local. El estudio subraya los desafíos y oportunidades que esta reconversión ha presentado para

los agricultores locales, así como sus implicaciones en términos de empleo y desarrollo económico.

Los análisis comparativos de cambios en patrones agrícolas ofrecen una perspectiva más amplia sobre la reconversión. Appendini (2014), realizó un estudio comparativo entre diferentes regiones de México, examinando cómo los cambios en los patrones agrícolas han sido influenciados por factores como las políticas gubernamentales, las dinámicas del mercado internacional y las condiciones ambientales locales. Este tipo de investigaciones permite comprender mejor las similitudes y diferencias en los procesos de reconversión a lo largo del país.

El impacto ambiental de la agricultura intensiva, que a menudo acompaña a los procesos de reconversión, es otro tema crucial. González (2011), analizó los efectos de la producción intensiva de *berries* en Michoacán sobre los recursos hídricos y la biodiversidad local. Sus hallazgos subrayan la importancia de considerar la sostenibilidad ambiental en las estrategias de reconversión agrícola.

Finalmente, las investigaciones sobre desarrollo económico rural en México proporcionan un contexto más amplio para entender la reconversión agrícola. Rosendo-Chávez *et al.* (2018), examinaron cómo los cambios en la estructura agrícola han afectado, las economías rurales, incluyendo aspectos como la diversificación de ingresos, la migración y las dinámicas de pobreza rural. Estos estudios son fundamentales para evaluar las implicaciones a largo plazo de la reconversión agrícola en el desarrollo rural.

Este marco contextual destaca la complejidad y multidimensionalidad de la reconversión agrícola en México. Los estudios mencionados ofrecen diferentes perspectivas sobre este fenómeno, desde sus impulsores políticos y económicos hasta sus consecuencias ambientales y sociales. La producción de *berries* en Michoacán emerge como un caso paradigmático que ilustra tanto las oportunidades como los desafíos asociados con estos procesos de transformación agrícola.

2.2.1. Investigaciones sobre la producción de *berries* en Michoacán

La producción de *berries* en Michoacán se ha convertido en un caso emblemático de reconversión agrícola exitosa en términos económicos, pero no exento de controversias. Hernández (2017), analiza el rápido crecimiento de la industria de *berries* en la región, destacando cómo ha transformado no solo la economía local, sino también las relaciones laborales y de género en las comunidades agrícolas.

Las implicaciones sociales de esta transformación, examinando cómo la producción de *berries* ha llevado a cambios en los patrones de uso de la tierra, en las prácticas laborales y en la distribución del ingreso en las zonas rurales de Michoacán. El estudio subraya la necesidad de políticas que aseguren una distribución más equitativa de los beneficios de esta nueva industria (Hernández, 2017).

La producción de *berries* en Michoacán ha experimentado un crecimiento exponencial en la última década. De acuerdo a los datos de SIAP (2021), la superficie dedicada a estos cultivos se ha triplicado desde 2015, convirtiendo a Michoacán en el principal productor de *berries* de México. Este crecimiento ha sido impulsado por la alta demanda internacional y los atractivos márgenes de ganancia.

Sin embargo, Porras (2018), advierte sobre los desafíos que enfrenta el sector, incluyendo la volatilidad de los precios internacionales y la creciente competencia de otros países productores. Por su parte, Hernández (2019), destacan la necesidad de innovación tecnológica para mantener la competitividad, señalando que las inversiones en sistemas de riego eficientes y técnicas de cultivo avanzadas son cruciales para el futuro del sector.

Analizan el impacto socioeconómico de esta transición, revelando cambios significativos en los patrones de empleo rural y en la estructura de las comunidades agrícolas. Su estudio muestra un aumento en la demanda de mano de obra especializada y un incremento en los ingresos promedio de los trabajadores agrícolas en las zonas productoras de *berries* (Unidas, 2019).

2.2.2. Análisis comparativos de cambios en patrones agrícolas

La reconversión hacia la producción de *berries* ha alterado significativamente los patrones agrícolas tradicionales en Michoacán. García y Ramírez (2015), realizaron un estudio comparativo que revela una disminución del 40% en la superficie dedicada a cultivos tradicionales como el maíz y el frijol en las principales zonas productoras de *berries* del estado.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2021b), analiza cómo estos cambios han afectado la diversidad de cultivos y la seguridad alimentaria local. Su investigación muestra una reducción en la variedad de cultivos producidos para consumo local, lo que podría tener implicaciones a largo plazo para la dieta y la cultura alimentaria de la región.

Por otro lado, Andrade (2011), examina cómo la reconversión ha influido en las prácticas agrícolas. Su estudio muestra un aumento significativo en el uso de tecnologías de riego por goteo y en la adopción de prácticas de agricultura protegida, lo que ha llevado a un incremento en la eficiencia del uso del agua y en la productividad por hectárea.

Ortiz-Paniagua (2017), aborda los cambios en la estructura de la tenencia de la tierra, observando una tendencia hacia la concentración de la producción en manos de grandes empresas agrícolas, lo que plantea desafíos para los pequeños agricultores tradicionales.

2.2.3. Estudios de impacto ambiental de la agricultura intensiva

La transición hacia una agricultura más intensiva, particularmente en la producción de *berries*, ha generado preocupaciones sobre su impacto ambiental. De acuerdo con los resultados del estudio de González (2011), sobre el impacto de la producción intensiva de *berries* en los recursos hídricos de Michoacán, sus hallazgos indican una disminución significativa en los niveles de los acuíferos en las principales zonas productoras, lo que plantea serios desafíos para la sostenibilidad a largo plazo. En este sentido se ha analizado el impacto de la agricultura intensiva en la biodiversidad local. Su investigación revela una reducción en la diversidad de especies de insectos y aves en las áreas de producción intensiva de *berries*, lo que podría tener consecuencias a largo plazo para el equilibrio ecológico de la región (FAO, 2018c).

Los estudios enfocados a los cambios en la calidad del suelo asociados con la producción intensiva de *berries*. Muestran resultados con un aumento en la salinización y una disminución en la materia orgánica del suelo en las áreas de cultivo intensivo, lo que podría afectar la productividad a largo plazo (Bonadeo *et al.*, 2017). Los estudios anteriores examinan el impacto de los agroquímicos utilizados en la producción de *berries* en la calidad del agua superficial y subterránea. Su estudio detecta niveles preocupantes de residuos de pesticidas en algunas fuentes de agua cercanas a las zonas de producción intensiva (Sáenz y Helfgott, 2009).

El estudio titulado *Effect of farmers management practices on safety and quality standards of cocoa production* se centra en la importancia de las prácticas agrícolas sostenibles en la producción de cacao en Camerún. A medida que la demanda de productos de cacao de alta calidad aumenta, los agricultores enfrentan el desafío de adoptar y aplicar prácticas de Buenas Prácticas Agrícolas (GAP) y Buenas Prácticas de Manejo Postcosecha (GPHMP). La investigación revela que muchos agricultores no implementan completamente estas prácticas, lo que resulta en una calidad deficiente del cacao debido a la mala gestión del suelo, plagas y enfermedades, así como a métodos de secado inadecuados. Estas deficiencias afectan no solo la calidad del producto, sino también la rentabilidad de los agricultores, lo que subraya la necesidad de políticas que fomenten la capacitación y la adopción de estándares de calidad y seguridad alimentaria (Suh *et al.*, 2020).

El objetivo principal del estudio es evaluar cómo las prácticas de manejo de los agricultores influyen en los estándares de calidad y seguridad del cacao, proponiendo que la reconversión agrícola hacia métodos más sostenibles puede mejorar significativamente la producción. Se sugiere que la implementación de políticas que ofrezcan incentivos económicos, como primas por la producción de cacao certificado, podría motivar a los agricultores a adoptar prácticas más sostenibles. Esto no solo beneficiaría a los agricultores al aumentar sus ingresos marginales, sino que también contribuiría a la sostenibilidad del sector cacaotero en Camerún, alineándose con las crecientes regulaciones sobre la calidad y seguridad alimentaria en los mercados internacionales (Suh *et al.*, 2020).

En este sentido, la necesidad de reconversión agrícola hacia prácticas sostenibles en respuesta a los desafíos ambientales y económicos que enfrenta la agricultura convencional. Se destaca que la agricultura tradicional ha contribuido a problemas como la disminución de la productividad

del suelo, la deforestación y el cambio climático, lo que ha llevado a la búsqueda de alternativas más sostenibles. El objetivo principal del estudio es identificar los factores que afectan la adopción de prácticas agrícolas sostenibles (SAPs) en Vietnam, un país que enfrenta presiones significativas debido a la intensificación agrícola y el cambio climático. A través de un análisis exhaustivo, se busca comprender las barreras y facilitadores que influyen en la decisión de los agricultores de adoptar estas prácticas (Pham *et al.*, 2021).

2.2.4. Investigaciones sobre desarrollo económico rural en México

La reconversión agrícola ha tenido un impacto significativo en el desarrollo económico rural de Michoacán y otras regiones de México. Pérez (2013), analiza cómo la producción de *berries* ha contribuido al crecimiento económico en las zonas rurales de Michoacán. Su estudio muestra un aumento en el PIB regional y en los ingresos per cápita en las áreas donde se ha adoptado este cultivo.

Sin embargo, la CEPAL (2021a), advierte sobre la desigualdad económica que puede surgir de este modelo de desarrollo. Su investigación revela una creciente brecha de ingresos entre los trabajadores agrícolas especializados y los agricultores tradicionales que no han podido adaptarse a la nueva economía.

Los estudios que se han realizado sobre el impacto de la reconversión agrícola en la migración rural-urbana. Muestran hallazgos que sugieren que la creación de empleos en el sector de *berries* ha reducido la migración en algunas áreas, pero ha aumentado la migración interna hacia las zonas productoras (Rosendo-Chávez *et al.*, 2018).

El papel de las políticas públicas en la promoción del desarrollo rural basado en la agricultura intensiva. Su estudio critica la falta de un enfoque integral que considere no solo el crecimiento económico, sino también la sostenibilidad ambiental y la equidad social (Macías, 2013).

La reconversión agrícola en Michoacán, especialmente hacia la producción de *berries*, presenta tanto oportunidades como desafíos para el desarrollo rural. Mientras que ha impulsado el crecimiento económico y la modernización agrícola, también ha planteado importantes cuestiones sobre sostenibilidad ambiental, seguridad alimentaria y equidad social. Es crucial

que las futuras políticas y prácticas de desarrollo rural busquen un equilibrio entre estos diversos aspectos para garantizar un desarrollo sostenible y equitativo a largo plazo.

2.3. Geolocalización

La geolocalización de un área de estudio es el proceso de identificar y establecer la ubicación geográfica precisa de una zona específica mediante coordenadas (latitud y longitud), así como la delimitación de sus fronteras o límites espaciales. La geolocalización es fundamental para diversos campos como la investigación científica, la planificación territorial, estudios ambientales y proyectos de desarrollo, ya que proporciona el contexto espacial necesario para el análisis y la toma de decisiones.

2.3.1. Región Cuitzeo

La cuenca del lago de Cuitzeo enfrenta problemas de degradación ambiental y escasez de agua, lo que ha impulsado iniciativas de reconversión agrícola, la cual indican que la implementación de sistemas de riego por goteo y la transición hacia cultivos de menor demanda hídrica han reducido el consumo de agua agrícola en un 35% en la región de Cuitzeo (Villafán-Vidales *et al.*, 2021).

La diversificación de cultivos es una estrategia clave en esta área. Según Villafán (2021), la introducción de cultivos alternativos como la chía y la *stevia* en la región de Cuitzeo ha permitido a los agricultores adaptarse a las cambiantes condiciones climáticas y de mercado.

La región incluye 13 municipios que pueden observarse en Figura 1, con una población total de 1'004,723 habitantes, con un ligero predominio de mujeres. El índice de desarrollo muestra que solo 2 municipios tienen una clasificación muy alta, 5 tienen un nivel alto y 6 están en un nivel medio de desarrollo. Aproximadamente el 34% de la población vive en situación de pobreza moderada, mientras que el 7.1% se encuentra en pobreza extrema. El municipio de Tarímbaro ha experimentado un crecimiento del 6.9% debido a su proximidad con Morelia. En términos económicos, el sector servicios emplea al 63% de la Población Económicamente Activa (PEA), mientras que el sector agrícola ocupa al 9% de la PEA. Morelia destaca en la región, ya que

contribuye con el 16% de la producción manufacturera del estado, y la región en su conjunto representa el mismo porcentaje de la producción manufacturera (Gobierno de Michoacán, 2021).

2.3.2. Contexto regional: Cuitzeo, Michoacán

La región de Cuitzeo, ubicada en el estado de Michoacán, presenta características agroecológicas y socioeconómicas específicas que condicionan los procesos de reconversión agrícola y sus impactos en la seguridad alimentaria. Geográficamente, la región se caracteriza por su ubicación en el Eje Neovolcánico Transversal, con suelos de origen volcánico y un clima templado subhúmedo que ofrece condiciones favorables para diversos cultivos (Instituto Nacional de Geografía y Estadística [INEGI], 2020).

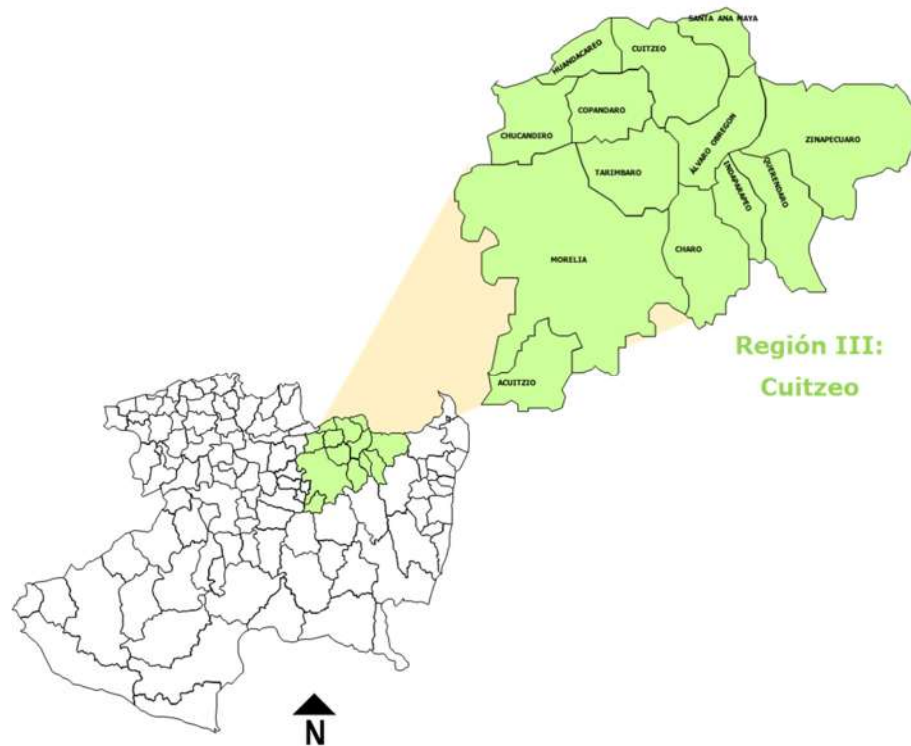
La agricultura en la región de Cuitzeo ha experimentado transformaciones significativas en las últimas décadas, influenciadas tanto por factores internos como por dinámicas nacionales e internacionales. Tradicionalmente, la región se ha caracterizado por la producción de granos básicos, especialmente maíz y trigo, así como por actividades ganaderas. Sin embargo, los cambios en las políticas agrícolas, la apertura comercial y las presiones del mercado han generado incentivos para la reconversión hacia cultivos de mayor valor comercial (Appendini y Torres, 2008).

Los procesos de reconversión en Cuitzeo deben entenderse en el contexto más amplio de las transformaciones del sector agrícola michoacano. Michoacán es uno de los estados con mayor diversificación agrícola de México, siendo líder en la producción de aguacate, *berries* y otros productos de exportación. Esta diversificación ha generado oportunidades para la reconversión, pero también ha planteado desafíos en términos de sostenibilidad ambiental y equidad social (Barquero, 2005).

La estructura agraria de la región de Cuitzeo, caracterizada por la predominancia de pequeñas propiedades ejidales y comunales, condiciona significativamente los procesos de reconversión. De acuerdo con Macías (2013), esta estructura presenta tanto ventajas como limitaciones para la adopción de nuevos cultivos y tecnologías. Por un lado, la flexibilidad de las unidades

pequeñas puede facilitar la experimentación con nuevos cultivos; por otro lado, las limitaciones de escala y capital pueden dificultar la adopción de tecnologías intensivas en capital.

Figura 1.
Geolocalización de la región Cuitzeo, Michoacán.



Fuente: Elaboración propia con datos de Gobierno de Michoacán (2021).

La región cuenta con importantes recursos naturales y patrimonio cultural. Destaca la Cuenca del Lago de Cuitzeo, que alberga una diversidad de fauna, vegetación y un sistema lacustre. En el municipio de Cuitzeo se encuentra la zona arqueológica de Tres Cerritos, y también se destaca el Convento Agustino, que data del siglo XVI, en el Pueblo Mágico de Cuitzeo. En cuanto a la hidrografía, los ríos Las Lajas y Bocaneo son relevantes en el municipio de Zinapécuaro. Además, la región cuenta con varias áreas naturales protegidas en distintos municipios, como La Minzita, Loma Santa María, Piedra del Indio, Punhuato y Zarco en Morelia, en Tarímbaro, y Las Tinajas en Huandacareo. En resumen, Cuitzeo es uno de los Pueblos Mágicos de la región y se destacan tanto sus recursos naturales, como su patrimonio cultural (Gobierno de Michoacán, 2021).

2.3.3. Situación en México

Las zarzamoras y algunas variedades de frambuesas en México son ejemplos representativos de las *berries* en el país. Estas frutas han sido recolectadas desde hace mucho tiempo por los habitantes de las regiones boscosas. Su éxito en la producción se debe a varias razones, como su atractivo sensorial, beneficios para la salud, demanda de moda, control de suministro, comercialización y rentabilidad económica. Estos frutales han despertado interés debido a su alta rentabilidad, rápido retorno de la inversión, necesidad de mano de obra intensiva, versatilidad para el consumo y amplias oportunidades de exportación (Sánchez, 2008).

En los últimos años, las frambuesas, zarzamoras, arándanos y fresas han adquirido importancia económica y comercial en México. Aunque todavía representan una parte marginal de la agricultura nacional, su cultivo ha experimentado un considerable incremento en superficie dedicada. Según datos de la SAGARPA (2021), en 2014 se sembraron más de 26,000 hectáreas de estas especies, destacando la zarzamora con el 47.79% de la superficie, seguida de la fresa (38.09%), frambuesa (9.03%) y arándano (5.09%). En conjunto, generaron un valor de producción de 12,676 millones de pesos y proporcionaron entre 80,000 y 100,000 empleos. La producción de *berries* se concentra principalmente en Michoacán, seguido de Baja California, Jalisco y Guanajuato. México exportó cerca de 1,000 millones de dólares en *berries* frescas en 2015, lo que indica un gran potencial de crecimiento en el sector agrícola (SAGARPA, 2023).

En el comercio internacional de *berries*, la frambuesa es la más producida y comercializada entre países, aunque la participación de México en este mercado es mínima. Sin embargo, en el caso de la zarzamora, México está ganando presencia, ya que contribuye con aproximadamente el 7% de la producción mundial. Una ventaja comparativa de México es que casi el 50% de sus exportaciones se realizan entre octubre y enero, cuando los precios en el mercado son más altos debido a la reducción de la oferta (Martínez y Martínez, 2005).

2.3.4. Situación en Michoacán

Michoacán es uno de los principales productores de frutos rojos en México, con una producción cercana al millón de toneladas de fresa, zarzamora, arándano y frambuesa. El 97% de esta

producción se exporta a los Estados Unidos (EE. UU.), Canadá, Europa y Asia, generando ventas anuales de alrededor de 2,300 millones de dólares estadounidenses (USD) . La industria de los *berries* en México emplea a aproximadamente 420,000 personas de manera directa, lo que la posiciona como una importante generadora de empleo después del aguacate y el tequila. Michoacán, en particular, exportó 11,273 toneladas de *berries* a diferentes países, lo que representa un cultivo significativo para la región, generando más de 120,000 empleos directos y hasta 350,000 jornales en temporada de cosecha. México se destaca como el tercer productor mundial de fresas y el segundo exportador de fresas frescas, después de España (Sistema Michoacano TV, 2021).

Michoacán es actualmente el líder en la producción de fresas en México, con una superficie cultivada de 4,605 hectáreas y un valor de 1,779,825.25 millones de pesos. Esta posición se debe al aumento en la producción en los últimos años, superando las 200,000 toneladas anuales, con la participación de agricultores de varios municipios que anteriormente no se dedicaban al cultivo de fresas. Entre los municipios destacados se encuentran Zamora, Jacona, Tangancícuaro, Maravatío, Los Reyes y Chavinda. Esta alta producción ha impulsado el sector agroindustrial en la región, generando un mayor valor agregado al producto a través del crecimiento de empresas congeladoras y procesadoras, así como la instalación de nuevas plantas. Algunas de estas empresas incluyen Profusa, Agrana, Frexport y Driscolls, entre otras. Además, también se han sumado pequeños productores que procesan las fresas en empresas familiares y microempresas, contribuyendo así al crecimiento económico del sector (Hernández, 2017).

La importancia de la agricultura en la economía de Michoacán, donde representa el 7% del PIB estatal y más del 30% en algunos municipios. Se destaca que la agricultura no solo es un pilar económico, sino que también enfrenta múltiples amenazas derivadas del Cambio Ambiental Global (CAG), como fenómenos hidrometeorológicos, cambios climáticos y fluctuaciones en los precios. Estas condiciones hacen que los productores agrícolas sean vulnerables, lo que resalta la necesidad de diversificación y reconversión agrícola para mitigar riesgos y fortalecer la economía local (Ortíz-Paniagua, 2017).

2.4. Características principales del sistema agrícola

Los sistemas agrícolas constituyen estructuras complejas y multidimensionales que integran componentes biológicos, tecnológicos, económicos y sociales para la producción de alimentos, fibras y otros recursos de origen vegetal y animal. La comprensión de sus características fundamentales resulta esencial para el desarrollo de estrategias sostenibles que respondan a los desafíos contemporáneos de seguridad alimentaria, cambio climático y conservación de recursos naturales (Altieri y Nicholls, 2012).

2.4.1. Estructura y componentes del sistema agrícola

Los sistemas agrícolas se fundamentan en una base biofísica que incluye recursos naturales como suelo, agua, clima y biodiversidad. El suelo constituye el sustrato fundamental para la producción agrícola, proporcionando soporte físico, nutrientes y regulación hídrica para los cultivos (Brady y Weil, 2013). Sus propiedades físicas, químicas y biológicas determinan en gran medida la capacidad productiva del sistema y su sostenibilidad a largo plazo.

El agua representa otro componente crítico, cuya disponibilidad y calidad influyen directamente en la productividad agrícola. Los sistemas de riego modernos han evolucionado hacia tecnologías de precisión que optimizan el uso del recurso hídrico, considerando tanto la eficiencia productiva como la conservación ambiental (Feres y Soriano, 2007). La gestión integrada del agua en la agricultura requiere considerar aspectos cuantitativos y cualitativos, así como su interacción con otros componentes del ecosistema.

2.4.2. Componentes tecnológicos

La tecnología agrícola abarca desde herramientas tradicionales hasta sistemas de agricultura de precisión basados en sensores remotos, inteligencia artificial y biotecnología. La mecanización ha transformado fundamentalmente los sistemas agrícolas, incrementando la eficiencia operacional y reduciendo la dependencia de mano de obra intensiva (Sims y Kienzle, 2017). Sin embargo, la adopción tecnológica debe considerar factores económicos, sociales y ambientales específicos de cada contexto.

Los avances en biotecnología agrícola, incluyendo mejoramiento genético convencional y técnicas de ingeniería genética, han ampliado las posibilidades de desarrollo de variedades adaptadas a condiciones ambientales específicas y con características nutricionales mejoradas (Qaim, 2020). Estas tecnologías plantean oportunidades significativas, pero también desafíos éticos y regulatorios que requieren evaluación cuidadosa.

2.4.3. Componentes socioeconómicos

Los sistemas agrícolas operan dentro de estructuras socioeconómicas que influyen en las decisiones productivas, la adopción de tecnologías y la distribución de beneficios. La organización social de la producción, que incluye aspectos como tenencia de la tierra, acceso a crédito y mercados, y participación en cadenas de valor, determina en gran medida las características y el desempeño del sistema (Ellis, 2000).

Los mercados agrícolas, tanto locales como globales, ejercen presiones que moldean las decisiones productivas y la especialización regional. La integración en cadenas globales de valor ofrece oportunidades de acceso a mercados y tecnologías, pero también genera vulnerabilidades ante fluctuaciones de precios y cambios en la demanda internacional (Barrett *et al.*, 2022).

2.4.4. Policultivos adaptados

El sistema agrícola de Cuitzeo se distingue por la implementación de policultivos altamente adaptados a las condiciones locales. Según Astier *et al.* (2002), estos sistemas multiespecie han demostrado una mayor resiliencia frente a las variaciones climáticas y una mejor utilización de los recursos disponibles. Los agricultores locales cultivan principalmente maíz en asociación con frijol y calabaza, una práctica conocida como "milpa", que optimiza el uso del espacio y los nutrientes del suelo (Calva *et al.*, 2010).

2.4.5. Transmisión generacional del conocimiento

Los sistemas agrícolas cumplen funciones sociales fundamentales, incluyendo la generación de empleo rural, el mantenimiento de comunidades agrícolas y la preservación de conocimientos

tradicionales. En muchas regiones, la agricultura representa el principal medio de subsistencia para poblaciones rurales, influyendo en patrones de migración, estructura social y bienestar comunitario (Nicholls *et al.*, 2015).

La seguridad alimentaria local y nacional depende significativamente del funcionamiento adecuado de los sistemas agrícolas. La diversificación productiva y el fortalecimiento de sistemas alimentarios locales pueden contribuir a reducir la vulnerabilidad ante crisis externas y mejorar el acceso a alimentos nutritivos (Pinstrup-Andersen, 2009).

Un aspecto fundamental de este sistema es la transmisión oral del conocimiento agrícola. Toledo y Barrera-Bassols (2005), documentaron cómo los agricultores de Cuitzeo han preservado y adaptado las técnicas de cultivo a través de generaciones, manteniendo vivo un rico acervo de conocimientos sobre el manejo de cultivos, predicción climática y control de plagas.

2.4.6. Prácticas de manejo sostenible

Los sistemas agrícolas establecen múltiples interacciones con ecosistemas circundantes, intercambiando materia, energía e información. Estas interacciones pueden generar externalidades positivas, como servicios ecosistémicos de polinización y control biológico de plagas, o negativas, como contaminación de recursos hídricos y pérdida de hábitat (Zhang *et al.*, 2007). El diseño de sistemas agrícolas sostenibles requiere optimizar estas interacciones para maximizar beneficios y minimizar impactos negativos.

La integración de principios ecológicos en el diseño agrícola, a través de enfoques como la agroecología, busca aprovechar procesos naturales para mejorar la eficiencia productiva y la sostenibilidad ambiental. Estos enfoques enfatizan la importancia de la diversidad, los ciclos de nutrientes cerrados y las interacciones beneficiosas entre especies (Gliessman, 2002).

Las prácticas agrícolas en Cuitzeo se basan en una profunda comprensión de los ciclos naturales. Astier-Calderón *et al.* (2002), identificaron diversas técnicas tradicionales como: la rotación de cultivos siguiendo patrones estacionales, el manejo integrado de la fertilidad del suelo, la conservación de variedades locales adaptadas, el aprovechamiento de los ciclos lunares para la siembra y cosecha.

2.4.7. Uso limitado de insumos externos

Una característica distintiva de muchos sistemas agrícolas tradicionales y agroecológicos es su capacidad para operar con un uso limitado de insumos externos, desarrollando estrategias de autosuficiencia que reducen la dependencia de mercados externos y minimizan los costos de producción. Esta característica cobra particular relevancia en el contexto actual de volatilidad de precios de insumos agrícolas y preocupaciones crecientes sobre la sostenibilidad ambiental de la agricultura intensiva.

El sistema de productos orgánicos se caracteriza por su baja dependencia de insumos externos sintéticos, desarrollando alternativas locales que aprovechan recursos disponibles en el territorio. Soto (2022), señala que los agricultores de Cuitzeo han desarrollado técnicas efectivas para la producción de abonos orgánicos a partir de residuos locales, transformando desechos agrícolas, pecuarios y domésticos en fertilizantes de alta calidad nutricional.

La producción local de abonos orgánicos representa una estrategia fundamental para la reducción de la dependencia de fertilizantes sintéticos, cuyos precios han experimentado incrementos significativos en los mercados internacionales (Reganold y Wachter, 2016). El compostaje de residuos orgánicos no solo proporciona nutrientes esenciales para los cultivos, sino que también mejora las propiedades físicas y biológicas del suelo, incrementando su capacidad de retención de agua y promoviendo la actividad microbiana beneficiosa (Gómez-Brandón *et al.*, 2010).

La implementación de sistemas de lombricompostaje ha demostrado particular efectividad en la transformación de residuos orgánicos en fertilizantes de liberación lenta, con contenidos balanceados de macronutrientes y micronutrientes (Gómez-Brandón *et al.*, 2010). Esta técnica permite aprovechar residuos de cosecha, estiércol animal y desechos domésticos orgánicos, creando un ciclo cerrado de nutrientes que reduce significativamente la necesidad de insumos externos.

El sistema se caracteriza por su baja dependencia de insumos externos. Soto (2022), señala que los agricultores de Cuitzeo han desarrollado técnicas efectivas para la producción de abonos orgánicos a partir de residuos locales, el control biológico de plagas utilizando plantas

companion, la selección y conservación de semillas nativas, así como, el aprovechamiento eficiente del agua de lluvia.

2.4.8. Desafíos y perspectivas

Las características principales del sistema agrícola revelan su naturaleza compleja y multidimensional, integrando componentes biofísicos, tecnológicos y socioeconómicos en redes de interacciones dinámicas. La comprensión de estas características resulta fundamental para el desarrollo de estrategias que promuevan sistemas agrícolas productivos, sostenibles y resilientes.

Los desafíos contemporáneos de la agricultura requieren enfoques sistémicos que consideren las múltiples funciones y interacciones del sistema agrícola. La integración de conocimientos científicos, tecnológicos y tradicionales ofrece oportunidades para desarrollar sistemas agrícolas que respondan efectivamente a las necesidades alimentarias globales mientras conservan recursos naturales y promueven bienestar social.

La evolución futura de los sistemas agrícolas dependerá de la capacidad para equilibrar objetivos de productividad, sostenibilidad ambiental y equidad social, requiriendo innovación continua en tecnologías, instituciones y prácticas de manejo. Esta perspectiva sistémica proporciona un marco conceptual robusto para orientar la investigación, las políticas y las prácticas hacia sistemas agrícolas más efectivos y sostenibles.

A pesar de su probada sostenibilidad, el sistema agrícola tradicional de Cuitzeo enfrenta diversos retos. Altieri y Toledo (2011a), advierten sobre las presiones que ejercen la modernización agrícola y los cambios socioeconómicos sobre estas prácticas tradicionales. Sin embargo, también destacan el creciente reconocimiento de estos sistemas como modelos de agricultura resiliente y adaptada al cambio climático. La agricultura tradicional en Cuitzeo representa un valioso ejemplo de sistema agroecológico que combina conocimientos ancestrales con prácticas sostenibles. Su estudio y preservación son fundamentales para el desarrollo de modelos agrícolas más resilientes y adaptados a las condiciones locales.

2.5. Principales desafíos que enfrenta la reconversión productiva

La reconversión productiva de *berries* en la región Cuitzeo de Michoacán es un proceso complejo que enfrenta una serie de desafíos. Algunos de los principales desafíos son:

La falta de información y capacitación: los agricultores de la región Cuitzeo de Michoacán a menudo carecen de información sobre las técnicas de agricultura sostenible y los mercados para los productos agrícolas. Esto puede hacer que sea difícil para ellos adoptar nuevas prácticas y entrar en nuevos mercados. Los altos costos: la reconversión productiva puede ser costosa, ya que requiere la inversión en nuevas tecnologías y prácticas. Esto puede ser un obstáculo para los agricultores que tienen recursos limitados.

La resistencia al cambio: algunos agricultores pueden ser reacios a cambiar sus prácticas agrícolas tradicionales. Esto puede ser debido a la falta de confianza en las nuevas tecnologías, el temor a perder sus ingresos o la falta de conocimiento sobre las nuevas prácticas. La falta de apoyo gubernamental: el gobierno de Michoacán no ha proporcionado un apoyo significativo a la reconversión productiva. Esto ha hecho que sea más difícil para los agricultores adoptar nuevas prácticas y entrar en nuevos mercados.

A pesar de estos desafíos, la reconversión productiva de *berries* en la región Cuitzeo de Michoacán puede ser posible. Es necesario que los agricultores tengan acceso a información y capacitación sobre las técnicas de agricultura sostenible, que los costos de la reconversión sean reducidos y que los agricultores tengan un mayor apoyo del gobierno.

Con el apoyo adecuado, la reconversión productiva de *berries* en la región Cuitzeo de Michoacán puede beneficiar a los agricultores, a la economía regional y al medio ambiente. Mientras que la digitalización en la agricultura de *berries*, al igual que en otros sectores agrícolas, presenta una serie de desafíos que es importante tener en cuenta. Algunos de los principales desafíos son: acceso a la tecnología, la digitalización requiere de infraestructura tecnológica, como conexión a internet estable, dispositivos móviles y sensores. En áreas rurales o remotas, puede ser difícil acceder a estas tecnologías, lo que limita la adopción de soluciones digitales en la agricultura de *berries* (Collado, 2020).

La implementación de tecnologías digitales puede ser costosa, especialmente para pequeños agricultores. Los gastos asociados con la compra de equipos, *software* y servicios pueden ser una barrera para su adopción. Además, algunos sistemas requieren de mantenimiento y actualizaciones periódicas, lo que también implica costos adicionales (FAO, 2016). Capacitación y conocimiento: para aprovechar al máximo las tecnologías digitales en la agricultura de *berries*, los agricultores y trabajadores agrícolas deben tener el conocimiento y las habilidades necesarias para utilizar y gestionar estos sistemas. La falta de capacitación adecuada puede dificultar la implementación y limitar los beneficios que se pueden obtener (SAGARPA, 2021).

Interoperabilidad y estándares, existen numerosas soluciones digitales en el mercado, cada una con su propio conjunto de características y requisitos técnicos. Esto puede dificultar la interoperabilidad entre diferentes sistemas y limitar la capacidad de compartir datos de manera efectiva. La falta de estándares comunes puede generar incompatibilidades y obstaculizar la integración de diferentes tecnologías (Collado, 2020). Seguridad y privacidad de los datos: la digitalización en la agricultura implica la recopilación y el intercambio de grandes cantidades de datos, como información de sensores, datos climáticos, registros de producción, entre otros. La seguridad y privacidad de estos datos son aspectos críticos que deben abordarse adecuadamente para proteger la información confidencial de los agricultores y evitar posibles riesgos cibernéticos (Melgar, 2018).

Adaptación a las necesidades locales: Cada región y cada finca agrícola tiene sus propias particularidades y desafíos específicos. Las soluciones digitales deben adaptarse a estas necesidades locales para ser realmente efectivas. Esto requiere un enfoque personalizado y flexible en lugar de una solución única para todos, lo que puede ser un desafío en el desarrollo e implementación de tecnologías digitales en la agricultura de *berries* (Ahumada-Cervantes *et al.*, 2018). A pesar de estos desafíos, la digitalización en la agricultura de *berries* también ofrece grandes oportunidades, como el monitoreo en tiempo real, la optimización de recursos, la trazabilidad de productos y la toma de decisiones basada en datos, que pueden mejorar la eficiencia y la rentabilidad de los cultivos de *berries*.

2.6. Principios de la reconversión agrícola

La reconversión agrícola es un proceso de transformación de los sistemas agrícolas, con el objetivo de aumentar su eficiencia, competitividad y sostenibilidad. Este proceso implica un cambio en las prácticas agrícolas, los productos y los mercados.

Los principios de la reconversión agrícola son:

Eficiencia: La reconversión agrícola debe ser eficiente en el uso de los recursos naturales, como el agua, el suelo y la energía, competitividad: La reconversión agrícola debe ayudar a los agricultores a competir en los mercados globales, sostenibilidad: La reconversión agrícola debe contribuir a la conservación de los recursos naturales y al desarrollo sostenible.

La reconversión agrícola puede lograrse mediante una serie de medidas, entre ellas:

El uso de técnicas de agricultura sostenible, como la rotación de cultivos, el uso de fertilizantes orgánicos y el control biológico de plagas. El desarrollo de nuevas variedades de cultivos que sean resistentes a las enfermedades y las plagas. La mejora del riego, para reducir la dependencia de las lluvias, la creación de nuevos mercados para los productos agrícolas, la reconversión agrícola es un proceso complejo, pero es necesario para asegurar el futuro de la agricultura. La reconversión agrícola puede ayudar a aumentar la producción agrícola, mejorar la calidad de los alimentos, reducir el impacto ambiental y crear nuevos empleos (FAO, 2018b).

2.7. Modelos de reconversión agrícola

Agricultura orgánica: La agricultura orgánica es un sistema de producción agrícola que se basa en el uso de métodos naturales para mantener la salud del suelo, mejorar la calidad de los alimentos y reducir el impacto ambiental. Los principios de la agricultura orgánica incluyen la rotación de cultivos, el uso de fertilizantes orgánicos, el control biológico de plagas y la conservación del agua.

Agricultura regenerativa: La agricultura regenerativa es un sistema de producción agrícola que se basa en la restauración de la salud del suelo, la biodiversidad y el agua. Los principios de la

agricultura regenerativa incluyen el uso de cultivos de cobertura, el cultivo de árboles, el compostaje y la rotación de cultivos (FAO, 2018c).

Agricultura de precisión: La agricultura de precisión es un sistema de producción agrícola que utiliza la tecnología para gestionar los recursos agrícolas de manera más eficiente. Los principios de la agricultura de precisión incluyen el uso de GPS, sensores y *software* para recopilar y analizar datos sobre el suelo, los cultivos y el clima.

La agricultura urbana: es un sistema de producción agrícola que se lleva a cabo en zonas urbanas. Los principios de la agricultura urbana incluyen el uso de espacios urbanos, como patios, techos y balcones, para cultivar alimentos. Estos son solo algunos ejemplos de modelos de reconversión agrícola. Hay muchos otros modelos disponibles, y el mejor modelo para una región en particular dependerá de una serie de factores, como el clima, el suelo, el agua y la disponibilidad de recursos (Krehbiel *et al.*, 2017).

2.8. Retos y oportunidades de la reconversión agrícola

El estado de Michoacán es uno de los principales productores agrícolas de México. En 2020, la producción agrícola de Michoacán ascendió a 122 mil 393 millones de pesos, lo que representa el 10.1% del valor de la producción agrícola nacional. La producción agrícola de Michoacán se concentra en la región Cuitzeo, que concentran el 67.3% de la producción agrícola del estado (Gobierno de Michoacán de Ocampo, 2013).

La reconversión agrícola es un proceso de cambio en los sistemas de producción agrícola, con el objetivo de mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la competitividad de la agricultura. La reconversión agrícola puede implicar cambios en los cultivos, las prácticas de cultivo, el uso de insumos agrícolas y la gestión del agua.

La reconversión agrícola en la región Cuitzeo de Michoacán enfrenta una serie de retos, entre ellos: La degradación de los suelos: los suelos de la región Cuitzeo de Michoacán se encuentran degradados por el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas, la deforestación y la erosión, la escasez de agua: la región Cuitzeo de Michoacán es una región semiárida, con una escasez de agua, la baja productividad agrícola: la productividad agrícola de la región Cuitzeo de

Michoacán es baja, debido a los suelos degradados, la escasez de agua y las prácticas de cultivo tradicionales, la competencia de los productos agrícolas importados: la agricultura de la región Cuitzeo de Michoacán enfrenta la competencia de los productos agrícolas importados, que son más baratos y de mayor calidad.

A pesar de los retos, la reconversión agrícola en la región Cuitzeo de Michoacán también presenta una serie de oportunidades, entre ellas: el mercado de los productos orgánicos: la demanda de productos orgánicos está creciendo a nivel mundial, y la región Cuitzeo de Michoacán tiene un potencial para producir productos orgánicos de alta calidad, el mercado de los productos turísticos: la región Cuitzeo de Michoacán tiene un atractivo turístico, y la reconversión agrícola puede contribuir al desarrollo del turismo rural, el desarrollo de nuevas tecnologías: el desarrollo de nuevas tecnologías, como la agricultura de precisión, puede ayudar a mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la agricultura.

La reconversión agrícola es una oportunidad para mejorar la agricultura de la región Cuitzeo de Michoacán, hacerla más sostenible y competitiva, y contribuir al desarrollo económico y social de la región.

2.9. Reconversión agrícola y seguridad alimentaria: Análisis contextual

La seguridad alimentaria representa uno de los desafíos más significativos que enfrenta la humanidad en el siglo XXI. Este concepto, que ha evolucionado considerablemente desde su concepción inicial en la Cumbre Mundial de la Alimentación de 1996, engloba dimensiones fundamentales que incluyen la disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad de los alimentos.

2.9.1. Panorama internacional de la reconversión agrícola y seguridad alimentaria

La transformación de los sistemas agrícolas globales representa uno de los mayores desafíos contemporáneos para la humanidad. En un contexto marcado por el cambio climático, la degradación ambiental y las crecientes presiones demográficas, la reconversión agrícola emerge como una respuesta estratégica fundamental para garantizar la seguridad alimentaria global.

Según los estudios más recientes de Carrasco *et al.*, (2024), aproximadamente el 47% de los sistemas agrícolas mundiales requieren una transformación sustancial para mantener su viabilidad a largo plazo. Esta necesidad de cambio no es meramente una opción, sino una imperativa respuesta ante múltiples presiones convergentes. El cambio climático, documentado exhaustivamente por Solleiro *et al.*, (1996), está alterando fundamentalmente los patrones agrícolas establecidos, modificando las temporadas de cultivo, introduciendo nuevas plagas y enfermedades, y desafiando las prácticas tradicionales de producción.

La degradación ambiental agrava esta situación. Miranda-Ramírez *et al.*, (2020) señalan que el 40% de las tierras agrícolas mundiales muestran algún grado de degradación, una estadística alarmante que subraya la urgencia de implementar prácticas más sostenibles. La pérdida de biodiversidad agrícola, junto con la creciente presión sobre los recursos hídricos, compromete la resiliencia de los sistemas alimentarios globales.

En el ámbito de la seguridad alimentaria, el panorama es igualmente desafiante. García *et al.*, (2024), reportan que aproximadamente 820 millones de personas enfrentan inseguridad alimentaria crónica, una cifra que refleja no solo la insuficiencia en la producción de alimentos sino también las profundas desigualdades en su distribución y acceso.

La transformación de los sistemas alimentarios globales, analizada por Islas (2024), revela tendencias significativas como la concentración corporativa, la digitalización de las cadenas de suministro y la emergencia de nuevas tecnologías alimentarias. Estas transformaciones presentan tanto oportunidades como desafíos para la seguridad alimentaria global.

2.9.2. México: Transformaciones y desafíos en el sistema agroalimentario nacional

El contexto mexicano de reconversión agrícola y seguridad alimentaria presenta características particulares que reflejan tanto su rica tradición agrícola como sus desafíos contemporáneos. El marco institucional, analizado por Porras (2018), revela una evolución significativa en las políticas de reconversión agrícola, aunque con resultados mixtos en su implementación.

Las experiencias regionales documentadas por López-Hernández *et al.*, (2008), muestran un mosaico diverso de iniciativas de reconversión, donde los factores locales juegan un papel

crucial en el éxito o fracaso de estas transformaciones. La interacción entre políticas públicas, capacidades locales y condiciones ambientales determina en gran medida los resultados de estos procesos.

En términos de seguridad alimentaria, Mundo *et al.*, (2013), presentan un panorama preocupante: el 23.5% de la población mexicana experimenta inseguridad alimentaria moderada o severa. Esta situación se ve agravada por disparidades regionales significativas y una creciente dependencia de importaciones en cultivos básicos.

Las políticas públicas analizadas por Gómez *et al.*, (2017), muestran esfuerzos significativos por abordar estas problemáticas a través de programas de apoyo alimentario y desarrollo rural. Sin embargo, la efectividad de estas intervenciones se ve limitada por factores estructurales y la complejidad de los sistemas alimentarios locales.

2.9.3. La región de Cuitzeo: Un microcosmos de transformación agrícola y alimentaria

La región de Cuitzeo, Michoacán, representa un caso paradigmático de los desafíos y oportunidades en la transformación de sistemas agroalimentarios locales. Las características biofísicas de la región, documentadas por Hernández-Silva *et al.*, (2023), crean un contexto único para la agricultura: un clima templado subhúmedo, suelos de origen volcánico y un sistema lacustre complejo que sostiene una biodiversidad significativa.

Los aspectos socioeconómicos, analizados por Martínez-Velasco y Pérez (2024), revelan una estructura agraria dominada por la agricultura familiar y sistemas productivos tradicionales. Esta característica, si bien presenta desafíos para la modernización agrícola, también ofrece oportunidades únicas para la implementación de modelos de reconversión sostenible.

González-Torres *et al.*, (2016), identifican patrones específicos de reconversión en la región, donde las iniciativas comunitarias juegan un papel fundamental. Los casos documentados por Ramírez-López y Sánchez (2023), muestran adaptaciones locales innovadoras que combinan conocimiento tradicional con prácticas modernas de agricultura sostenible.

La seguridad alimentaria en la región, según Velázquez-Morales *et al.*, (2024), presenta desafíos particulares, con índices de inseguridad alimentaria superiores al promedio nacional. Sin

embargo, las iniciativas locales documentadas por Torres-González y Ramírez (2023), muestran respuestas innovadoras, incluyendo programas comunitarios de alimentación y el fortalecimiento de mercados locales.

La interrelación entre los tres niveles contextuales revela patrones y dinámicas significativas. Rodríguez-Velasco *et al.*, (2024), identifican conexiones multinivel que influyen en el éxito de las iniciativas de reconversión y seguridad alimentaria. Los factores críticos, señalados por López-Martínez y González (2023), incluyen aspectos institucionales, socioeconómicos y ambientales que operan en múltiples escalas.

Los desafíos identificados por Pérez-Ramírez *et al.*, (2024), incluyen limitaciones estructurales, barreras tecnológicas y restricciones financieras que afectan la implementación de iniciativas de transformación. Sin embargo, las oportunidades emergentes, destacadas por Martínez-Silva y Torres (2023), sugieren posibilidades significativas para el desarrollo de sistemas agroalimentarios más sostenibles y equitativos.

La transformación de los sistemas agroalimentarios, desde lo global hasta lo local, requiere un enfoque integrado que reconozca la complejidad de las interacciones entre diferentes niveles y actores. La experiencia de la región de Cuitzeo ofrece lecciones valiosas sobre la importancia de adaptar las intervenciones a contextos locales específicos, mientras se mantiene una perspectiva más amplia sobre los desafíos y oportunidades globales.

La región de Cuitzeo, ubicada en el estado de Michoacán, México, representa un ejemplo destacado de la persistencia y evolución de los sistemas agrícolas tradicionales mesoamericanos. Este sistema agrícola se ha desarrollado a lo largo de siglos, incorporando conocimientos ancestrales y adaptándose a las condiciones específicas del entorno local.

2.10. Transformaciones y desafíos en el sistema agroalimentario nacional

El contexto mexicano de reconversión agrícola y seguridad alimentaria presenta características particulares que reflejan tanto su rica tradición agrícola como sus desafíos contemporáneos. El marco institucional, analizado por Ramírez-González y Vázquez (2020), revela una evolución

significativa en las políticas de reconversión agrícola, aunque con resultados mixtos en su implementación.

Las experiencias regionales documentadas por López-Hernández *et al.*, (2008), muestran un mosaico diverso de iniciativas de reconversión, donde los factores locales juegan un papel crucial en el éxito o fracaso de estas transformaciones. La interacción entre políticas públicas, capacidades locales y condiciones ambientales determina en gran medida los resultados de estos procesos.

En términos de seguridad alimentaria, Mundo-Rosas (2013), presentan un panorama preocupante: el 23.5% de la población mexicana experimenta inseguridad alimentaria moderada o severa. Esta situación se ve agravada por disparidades regionales significativas y una creciente dependencia de importaciones en cultivos básicos.

Las políticas públicas, analizadas por Bravo (2008), muestra esfuerzos significativos por abordar estas problemáticas a través de programas de apoyo alimentario y desarrollo rural. Sin embargo, la efectividad de estas intervenciones se ve limitada por factores estructurales y la complejidad de los sistemas alimentarios locales.

2.11. Seguridad alimentaria en un contexto de lo global hasta lo local

La seguridad alimentaria representa uno de los desafíos más significativos que enfrenta la humanidad en el siglo XXI. Este concepto, que ha evolucionado considerablemente desde su concepción inicial en la Cumbre Mundial de la Alimentación de 1996, engloba dimensiones fundamentales que incluyen la disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad de los alimentos, representando un desafío complejo y multifacético que requiere atención urgente.

La seguridad alimentaria, según autores fundamentales como Sen (2010), trasciende la mera disponibilidad de alimentos para abarcar el acceso efectivo a los mismos. Sen introdujo el concepto de "*entitlements*" o derechos de acceso, argumentando que las hambrunas ocurren no por falta de alimentos, sino por la incapacidad de ciertos grupos para acceder a ellos. Este

enfoque revolucionó la comprensión de la seguridad alimentaria al enfatizar los aspectos socioeconómicos y políticos del acceso a los alimentos.

Altieri (2017), ha expandido esta comprensión al vincular la seguridad alimentaria con la agroecología, enfatizando que los sistemas alimentarios sostenibles deben basarse en principios ecológicos y conocimientos tradicionales. Sus investigaciones demuestran que los sistemas agrícolas diversificados pueden aumentar la productividad mientras mantienen la resiliencia ecológica, proporcionando una base sólida para la seguridad alimentaria a largo plazo.

Pretty (2018), ha contribuido significativamente al debate sobre la intensificación sostenible, argumentando que es posible aumentar la producción de alimentos mientras se reducen los impactos ambientales negativos. Este enfoque resulta crucial en el contexto actual de cambio climático y degradación ambiental, donde la necesidad de producir más alimentos debe equilibrarse con la preservación de los recursos naturales.

2.12. Contexto internacional

En el ámbito internacional, la volatilidad de los precios de los alimentos ha emergido como un factor crítico que afecta la seguridad alimentaria global. Los conflictos internacionales han demostrado tener impactos profundos y duraderos en los sistemas alimentarios mundiales, alterando las cadenas de suministro y generando inestabilidad en los mercados. Las perturbaciones en regiones productoras clave pueden desencadenar efectos en cascada que afectan la disponibilidad y accesibilidad de alimentos en múltiples regiones.

Los cambios en los patrones climáticos representan una amenaza creciente para la producción agrícola global. El aumento de eventos climáticos extremos, alteraciones en los ciclos de lluvia y temperaturas cambiantes están afectando la productividad agrícola en numerosas regiones. Esto ha llevado a una mayor conciencia sobre la necesidad de desarrollar sistemas agrícolas resilientes y adaptables. La especulación en los mercados de materias primas ha introducido una nueva dimensión de volatilidad en los precios de los alimentos. Los movimientos especulativos pueden amplificar las fluctuaciones de precios, afectando particularmente a las poblaciones vulnerables que destinan una proporción significativa de sus ingresos a la alimentación.

Las políticas comerciales proteccionistas adoptadas por diferentes países han demostrado poder exacerbar las crisis alimentarias. Las restricciones a la exportación y otras medidas proteccionistas, aunque diseñadas para proteger los mercados internos, pueden contribuir a la inestabilidad de los precios globales y afectar la seguridad alimentaria en países dependientes de importaciones.

2.13. México: Panorama nacional

El panorama de la seguridad alimentaria en México refleja una realidad compleja donde la degradación de suelos agrícolas ha emergido como un desafío fundamental. La pérdida de fertilidad del suelo, la erosión y la salinización están afectando la capacidad productiva de importantes regiones agrícolas del país, comprometiendo la base de la producción alimentaria nacional.

La variabilidad climática ha introducido nuevos retos para los agricultores mexicanos. Los cambios en los patrones de lluvia, las sequías más frecuentes y los eventos climáticos extremos están obligando a adaptar las prácticas agrícolas tradicionales y buscar alternativas más resilientes.

Los problemas de comercialización continúan siendo un obstáculo significativo para muchos productores. La falta de acceso a mercados justos, las cadenas de intermediación excesivas y la volatilidad de los precios afectan tanto a productores como a consumidores, creando ineficiencias en el sistema alimentario.

La inseguridad en zonas rurales ha emergido como un factor que afecta directamente la producción y distribución de alimentos. El abandono de tierras productivas, la interrupción de cadenas de suministro y la reducción de inversiones en el sector agrícola son consecuencias directas de esta situación.

2.14. Región Cuitzeo: Análisis local

En la región de Cuitzeo, el acceso a recursos hídricos se ha convertido en un factor determinante para la seguridad alimentaria. La gestión sostenible del agua, considerando tanto las necesidades agrícolas como la preservación del ecosistema lacustre, requiere un enfoque integral que balance múltiples demandas y usuarios.

El mantenimiento de prácticas agrícolas tradicionales juega un papel crucial en la seguridad alimentaria regional. Estas prácticas, desarrolladas a lo largo de generaciones, están adaptadas a las condiciones locales y a menudo incorporan principios de sostenibilidad que son relevantes para los desafíos actuales.

La conectividad con mercados regionales representa un factor clave para la viabilidad económica de la producción alimentaria local. El fortalecimiento de estas conexiones, junto con la creación de canales de comercialización más directos, puede mejorar tanto los ingresos de los productores como el acceso de los consumidores a alimentos frescos y nutritivos.

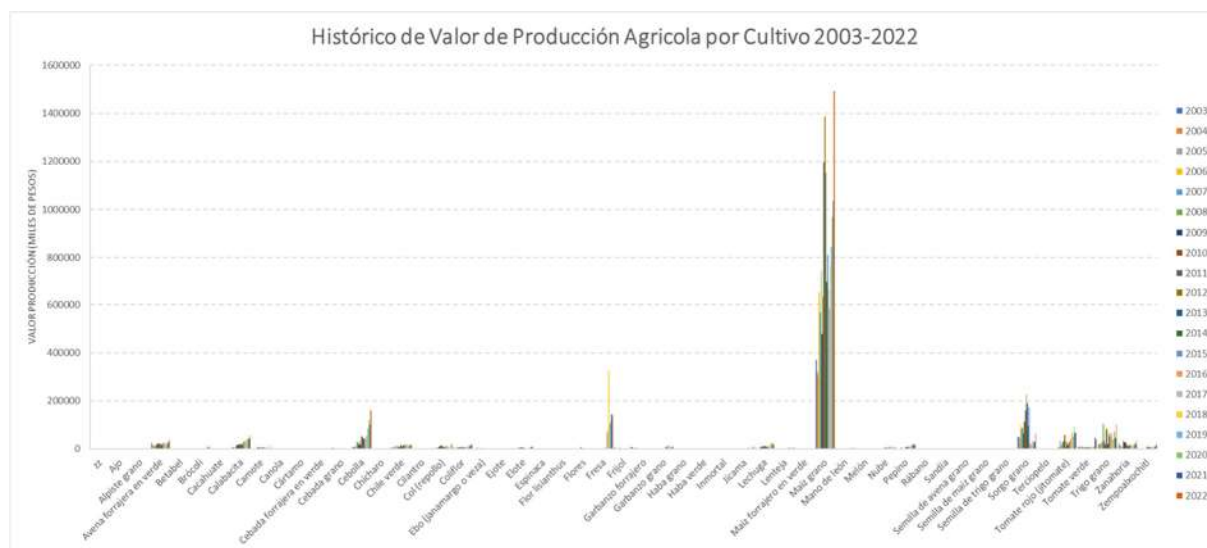
La preservación de conocimientos locales sobre producción de alimentos constituye un patrimonio invaluable para la seguridad alimentaria regional. Estos conocimientos, que incluyen técnicas de cultivo, manejo de recursos naturales y procesamiento de alimentos, deben ser documentados, valorados y transmitidos a las nuevas generaciones.

2.15. Histórico de valor de producción agrícola por cultivo 2003-2022 en la región Cuitzeo

Según el SIAP, la producción agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán, ha mostrado un crecimiento constante entre 2003 y 2022. En 2003, la producción agrícola regional fue de 1.07 millones de toneladas, mientras que en 2022 fue de 1.51 millones de toneladas. Este crecimiento se debe principalmente al aumento de la producción de maíz, frijol, sorgo y trigo.

Figura 2.

Histórico de valor de producción agrícola por cultivo 2003-2022 región Cuitzeo.



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2023a).

El maíz es el cultivo más importante de la región Cuitzeo, y representa más del 50% de la producción agrícola regional. La producción de maíz ha crecido constantemente en los últimos años, y en 2022 fue de 770,000 toneladas.

El frijol es el segundo cultivo más importante de la región Cuitzeo, y representa más del 20% de la producción agrícola regional. La producción de frijol ha crecido de forma moderada en los últimos años, y en 2022 fue de 340,000 toneladas.

El sorgo es el tercer cultivo más importante de la región Cuitzeo, y representa más del 10% de la producción agrícola regional. La producción de sorgo ha crecido de forma constante en los últimos años, y en 2022 fue de 180,000 toneladas.

2.16. Índice de especialización

El índice de especialización agrícola (IEA) permite determinar el grado de concentración de la producción de un cultivo específico en una región, en relación con la producción total del país (Rodríguez, 2019).

Ecuación 1.

Índice de especialización agrícola

Se calcula mediante la fórmula:

$$IS_{ij} = \frac{\frac{X_{ij}}{X_i}}{\frac{X_{nj}}{X_n}}$$

Donde:

IS_{ij} : Índice de especialización del cultivo i en la región j

X_{ij} : Producción del cultivo i en la región j

X_i : Producción agrícola total de la región j

X_{nj} : Producción del cultivo i a nivel estatal

X_n : Producción agrícola total a nivel estatal

Se calcula dividiendo el valor de la producción de una región por el valor de la producción agrícola nacional. Un IEA alto indica que la región está altamente especializada en la producción agrícola, mientras que un IEA bajo indica que la región está menos especializada en la producción agrícola. El IEA se puede utilizar para comparar el desarrollo agrícola de dos regiones. Por ejemplo, si el IEA de una región es más alto que el IEA de otra región, significa que la primera región está más especializada en la producción agrícola que la segunda región. Esto puede ser una señal de que la primera región tiene un sector agrícola más desarrollado que la segunda región.

El IEA también se puede utilizar para comparar el desarrollo agrícola de una región a lo largo del tiempo. Por ejemplo, si el IEA de una región está aumentando, significa que la región está desarrollando su sector agrícola. Esto puede ser una señal de que la región está creciendo económicamente.

El IEA es un indicador importante para evaluar el desarrollo agrícola de una región. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el IEA no es el único indicador de desarrollo agrícola. Otros indicadores importantes incluyen el valor de la producción agrícola, el número de agricultores, la superficie cultivada y la productividad agrícola.

2.16.1. Región Cuitzeo

La especialización agrícola en Michoacán, centrando la atención en el comportamiento del cultivo de fresa en la región de Cuitzeo y el fenómeno de desconcentración productiva observado en otros cultivos como el espárrago. A través del uso de indicadores técnicos, se explica cómo la especialización no solo mide el éxito económico, sino que también plantea desafíos críticos para la sostenibilidad regional.

En la práctica agrícola, este cálculo se aplica a variables estratégicas como el rendimiento por hectárea, el volumen de producción y el precio de venta. Por ejemplo, un alto coeficiente en el rendimiento (como ocurre con el limón en ciertas zonas) sugiere una ventaja productiva técnica, mientras que un alto coeficiente en el valor de producción (como en la sandía) refleja la importancia económica del cultivo para la zona.

La Figura 3 ilustra la evolución del valor de producción agrícola en miles de pesos y del IEA en fresa para el municipio de Cuitzeo y el estado de Michoacán durante el período 2003–2022. El análisis conjunto de ambas variables permite distinguir tres etapas en el proceso de reconversión productiva del municipio.

Primera etapa (2003–2008). El IEA registra un valor de 0.00 en todos los años, lo que indica la ausencia de producción fresera relevante en Cuitzeo. El municipio permanecía al margen del dinamismo agrícola estatal, cuyo valor total ya mostraba una tendencia positiva.

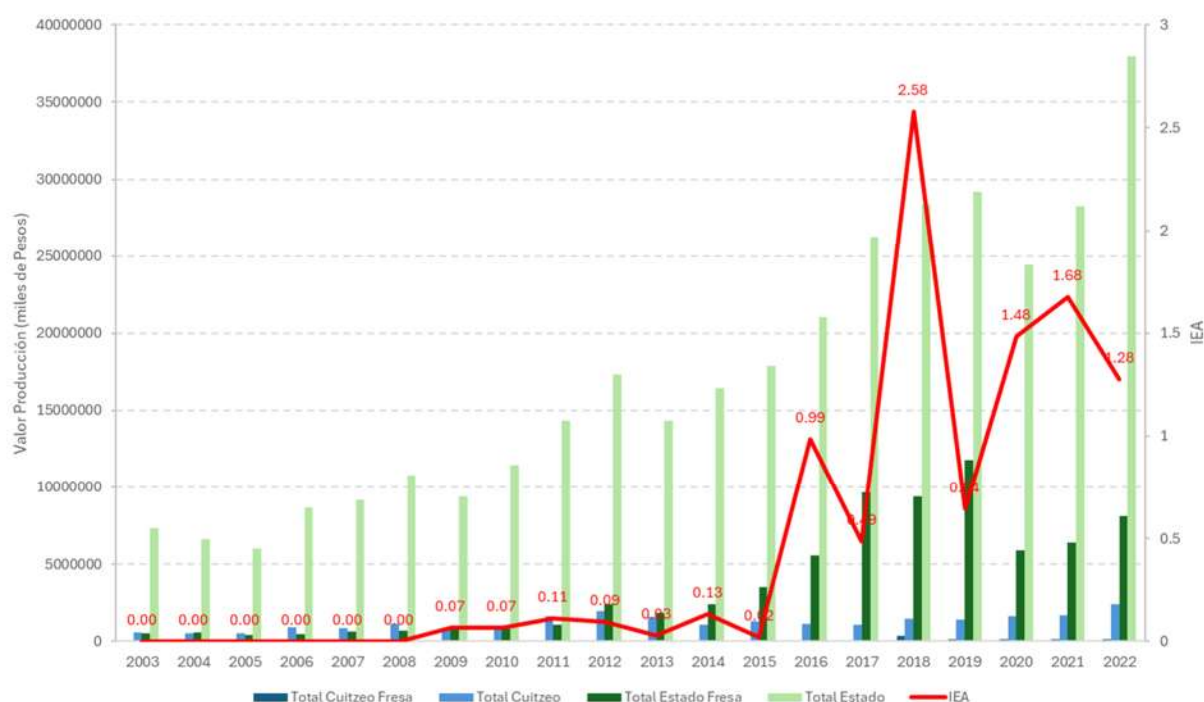
Segunda etapa (2009–2015). Se registran valores positivos pero marginales del IEA (0.02–0.13), señal de una reconversión incipiente hacia el cultivo de fresa. La fluctuación de estos valores refleja la incertidumbre propia de las etapas iniciales de adopción, consistente con las barreras estructurales, costos elevados, falta de capacitación y escaso apoyo institucional documentadas en el marco contextual.

Tercera etapa (2016–2022). El IEA experimenta un cambio cualitativo: asciende a 0.99 en 2016 y alcanza su valor máximo de 2.58 en 2018, lo que indica que Cuitzeo superó en más del doble la especialización fresera promedio del estado. Sin embargo, la caída abrupta a 0.14 en 2019 evidencia una crisis productiva local que pone de manifiesto la fragilidad del proceso. La

recuperación posterior 1.48 en 2020, 1.68 en 2021 y 1.28 en 2022, confirma que la especialización persiste, aunque con alta volatilidad.

Esta evidencia empírica es relevante para la presente investigación en dos sentidos: confirma que la reconversión productiva hacia *berries* en la Región Cuitzeo de Michoacán es un proceso estadísticamente verificable, y revela que su consolidación enfrenta limitaciones estructurales que trascienden las variables de mercado. Dichas limitaciones organizacionales, institucionales y tecnológicas constituyen el objeto de análisis central de esta tesis.

Figura 3.
Índice de especialización agrícola (Región - Cuitzeo).



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP (2023b).

2.16.2. Desconcentración geográfica y desarrollo sostenible

El caso de la fresa en Cuitzeo se puede contrastar con estudios sobre el espárrago en Michoacán, donde se ha documentado un proceso de desconcentración geográfica. Mientras que la región del Bajío tiende a especializarse, la producción total se distribuye en el territorio, lo que puede mitigar riesgos económicos, pero aumenta la presión sobre recursos compartidos.

Para que esta especialización derive en un desarrollo sostenible, la región debe enfrentar retos socioambientales urgentes. El crecimiento exponencial del valor de producción a menudo ignora la gestión del agua subterránea. La sostenibilidad requiere que la equidad en la renta hídrica asegure el acceso al agua para riego sin comprometer el consumo humano ni el agote los acuíferos. Además, la diversificación de mercados debe de evitar la dependencia excesiva de un solo producto para reducir la vulnerabilidad ante fluctuaciones de precios y con ello la innovación y eficiencia fomenten cultivos con altos coeficientes de rendimiento que utilicen menos recursos por tonelada producida.

El uso de índices de especialización es una herramienta poderosa para identificar las vocaciones productivas de regiones como Cuitzeo. Sin embargo, el notable crecimiento en el valor de la producción agrícola en Michoacán debe ir acompañado de políticas públicas que equilibren la especialización económica con la justicia social y la preservación ambiental. El éxito de un cultivo como la fresa no debe medirse únicamente en miles de pesos, sino en la capacidad de la región para mantener su base de recursos naturales a largo plazo.

CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO

3.1. Teorías de la reconversión agrícola

La reconversión agrícola, como fenómeno central de este estudio, se enmarca en un contexto teórico multidimensional que abarca aspectos económicos, sociales y ambientales. Este proceso de transformación productiva en el sector agrícola responde a dinámicas complejas del mercado global y local, así como a cambios en las políticas públicas y en las condiciones ambientales.

En primer lugar, la teoría de la reconversión agrícola se fundamenta en el concepto de adaptación económica. Según Altieri y Nicholls (2012), la reconversión agrícola implica una reorientación de los sistemas productivos hacia cultivos de mayor valor comercial o con mejores perspectivas de mercado. Este proceso no solo involucra un cambio en los tipos de cultivo, sino también en las prácticas agrícolas, las tecnologías utilizadas y las relaciones de producción.

3.1.1. Marco conceptual de la reconversión agrícola

La reconversión agrícola, definida por Ortíz-Paniagua (2017), como el proceso de transformación de los sistemas productivos hacia modelos más sostenibles y resilientes, constituye una respuesta necesaria ante los desafíos actuales. Este concepto ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, incorporando dimensiones socioeconómicas y ambientales que trascienden la mera modificación de cultivos (Rodríguez-Vázquez *et al.*, 2023).

3.1.2. La reconversión agrícola y la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.

La reconversión agrícola representa uno de los procesos más significativos en la transformación de los sistemas productivos rurales contemporáneos, especialmente en regiones como Cuitzeo,

Michoacán, donde la agricultura constituye el eje fundamental de la economía local. Este fenómeno, que implica la transición de cultivos tradicionales hacia alternativas más rentables o adaptadas a las condiciones del mercado, plantea interrogantes cruciales sobre su impacto en la seguridad alimentaria regional. La complejidad de esta problemática requiere un análisis integral que contemple tanto las dimensiones económicas como sociales y ambientales del desarrollo rural (Schejtman y Berdegú, 2004a).

3.1.3. Reconversión agrícola: Conceptos y enfoques teóricos

La reconversión agrícola, como proceso de transformación de los sistemas productivos, ha sido objeto de múltiples definiciones y enfoques teóricos. Morales y García (2018), la definen como el proceso mediante el cual los productores agropecuarios modifican sus sistemas de producción, ya sea cambiando de cultivos, adoptando nuevas tecnologías o alterando sus prácticas de manejo, con el objetivo de mejorar su competitividad y rentabilidad. Esta definición destaca la naturaleza adaptativa de la reconversión, que responde tanto a presiones del mercado como a cambios en las condiciones de producción.

Desde una perspectiva más amplia, Pérez (2021), conceptualiza la reconversión agrícola como parte de los procesos de reestructuración del sector agrario en el contexto de la globalización económica. Esta reestructuración implica no solo cambios en los patrones de cultivo, sino también transformaciones en las relaciones sociales de producción, los sistemas de comercialización y las instituciones que regulan la actividad agrícola. Esta perspectiva es particularmente relevante para entender la reconversión en Cuitzeo, donde los cambios en los sistemas productivos se insertan en dinámicas globales de transformación agraria.

La reconversión agrícola también puede entenderse desde la perspectiva de la modernización agrícola, aunque con importantes matices. Kay (2009), distingue entre procesos de modernización impuestos externamente y procesos de reconversión que surgen de las propias dinámicas locales y las decisiones de los productores. En el caso de regiones como Cuitzeo, esta distinción es crucial para comprender las motivaciones y los resultados de los procesos de cambio en los sistemas productivos.

Los enfoques teóricos sobre reconversión agrícola también incorporan la dimensión temporal y espacial de estos procesos. De Janvry y Sadoulet (2001), argumentan que la reconversión no es un evento puntual, sino un proceso gradual que puede extenderse por décadas y que involucra múltiples ciclos de experimentación, adopción y adaptación. Esta perspectiva temporal es fundamental para evaluar los impactos de la reconversión en la seguridad alimentaria, ya que los efectos pueden manifestarse en diferentes escalas temporales.

La investigación realiza aportaciones significativas en múltiples niveles como la generación de conocimiento empírico ya que aportará: datos primarios sobre sistemas productivos locales, información sobre patrones alimentarios, documentación de prácticas tradicionales y evidencia sobre procesos de transición agrícola. En este mismo contexto el desarrollo metodológico mostrará: indicadores contextualizados, herramientas de evaluación adaptadas, protocolos de investigación participativa, métodos de análisis integrados.

Las contribuciones teóricas fortalecen el documento por la validación de modelos conceptuales, la adaptación de marcos analíticos, el desarrollo de tipologías locales y la integración de perspectivas disciplinares. Las aplicaciones de buenas prácticas identificarán el desarrollo de recomendaciones contextualizadas, dar herramientas de toma de decisiones y generar modelos de intervención adaptados.

En este sentido, la investigación sobre la reconversión agrícola y la garantía alimentaria en la región de Cuitzeo se justifica por:

- La urgencia de abordar problemáticas locales significativas.
- La necesidad de generar conocimiento contextualmente relevante.
- El potencial de aplicación práctica de los resultados.
- La contribución al desarrollo sostenible regional.

El estudio no solo permitirá comprender mejor las dinámicas locales, sino que también generará información valiosa para la toma de decisiones y el diseño de intervenciones efectivas.

3.1.4. El dilema de la reconversión agrícola

La reconversión agrícola y la seguridad alimentaria representan dos dimensiones fundamentales e interconectadas del desarrollo rural sostenible. En el contexto actual, marcado por desafíos como el cambio climático, la degradación ambiental y la creciente demanda de alimentos, la convergencia entre estos dos conceptos emerge como una necesidad imperante para garantizar la sostenibilidad de los sistemas alimentarios. La reconversión agrícola, entendida como la transformación de sistemas productivos tradicionales hacia nuevos modelos de producción, representa actualmente uno de los fenómenos más complejos en el sector agrario latinoamericano. Este proceso, aunque busca mejorar la rentabilidad y competitividad del sector, ha generado preocupaciones significativas respecto a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental (Islas *et al.*, 2024).

El cambio de uso de suelo asociado a la reconversión agrícola ha emergido como una problemática central en el debate sobre desarrollo rural sostenible, según Altieri y Nicholls (2012), la transformación de tierras tradicionalmente dedicadas a cultivos básicos hacia productos comercialmente más rentables ha provocado una reconfiguración significativa del paisaje agrario en múltiples regiones. Este fenómeno se manifiesta principalmente en la sustitución de cultivos tradicionales como maíz, frijol y trigo por cultivos comerciales como aguacate, *berries* y hortalizas de exportación.

La problemática se agudiza cuando se considera que, de acuerdo con Carrasco (2024), aproximadamente el 40% de las tierras reconvertidas en América Latina y el Caribe (ALC) durante la última década correspondían a áreas dedicadas a la producción de alimentos básicos para el consumo local. Esta transformación ha generado lo que los autores denominan "territorios de exclusión alimentaria", donde la producción de cultivos comerciales desplaza la agricultura de subsistencia.

3.1.5. Desarrollo agrícola sostenible y sistemas productivos

El desarrollo agrícola sostenible constituye un paradigma fundamental para comprender los procesos de reconversión en su relación con la seguridad alimentaria. Pretty (2008), define la

agricultura sostenible como aquella que hace uso productivo de los recursos naturales y, a través del aprovechamiento de procesos biológicos y ecológicos internos, es capaz de mantener la productividad agrícola a largo plazo. Esta definición adquiere particular relevancia en el contexto de Cuitzeo, donde la sostenibilidad de los sistemas productivos es crucial para garantizar la seguridad alimentaria a largo plazo.

La teoría de sistemas aplicada al desarrollo agrícola ofrece herramientas conceptuales valiosas para entender la complejidad de los procesos de reconversión. Escobar y Berdegue (1990), proponen el concepto de sistemas de finca como unidades complejas donde interactúan componentes biológicos, técnicos, socioeconómicos y ambientales. Esta perspectiva sistémica es fundamental para evaluar cómo los cambios en los patrones de cultivo afectan no solo la productividad inmediata, sino también la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas productivos.

En el contexto latinoamericano, el enfoque agroecológico ha ganado relevancia como alternativa a los modelos de desarrollo agrícola basados exclusivamente en la intensificación tecnológica. Altieri (1999), argumenta que la agroecología ofrece las bases científicas para una agricultura alternativa, más productiva, sostenible y equitativa socialmente. Este enfoque es particularmente pertinente para regiones como Cuitzeo, donde la reconversión agrícola debe considerar no solo criterios de rentabilidad económica, sino también aspectos de sostenibilidad ambiental y equidad social.

La innovación tecnológica en el desarrollo agrícola también juega un papel crucial en los procesos de reconversión. Spielman y Birner (2008), señalan que la adopción de nuevas tecnologías agrícolas no es un proceso lineal, sino que involucra complejas interacciones entre factores técnicos, económicos, sociales e institucionales. En el contexto de la reconversión agrícola en Cuitzeo, esta perspectiva ayuda a entender por qué ciertos cambios tecnológicos son adoptados exitosamente mientras otros enfrentan resistencias o fracasan.

3.1.6. La teoría de la ventaja comparativa

Esta teoría fue propuesta originalmente por David Ricardo y posteriormente refinada por economistas contemporáneos, proporciona una base teórica para entender por qué ciertas

regiones se especializan en cultivos específicos. Krugman (1988), afirma que las regiones tienden a especializarse en la producción de bienes en los que tienen una ventaja comparativa, ya sea por condiciones naturales o por eficiencias adquiridas. En el caso de la producción de *berries* en Michoacán, esta teoría ayuda a explicar la transición desde cultivos tradicionales hacia estos frutos de alto valor.

Por otro lado, el concepto de intensificación agrícola sostenible, desarrollado por Pretty y Bharucha (2014), ofrece un marco para analizar cómo la reconversión hacia cultivos como los *berries* puede llevarse a cabo de manera que se maximicen los beneficios económicos sin comprometer la sostenibilidad ambiental. Este enfoque es crucial para entender los desafíos y oportunidades que presenta la reconversión agrícola en la región Cuitzeo.

En cuanto al desarrollo rural sostenible, el marco teórico propuesto por Ellis y Biggs (2005), es particularmente relevante. Estos autores argumentan que el desarrollo rural debe entenderse como un proceso multidimensional que integra aspectos económicos, sociales y ambientales. La reconversión agrícola, en este contexto, no solo se trata de cambios en la producción, sino también de transformaciones en la estructura social y económica de las comunidades rurales.

3.1.7. El desarrollo rural sostenible

Como factor de la modernización económica y el desarrollo, desde los años 50 y hasta los 60 las actividades de la población rural y el desarrollo nacional llegaron a una incorporación, hubo una gran influencia por la tecnología y el avance científico, y se impulsó la expansión de una sociedad industrial urbana. este crecimiento de la producción industrial y la consolidación de las ciudades como símbolo de desarrollo fueron el claro referente del intento por replicar un estilo de desarrollo en los espacios rurales.

Parte de la modernización económica del desarrollo, de las actividades incorporación de la población rural al desarrollo nacional, tiene un periodo de los años 50 hasta los 60, con influencia de la tecnología y el avance científico que expandieron la sociedad industrial urbana. este crecimiento productivo industrializado consolidó a las ciudades como símbolo de desarrollo, con varios intentos por replicar este Estilo de tendencia al desarrollo en espacios rurales, y se apostó por la industria y el desarrollo tecnológico.

En este contexto en los años 60 la aplicación de la tecnología en materia agropecuaria ya se volvía importante: se utilizaba en obras hidráulicas, la introducción de maquinaria del campo y la agroindustria que se convirtieron en componentes fundamentales para modernizar la economía rural, justo en la época del llamado “milagro mexicano” cuyo problema de producción y abasto de alimentos se potencializó en México y en el mundo.

3.1.8. La teoría del cambio técnico inducido

Esta teoría fue propuesta por Kawagoe *et al.*, (1985), ofrece una perspectiva valiosa para entender cómo los factores económicos y las políticas públicas pueden impulsar cambios en las prácticas agrícolas. Esta teoría sugiere que la innovación y la adopción de nuevas tecnologías en la agricultura son respuestas a cambios en los precios relativos de los factores de producción y a las oportunidades de mercado. Además, el concepto de cadenas de valor globales, desarrollado por Gereffi *et al.*, (2005), proporciona un marco para analizar cómo la producción de *berries* en Michoacán se integra en los mercados internacionales. Esta perspectiva es crucial para entender las dinámicas de poder y las oportunidades económicas que surgen de la reconversión hacia cultivos de exportación.

3.1.9. Teoría de los sistemas socioecológicos

Finalmente, la teoría de los sistemas socioecológicos, propuesta por Ostrom (2009), ofrece un marco integrador para analizar las interacciones complejas entre los sistemas humanos y naturales en el contexto de la reconversión agrícola. Esta perspectiva es esencial para comprender cómo los cambios en las prácticas agrícolas afectan y son afectados por los ecosistemas locales y las estructuras sociales.

3.1.10. Teorías del cambio tecnológico

Abramovitz (1956); Solow (1956), Swan (1956) y Kendrick (1956), postularon la teoría exógena sobre el cambio tecnológico. Para estos autores el cambio tecnológico se puede admitir como una variable exógena; en la cual la contribución de la tecnología es nula por lo tanto no

habrá cambio tecnológico al interior del modelo. En este modelo es interesante observar la forma en que la tasa más rápida del progreso tecnológico prolonga el lapso de la vida económica del capital de determinado modelo en particular, el cambio tecnológico más rápido dará como resultado un crecimiento en el volumen de las nuevas inversiones.

Durante la década de los ochenta surgieron teorías del crecimiento endógeno con relación al cambio tecnológico, en esto se relajan los supuestos de la variante exógena, admitiendo la importancia que tiene el conocimiento y el aprendizaje, de modo tal que hay una mejora en la concepción del modelo de Slow y en su lugar se asume el enfoque de Romer, en el cual se incorpora el cambio tecnológico a la teoría no clásica como parte del crecimiento económico. en este sentido las nuevas teorías sobre el crecimiento endógeno Tienen una tendencia hacia la competencia perfecta y precisamente se da por la innovación (Fernández, 2015).

La teoría nueva con referencia a Schumpeter inicia con nelson y Winter en 1982, explicando la competencia por la innovación hacia un cambio en las rutinas para de esta manera incorporar las nuevas innovaciones. Estos autores hacen una correspondencia al autor Schumpeter explicando la evolución a largo plazo del cambio tecnológico, y todas sus consecuencias en términos de innovación (Gutiérrez y Marúm, 2015).

En este sentido los regímenes tecnológicos se vuelven determinantes en las actividades de las industrias innovadoras. destacando que la economía es un sistema dinámico que despliega el accionar en un tiempo histórico e irrepetible. Lo anterior marca una importante diferencia con la teoría neoclásica ya que se centra en los patrones del cambio tecnológico y cómo estos patrones tienen un constante cambio a lo largo del tiempo. Según Pérez (2019), la tecnología es un tipo de ideal productivo, que se desarrolla en una dinámica constante de los costos.

3.2. La reconversión productiva desde los autores en el mundo

La reconversión agrícola puede tener un impacto significativo en la economía, la sociedad y el medio ambiente, desde el punto de estudio de cada autor se determinan los factores que la identifican o desarrollan, así como Porter (1990), desarrolló la teoría de las cinco fuerzas competitivas, que es una herramienta que puede utilizarse para identificar los factores que pueden amenazar o debilitar a una empresa o industria. Esta teoría ha sido utilizada para analizar

la reconversión productiva en diferentes sectores económicos, como la industria automotriz, la industria de la aviación y la industria de la tecnología. Comprender las 5 fuerzas competitivas que el autor señala: La amenaza de nuevos competidores, el poder de negociación de los clientes, el poder de negociación de los proveedores, la amenaza de productos sustitutos y la rivalidad entre los competidores existentes; se pueden desarrollar estrategias para mejorar su posición competitiva, en este sentido los productores pueden buscar reconvertir sus procesos productivos.

3.3. Fundamentos conceptuales de la reconversión agrícola

La reconversión agrícola representa un proceso de transformación fundamental que va más allá de la mera modificación de técnicas productivas, como señalan Altieri *et al.*, (2012), en su análisis exhaustivo del fenómeno. Este proceso implica una reconfiguración completa de las relaciones entre los sistemas agrícolas y su entorno socioeconómico y ambiental, abarcando desde cambios en los patrones de cultivo hasta la reorganización de las estructuras sociales rurales. La transformación incluye la adopción de nuevas tecnologías y prácticas agrícolas que deben equilibrar la productividad con la sostenibilidad ambiental, mientras se mantienen y mejoran los medios de vida de las comunidades rurales. Los autores enfatizan que esta reconversión debe entenderse como un proceso dinámico que responde tanto a presiones globales como a necesidades locales, donde la adaptación y la resiliencia juegan papeles cruciales en el éxito de la transición. Además, este proceso implica la reconsideración de las relaciones de poder y las estructuras de conocimiento tradicionales, buscando integrar saberes ancestrales con innovaciones modernas de manera que se fortalezcan las capacidades locales y se mantenga la autonomía de las comunidades agrícolas.

3.4. La teoría de Schumpeter y la reconversión agrícola

La teoría del desarrollo económico de Joseph Schumpeter (1961), se basa en la idea de que el crecimiento económico es impulsado por la innovación. Schumpeter define la innovación como la introducción de nuevos productos, procesos, o formas de organización. La innovación, según Schumpeter, puede ser provocada por una variedad de factores, como la investigación y el desarrollo, la competencia, o los cambios en la demanda.

La reconversión agrícola puede considerarse una forma de innovación. La reconversión agrícola es el proceso de cambiar de la producción de cultivos tradicionales a la producción de cultivos alternativos. Los cultivos alternativos pueden ser más rentables, sostenibles, o resistentes a las condiciones climáticas cambiantes.

La teoría de Schumpeter puede ayudar a comprender el impacto de la reconversión agrícola en el desarrollo económico. En este sentido la reconversión agrícola puede generar crecimiento económico al crear nuevos productos, procesos, o formas de organización. La reconversión agrícola también puede generar crecimiento económico al aumentar la productividad, la rentabilidad, y la sostenibilidad de la agricultura.

Joseph Schumpeter en 1952 ha desarrollado la teoría de la destrucción creativa, que es una teoría que explica cómo los nuevos productos y servicios pueden desplazar a los antiguos, lo que puede provocar la reconversión productiva de la economía. Esta teoría ha sido utilizada para analizar la reconversión productiva en diferentes contextos históricos, como la Revolución Industrial y la Revolución Digital.

Mientras que Alfred Marshall (1890), desarrolló la teoría de la división del trabajo, que es una teoría que explica cómo la especialización de las tareas puede aumentar la productividad. Esta teoría ha sido utilizada para analizar la reconversión productiva en diferentes sectores económicos, como la agricultura y la industria manufacturera.

David Ricardo (1817), aporta con su teoría de la ventaja comparativa, que es una teoría que explica cómo los países pueden beneficiarse del comercio internacional intercambiando bienes y servicios en los que tienen una ventaja comparativa. Esta teoría ha sido utilizada para analizar la reconversión productiva en diferentes contextos económicos, como la integración económica europea y la creación de la Organización Mundial del Comercio (OMC).

La reconversión productiva es un proceso complejo que puede tener un impacto significativo en la economía. Es importante entender las diferentes teorías que han sido desarrolladas para analizar este proceso, para poder diseñar políticas públicas que ayuden a la reconversión productiva y a la creación de empleos de calidad.

3.5. Las nuevas tecnologías de la información y comunicación

Estas nuevas tecnologías se refieren a la información y comunicación que ocupa la informática y el internet a través de las telecomunicaciones las cuales son la base del referente digital. En los indicadores naturales de estas tecnologías se refieren a la utilización de las computadoras, las aplicaciones, el software en general, el uso del internet y telefonía celular (Marroquín, 2021). En este sentido para la aplicación en el estudio presente se hará referencia al acceso de los medios informáticos y del internet para la aplicación de la agricultura digital.

El presente desarrollo de las TIC permite que se incorporen otras aplicaciones, y reduce en gran cantidad la actividad del hombre en determinados procesos productivos implementando dispositivos electrónicos que funcionan de manera remota a mediana y gran escala. Esto ha permitido vigilar, inspeccionar y hacer la medición de las variables, que pueden ser controlados desde la web, teniendo mejores condiciones se puede hacer incluso desde un dispositivo móvil y posteriormente hacer el análisis de los datos recabados; permitiendo de esta manera comunicación entre redes más complejas y una interacción de diferentes ramas de la ciencia (Moumtadi *et al.*, 2014).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) representan otra de las aplicaciones de las tecnologías de la información y permiten dar soluciones a gran escala, funcionan bajo componentes básicos ya identificados como el *software* y el *hardware*, estos hacen el análisis e integran la información geográfica, de esta manera se pueden observar los datos que se obtienen en forma cartográfica. Los SIG integran información a través de capas de datos georreferenciados, que se van superponiendo y la integración de ellos da como resultado mapas temáticos (Campanella *et al.*, 2005).

3.6. Proyección de consumo agrícola

En el informe OCDE-FAO (2021), "Perspectivas Agrícolas" se prevén tendencias futuras en el uso de los principales productos básicos de cultivo (cereales, semillas oleaginosas, raíces y tubérculos, legumbres, caña de azúcar y remolacha azucarera, aceite de palma y algodón) y ganaderos (carne, lácteos, huevo y pescado), ya sean para consumo humano, para forraje o para

materias primas destinadas a la producción de biocombustibles y otras aplicaciones industriales. La demanda futura de alimentos es determinada directamente por los cambios de población y demográficos, por el crecimiento y la distribución de los ingresos, y por los precios de los alimentos (OCDE y FAO, 2021). En las Perspectivas se supone que la demanda alimentaria se verá también determinada por los cambios en los hábitos de consumo impulsados por el estilo de vida y socioculturales, entre ellos la constante urbanización y la creciente participación femenina en la fuerza de trabajo, así como la conciencia cada vez mayor del consumidor respecto de temas de salud y sostenibilidad.

3.7. Garantía alimentaria

La garantía alimentaria representa uno de los pilares fundamentales para el desarrollo sostenible y el bienestar de las sociedades contemporáneas. Las dimensiones teóricas de la seguridad alimentaria y su relación con los sistemas alimentarios locales, analiza cómo estos elementos se entrelazan para crear un marco integral de seguridad alimentaria.

3.7.1. Seguridad alimentaria y transición agrícola

Gliessman (2002), desarrolla un marco comprensivo para entender la complejidad de mantener la seguridad alimentaria durante los procesos de transición agrícola, destacando la interconexión entre los diferentes componentes del sistema alimentario. La seguridad alimentaria, según el autor, debe considerarse desde una perspectiva multidimensional que incluye no solo la disponibilidad física de alimentos, sino también el acceso económico y social a los mismos, así como la estabilidad y sostenibilidad del sistema en su conjunto. Esta visión integral reconoce que la transición hacia sistemas más sostenibles debe garantizar simultáneamente la producción suficiente de alimentos, la conservación de los recursos naturales, y el mantenimiento de la viabilidad económica de los productores. El autor enfatiza que la transformación de los sistemas agrícolas debe considerar las diferentes escalas de operación, desde la parcela individual hasta el paisaje regional, y debe integrar aspectos como la diversificación productiva, la optimización del uso de recursos locales, y el fortalecimiento de las redes de distribución y comercialización local. El éxito de esta transición depende en gran medida de la capacidad para mantener y

mejorar los servicios ecosistémicos mientras se asegura la productividad necesaria para alimentar a una población creciente.

3.7.2. La teoría de la seguridad alimentaria: Un marco multidimensional

La seguridad alimentaria constituye uno de los pilares fundamentales del desarrollo humano y el bienestar social. El concepto de seguridad alimentaria ha evolucionado significativamente en las últimas décadas. Sen y Drèze (1999), han contribuido sustancialmente a esta evolución al expandir la comprensión más allá de la mera disponibilidad de alimentos. Su análisis incorpora elementos cruciales como el acceso físico y económico, que reconoce que la existencia de alimentos no garantiza que las personas puedan obtenerlos. La estabilidad del suministro emerge como otro factor crítico, destacando la importancia de mantener un flujo constante de alimentos a lo largo del tiempo. La utilización adecuada, por su parte, enfatiza la necesidad de que los alimentos no solo estén disponibles, sino que también sean nutritivos y seguros para el consumo.

La seguridad alimentaria, según la definición de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021), existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana.

Maxwell y Smith (1992), proponen un análisis basado en cuatro dimensiones interrelacionadas. La disponibilidad física aborda la producción y distribución de alimentos en un territorio determinado. El acceso económico examina la capacidad de las personas para adquirir alimentos nutritivos, considerando factores como el ingreso y los precios. La utilización se centra en cómo los individuos aprovechan los nutrientes de los alimentos, mientras que la estabilidad temporal garantiza la continuidad de las otras dimensiones.

3.7.3. Sistemas alimentarios locales: Pilares de la seguridad alimentaria

Los sistemas alimentarios locales emergen como una respuesta integral a los desafíos de la seguridad alimentaria. Gliessman (2018), destaca cómo estos sistemas contribuyen a la

soberanía alimentaria, permitiendo a las comunidades ejercer mayor control sobre su producción y consumo de alimentos. La resiliencia se manifiesta en la capacidad de estos sistemas para adaptarse a perturbaciones externas, mientras que la sostenibilidad asegura la viabilidad a largo plazo de la producción alimentaria.

En este contexto, Altieri y Toledo (2011b), subrayan la relevancia de la agroecología como base científica para el desarrollo de sistemas alimentarios sostenibles. El conocimiento tradicional, acumulado a través de generaciones, proporciona *insights* valiosos sobre prácticas agrícolas adaptadas a contextos locales específicos. La biodiversidad, tanto en cultivos como en ecosistemas agrícolas, fortalece la resistencia a plagas y enfermedades, además de contribuir a la diversidad nutricional.

3.7.4. Integración y sinergias

La intersección entre la teoría de la seguridad alimentaria y los sistemas alimentarios locales revela sinergias significativas. Los sistemas locales fortalecen la disponibilidad física al acortar las cadenas de suministro y reducir la dependencia de importaciones. El acceso económico mejora a través de precios más estables y la creación de empleos locales. La utilización se optimiza mediante alimentos más frescos y culturalmente apropiados, mientras que la estabilidad se refuerza a través de la diversificación de la producción.

3.7.5. Dimensiones fundamentales según Sen y Drèze

Acceso Físico y Económico

El acceso físico y económico a los alimentos constituye un pilar fundamental de la teoría. Sen y Drèze (1999), argumentan que la capacidad de las personas para acceder a los alimentos depende de sus "*entitlements*" o derechos de acceso, que incluyen: recursos económicos disponibles, sistemas de distribución, infraestructura de mercado, poder adquisitivo. Barrett (2020), complementa esta visión señalando que el acceso económico está intrínsecamente ligado a la pobreza y la desigualdad estructural.

Estabilidad del Suministro

La estabilidad temporal en el suministro de alimentos representa otro componente crucial. Según Wheeler y Braun (2018a), esta dimensión implica: continuidad en la cadena de suministro, resiliencia ante shocks externos, sistemas de almacenamiento adecuados, diversificación de fuentes alimentarias

Utilización Adecuada

La utilización adecuada de los alimentos constituye el tercer pilar fundamental. Este aspecto incluye: calidad nutricional. Los alimentos deben proporcionar los nutrientes necesarios para una vida saludable. Béné (2015), enfatiza la importancia de la diversidad dietética y la calidad nutricional en la seguridad alimentaria.

Inocuidad Alimentaria

La seguridad en el consumo de alimentos es esencial para el bienestar humano y el desarrollo sostenible de las sociedades. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005), la inocuidad alimentaria implica la ausencia de contaminantes y patógenos que puedan comprometer la salud humana. En este sentido, tiene implicaciones fundamentales para el desarrollo social, ya que la calidad e inocuidad de los alimentos constituyen determinantes críticos de la salud pública, la productividad económica y la equidad social (Barrett, 2020).

La teoría de la seguridad alimentaria tiene profundas implicaciones para el desarrollo social y las políticas públicas. De acuerdo con Hoddinott y Yohannes (2002), las intervenciones efectivas deben abordar múltiples dimensiones de manera integral: primero, garantizar la disponibilidad suficiente de alimentos nutritivos e inocuos a través de sistemas productivos resilientes y sostenibles; segundo, asegurar el acceso económico y físico mediante políticas de ingresos, transferencias sociales y mejoramiento de infraestructura; tercero, promover la utilización adecuada de nutrientes a través de educación nutricional y servicios de salud; y cuarto, mantener la estabilidad temporal de estos elementos mediante sistemas de alerta temprana y reservas estratégicas.

La relación entre seguridad alimentaria y desarrollo social trasciende la dimensión nutricional básica. Como argumenta Sen (2000), la capacidad de acceder a alimentos seguros y nutritivos

está intrínsecamente vinculada con las capacidades humanas fundamentales, incluyendo la educación, el empleo y la participación social. La malnutrición infantil, por ejemplo, no solo compromete el desarrollo físico y cognitivo inmediato, sino que perpetúa ciclos intergeneracionales de pobreza y exclusión social (Black *et al.*, 2013).

Además, la inocuidad alimentaria adquiere particular relevancia en contextos de globalización y urbanización acelerada. Según la OCDE-FAO (2021), los sistemas alimentarios modernos enfrentan desafíos crecientes relacionados con la contaminación química, la resistencia antimicrobiana y la emergencia de nuevos patógenos zoonóticos. Estos riesgos afectan desproporcionadamente a poblaciones vulnerables, especialmente en países en desarrollo donde los sistemas de control alimentario son débiles y las capacidades institucionales limitadas.

La implementación de políticas efectivas de seguridad alimentaria requiere enfoques multisectoriales que reconozcan las interconexiones entre agricultura, salud, educación y protección social. Como sugieren Pinstup-Andersen y Watson (2009), las estrategias exitosas deben combinar inversiones en infraestructura productiva, fortalecimiento institucional, desarrollo de capacidades técnicas y promoción de la participación comunitaria. Solo mediante estos enfoques integrales es posible construir sistemas alimentarios que contribuyan efectivamente al desarrollo social inclusivo y sostenible.

Es necesario abordar simultáneamente las múltiples dimensiones de la seguridad alimentaria, considerando los contextos locales y culturales, promover la sostenibilidad a largo plazo, fortalecer la resiliencia de los sistemas alimentarios, desafíos contemporáneos tales como el cambio climático, que representa una amenaza significativa para la seguridad alimentaria. Vermeulen *et al.*, (2019), identifican impactos potenciales en: producción agrícola, patrones de precipitación, frecuencia de eventos extremos, biodiversidad agrícola, globalización y sistemas alimentarios. La globalización ha transformado los sistemas alimentarios. Clapp (2023), analiza cómo las cadenas de suministro globales afectan: precios de los alimentos, dependencia de importaciones, vulnerabilidad ante crisis internacionales y la soberanía alimentaria.

3.8. Digitalización de la cadena productiva agrícola

Utilizando un enfoque de *web* de valor, en lugar de uno de cadena de valor, ya que el primero considera dos formas de abordar la creciente demanda de biomasa⁴ y la competencia por ella, que resulta del desarrollo de la bioeconomía⁵, buscando un nivel más elevado de integración de todos los componentes de la web de valor, promoviendo el uso en cascada de la biomasa y estableciendo alianzas que fomenten y conecten la producción y el consumo responsables en toda la *web* de valor de la bioeconomía, para asegurar la eficacia y la inclusión. Además, tales alianzas constituyen un medio para desarrollar mercados de bio productos a través de acuerdos de compra (Unidas, 2019). Incluyen la agricultura contractual⁶ y las alianzas entre proveedores e inversionistas en la propiedad intelectual tecnológica, alianzas empresa a empresa y alianzas entre entidades públicas y fabricantes de bio productos (Montiel-González, Gallegos *et al.*, 2019b).

La tecnología de agricultura de precisión, la biotecnología, la hidroponía o la agricultura vertical (OCDE y FAO, 2021), brindan oportunidades de aumentar la productividad de la mano de obra, la tierra, el agua y otros insumos que podrían transformar la producción agrícola. La mayoría de estas tecnologías aún se encuentran en la etapa de nicho o experimental y no se espera que impacten significativamente en las tendencias de producción en esta década. Sin embargo, los análisis de las perspectivas sí representan un cambio de tendencias debido a las crecientes limitaciones de recursos y a las restricciones tecnológicas inducidas por las políticas públicas que se espera generen bajadas de productividad en ciertas regiones. Las tendencias emergentes y las alternativas de consumo y producción se monitorean con cuidado, y su posible efecto en los sistemas agroalimentarios mundiales se evalúa constantemente, de modo que los elementos

⁴ En el contexto agrícola, la biomasa comprende tanto los productos principales de los cultivos como los subproductos y residuos generados durante los procesos productivos, representando una importante fuente de energía alternativa que contribuye a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas mediante el aprovechamiento integral de la materia orgánica producida (McKendry, 2002).

⁵ La bioeconomía se define como un modelo económico basado en la producción, utilización y conservación de recursos biológicos renovables para proporcionar información, productos y servicios en todos los sectores económicos, con el objetivo de avanzar hacia una economía sostenible (Bugge *et al.*, 2016).

⁶ La agricultura contractual es un acuerdo formal o informal entre productores agrícolas y empresas compradoras que establece las condiciones de producción, calidad, cantidad, precio y entrega de productos agrícolas antes del inicio del ciclo productivo (Prowse, 2012). Este sistema permite a los agricultores acceder a mercados seguros, tecnología, insumos y financiamiento, mientras que las empresas obtienen un suministro confiable de materias primas con características específicas.

pertinentes puedan incorporarse en ediciones futuras de las perspectivas. La OCDE y la FAO, en estrecha colaboración con sus asociados, están preparando la base de evidencia empírica y los fundamentos de modelización necesarios para ampliar las proyecciones de las perspectivas más allá de los sectores convencionales de alimentos y agricultura (OCDE y FAO, 2021).

3.9. Brecha digital

En el informe OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas se prevén tendencias futuras en el uso de los principales productos básicos de cultivo (cereales, semillas oleaginosas, raíces y tubérculos, legumbres, caña de azúcar y remolacha azucarera, aceite de palma y algodón) y ganaderos (carne, lácteos, huevo y pescado), ya sean para consumo humano, para forraje o para materias primas destinadas a la producción de biocombustibles y otras aplicaciones industriales. La demanda futura de alimentos es determinada directamente por los cambios de población y demográficos, por el crecimiento y la distribución de los ingresos, y por los precios de los alimentos (OCDE y FAO, 2021). En las perspectivas se supone que la demanda alimentaria se verá también determinada por los cambios en los hábitos de consumo impulsados por el estilo de vida y socioculturales, entre ellos la constante urbanización y la creciente participación femenina en la fuerza de trabajo, así como la conciencia cada vez mayor del consumidor respecto de temas de salud y sostenibilidad.

3.9.1. Innovación y tecnología

Tittonell y Giller (2019), abordan el papel crucial de la innovación y la tecnología en la reconversión agrícola sostenible, enfatizando la necesidad de desarrollar soluciones adaptadas a los contextos locales y las capacidades de los agricultores. Los autores argumentan que la efectividad de las innovaciones tecnológicas depende en gran medida de su capacidad para integrarse con los sistemas de conocimiento existentes y responder a las necesidades específicas de las comunidades agrícolas. La investigación demuestra que las tecnologías más exitosas son aquellas que combinan elementos de la agricultura tradicional con avances científicos modernos, creando sistemas híbridos que maximizan la eficiencia en el uso de recursos mientras mantienen la autonomía de los productores. Los autores destacan la importancia de los procesos

participativos en el desarrollo y adaptación de tecnologías, donde los agricultores son actores activos en la identificación de problemas y la búsqueda de soluciones. Esta aproximación no solo mejora la adopción de las innovaciones, sino que también fortalece las capacidades locales y la resiliencia de los sistemas agrícolas. La investigación también señala que la tecnología debe considerarse como una herramienta para el empoderamiento de las comunidades rurales, no como un fin en sí misma.

3.9.2. Sistemas de riego

Como se menciona anteriormente, el agua es uno de los recursos necesarios para poder desempeñar cualquier actividad agrícola no solamente para la producción de alimentos sino también para la transformación de estos y para asegurar la seguridad alimentaria el agua es un recurso renovable; sin embargo, la falta de inversión en tecnología para tratamiento de agua compromete la disponibilidad de este recurso (Astier-Calderón *et al.*, 2002).

Existen pocas empresas que se dedican a la instalación de nivel sistemas de riego específicos para cada tipo de cultivo esto debe de impulsarse ya que controlar el agua hacerla usarla de forma efectiva es lo que promueve un cultivo sostenible visto desde un aspecto gubernamental, la CONAGUA no tiene registros exactos de cuánta agua se utiliza para la producción agrícola en México ni para la producción pecuaria lo que lleva a un descontrol ya que no se audita a los productores sobre cuánta agua están utilizando y cuál es la procedencia de esa agua. Es aquí donde resulta fundamental la creación de políticas públicas estrictas sobre el uso del agua ya que es un recurso que debe de ser usado por todos los seres humanos para poder asegurar un nivel de vida de calidad y la supervivencia, así como disminuir factores de enfermedad o salud poblacional. Se debe de invertir en tecnología para poder administrar riego tecnificado sistemas de riego tecnificado que contabilicen y dosifiquen de forma eficiente el agua para riego, también se deberá de tener en cuenta la operación de plantas tratadoras de agua que descontaminen y potabilizan el agua disponible para riego que ha sido captada no de las lluvias, sino de afluentes de aguas negras (Barrios *et al.*, 2003).

3.9.3. Aplicación de estaciones meteorológicas y monitoreo de gas invernadero

Uno de los pilares de la agricultura inteligente es el monitoreo de las emisiones de gas invernadero, esto se puede lograr con la utilización de estaciones meteorológicas y de sistemas acoplados de cromatografía de gases que midan las emisiones de gas invernadero producidas en cada uno de los cultivos. En la actualidad esto únicamente se realiza en algunas provincias en China debido a que por la alta contaminación que provocaban la producción pecuaria se restringió y se comenzó a monitorear el uso y la calidad del aire. Actualmente la producción de arroz maíz y trigo en países de oriente monitorean la producción de gas invernadero derivado de la sobre nitrificación del uso desmedido de fertilizantes nitrogenados así como la liberación de Dióxido de carbono (CO_2) que no se fija en las hojas después de la reacción fotosintética (Bragachini, 2012). Realizar estos monitoreos tanto climáticos como de emisiones de gas invernadero generará una biblioteca de datos que ayuden a determinar cuáles son los cultivos que están siendo más sostenibles y cuáles no son viables para seguir produciéndose, independientemente de qué tan rentables puedan llegar a ser, es necesario tomar en cuenta la conciencia ecológica y las afectaciones que pueden llegar a tener los cultivos que no se estén produciendo con lineamientos de sostenibilidad.

3.9.4. Laboratorios de suelos

Conocer la calidad de los suelos es fundamental para poder asegurar una correcta producción en años recientes se adoptan prácticas agrícolas que no están basadas en la ciencia de datos los agricultores implementan cultivos de forma aleatoria y el que comience a adaptarse mejor es el que comenzarán a producir (Mooney, 2019). Sin embargo, para que esto ocurra realizan serias modificaciones en la estructura del suelo cambiando la concentración de nutrientes principalmente de nitrógeno lo cual lleva a altas contaminaciones por lixiviado de este tipo de fertilizantes, al transferir tecnología de análisis de suelos personalizados para cada región se puede llegar a tener ahorros significativos en la concentración en el uso de ciertos fertilizantes granulados así como también determinar cuáles son los suelos más aptos para cada cultivo estableciendo así desde el Potencial de Hidrogeno (PH) y la alcalinidad del suelo y con esta

información poder decidir mejor cuál es el cultivo que se desempeñarán mejor en esa región en específico.

3.10. Cambio climático, vulnerabilidad y riesgos para la agricultura

La vulnerabilidad corresponde a la susceptibilidad que tiene un elemento de ser afectado o de sufrir una pérdida. En consecuencia, la diferencia de vulnerabilidad de los elementos determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de un evento externo sobre los mismos. La vulnerabilidad puede clasificarse como de carácter técnico (elementos físicos y funcionales) y de carácter social (aspectos económicos, educativos, culturales, ideológicos, etc.). Un análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de elemento(s) ante una amenaza específica (Herrera, 2006).

Los nuevos modelos propuestos economía circular para poder favorecer el impulso del desarrollo sostenible llevan a considerar que la economía debe de formar parte integral del desarrollo de la sociedad y con esto lograr minimizar el impacto de la actividad humana que tiene sobre la transformación de los recursos naturales de determinadas regiones consideremos que en lo particular la agroindustria tiene un enorme impacto en donde se practica esta actividad es fundamental entender que los principios de la producción agrícola deben de perseguir cero pobreza cero hambre y reducción de las desigualdades sociales así como la sostenibilidad ambiental qué es fomentar la acción climática y favorecer la vida en la Tierra, sin embargo, las malas prácticas agroindustriales qué se centran en la agricultura tradicional en donde se consigue un cambio de uso de suelos producir monocultivos invasivos y captar grandes cantidades de agua de una población que al final solamente beneficia a unos cuantos genera una situación económica desfavorecedora y aumenta la brecha social entre los pobres y los ricos del mundo y aun así monopoliza el mercado alimentario tanto para personas como piensos para animales es importante tomar en cuenta el impacto que tiene la agroindustria en el planeta no solamente en México.

Aunque México ocupa el tercer lugar productivo en este giro siendo el productor número uno de cultivos como aguacate, limón y frutillas tenemos que tomar en cuenta que la agroindustria ocupa más del 40% de la superficie terrestre del planeta y es responsable de gran parte de las

emisiones anuales de gas invernadero esto debido principalmente a que aún no se ha integrado una agricultura inteligente como una práctica prioritaria entre los productores locales.

Resulta prioritario generar cambios o transformaciones en la cadena de suministro de lo que es la producción del sector agroalimentario cabe destacar que ya que es prioritario asegurar la producción de alimentos para toda la población y que estos sean seguros y de calidad por lo que sugerir un modelo de agro negocios basado en la producción en masa con uso intensivo de grandes extensiones de tierra, en donde una porción de tierra de cultivo se compromete directamente para uso de suelo exclusivo para producción y que también es de considerar el alto consumo de agua para riego agrícola como parte de los dos aspectos centrales para la seguridad alimentaria, sin embargo, esta práctica debilita la conservación de la biodiversidad generando una amenaza para los ecosistemas comprometiendo grandes cantidades de agua dulce de agua limpia que muchas veces al verse contaminada por productos derivados de agroquímicos como fertilizantes y algunos mejoradores del crecimiento o pesticidas no se sanean correctamente y esto lleva a una sobreexplotación de los mantos acuíferos, estos daños se pueden observar a un corto plazo y se espera que el problema de la disponibilidad de agua para riego sea el factor fundamental que limite la producción de alimento en los próximos 20 años.

En este sentido, el reto fundamental es identificar cuáles son los factores que influyen en la mitigación de la actividad agrícola y es aquí donde en particular los agro negocios pueden innovar con una industria emergente que utiliza tecnología para propiciar y facilitar servicios tanto financieros como tecnológicos y científicos en servicio de la agroindustria con la integración de tecnologías verdes, y también aplicando ciencia de Datos avanzadas a la agroindustria, se puede generar un efecto benéfico para prevenir y mitigar los efectos antes mencionados.

Como ya se mencionó anteriormente, la inclusión al del replanteamiento de los agro negocios tienen que ser incluyentes y favorecer la prosperidad de pequeños propietarios pequeñas y medianas empresas que brindan una diferente amplia gama de servicios productivos de alimentos o de agro servicios y con esto convertirlos en generadores de activos y productos

financieros rentables que favorezcan la economía circular,⁷ por lo tanto generar una propuesta de nuevas tecnologías que se acerquen a la agroindustria promoverá un sistema económico incluyente que favorezca la expansión y asegure los altos volúmenes de alimentos necesarios para poder favorecer los indicadores de cero hambre y cero pobreza; también es importante considerar los canales de distribución que pueden abarcar bases de clientes y también áreas geográficas de difícil acceso, es importante tomar en cuenta la reducción de costos para lograr que este tipo de propuestas sean eficientes y permitan una inclusión rentable con alto margen de utilidades promoviendo productos y servicios nuevos de bajo costo que satisfagan las necesidades de las poblaciones altamente vulnerables y no únicamente que se cubran las expectativas de los productores, con esto se lograría un desperdicio mínimo de alimento desde el origen garantizando así una distribución equitativa y bien planeada que se base en la utilización de nuevas tecnologías emergentes que faciliten la economía circular.

Como parte de las nuevas tecnologías emergentes para la producción o la consolidación de negocios es importante tomar en cuenta los servicios financieros móviles que brindan desde una aplicación la facilidad a los usuarios de poder realizar depósitos retiros realizar pagos a sus empresas pagar impuestos pagar aduanas, también pagar seguros o impuestos del gobierno generar ahorro préstamos o también pedir préstamos contratar seguros y realizar inversiones desde la comodidad de una aplicación en un dispositivo móvil solamente con el uso del internet se puede llegar a consolidar una base de datos importante de diferentes organizaciones que se dedican al giro de la inversión de agro negocios o de agroindustria y con esto asegurar que las pequeñas empresas o los pequeños productores puedan tener una inversión acercándose a organizaciones, en México como Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) o la SADER, la cual favorece la inclusión de las personas con recursos limitados pero que tienen una pequeña extensión de tierra que puede llegar a ser altamente productiva estos.

En este sentido, los servicios financieros son sumamente positivos ya que favorecen la creación de nuevos empleos la educación y disminución en los niveles de pobreza mejorando la calidad y el bienestar de las personas más vulnerables; sin embargo, es importante tener en cuenta el contexto de cada país o región ya que es distinta las leyes aplicables de forma particular en

⁷ En el contexto agrícola, la economía circular promueve el aprovechamiento integral de recursos, la minimización de desperdicios y la creación de ciclos cerrados de nutrientes que optimizan la eficiencia productiva mientras reducen el impacto ambiental (MacArthur, 2013).

México para cada estado que cuentan con soberanía sobre todo en temas de agronegocios y de desarrollo agrícola. Es fundamental inyectar dinero de inversiones externas a una región en particular y con esto asegurar el desarrollo de los agronegocios tomando en cuenta que el dinero forma parte del movimiento de la economía circular.

3.11. Agricultura protegida

El uso de invernaderos de túneles y de cultivos acolchados resulta sumamente importante para ciertos cultivos ya que no pueden estar a la intemperie, el invernadero los protege de cambios bruscos en la temperatura mantiene un control en la humedad y reduce la incidencia de plagas en los cultivos una de las desventajas de utilizar invernaderos es que el plástico residual después de que se utiliza se degrada, micro plástico y generará contaminación en el suelo subsuelo y algunos mantos acuíferos por lo que es importante tomar en cuenta que todo plástico que llega a los cultivos agrícolas deben de estar controlados, monitoreados y se deberán de retirar en un tiempo adecuado para evitar la contaminación de micro plástico al ambiente.

3.12. Cambios en el mercado existente

Las líneas de mercadeo y comercio de los productos agroalimentarios están definidas por un productor una cadena de suministro y el cliente final y como intermediarios participan diversos comerciantes que podrán ser distintas áreas como tiendas de mayoreo de menudeo, centrales de abasto o cadenas comerciales multinacionales y es aquí en donde también se requieren de nuevas políticas que favorezcan al productor y al cliente final ya que en muchas ocasiones, el cómo el mercado oscila de tal manera que se han llegado a perder cultivos completos porque el productor no es capaz de recuperar la inversión al momento de mover su cosecha. Cuidar la cadena de mercadeo es fundamental para asegurar bajos precios y que el negocio se mantenga rentable ya que en este tipo de agro negocios los intermediarios resultan ser más beneficiados económicamente que el productor inicial, lo cual es un esquema que puede llegar a comprometer la producción de alimentos ya que por desconocimiento o por falta de acceso a la información el productor inicial puede tomar la decisión de dejar de producir o vender todo su cosecha a un cliente en específico, el cual podrá mover los precios de acuerdo a su conveniencia.

La industria de la maquinaria y la agricultura va a depender en gran medida de las formas del negocio agropecuario, un impulso y una relación entre el precio producto provoca una expansión en los cultivos sobre nuevas áreas que antes se dedicaban a exportaciones o productos vírgenes en mercados no establecidos. Ahora se ha incrementado una demanda importante de los equipos y campañas subsiguientes, este fenómeno es un fenómeno inverso a la caída de los precios, posiblemente se deprime al mercado de equipamiento e insumos aunque específicamente la exacerbación de la competencia entre las firmas de maquinaria debido a la crisis puede fomentar la búsqueda de nuevas tecnologías reduciendo de este modo los costos y aplicándolos en resultado a los mercados, lo anterior da como medida que a partir del 2014 se verá como más adelante una distinción entre los ciclos económicos que marcan una clara pauta en la relación de precios y los bienes agrícolas.

3.13. Ciencia de datos

La generación de bases de datos sofisticadas y actualizadas es fundamental para poder establecer cuáles son los factores cultivos en la producción agroalimentaria, esto fundamenta en tomar decisiones basadas en información sustentada en investigación científica de esta todos los involucrados podrán saber cuál clima favorece la producción, cuánta agua hay disponible, cantidad y calidad de fertilizantes así mismo saber estrictamente si el cultivo cumple con los atributos de un cultivo sostenible siendo altamente rentable (Scaramuzza *et al.*, 2016).

Evitar suposiciones facilitando el proceso de la toma de decisiones de una manera coherente y basado en datos que puede resultar lo mejor para la toma de decisiones más allá de la agricultura mediante especulaciones ayuda a mejorar el rendimiento, si bien ya está diseñado e integrado de manera adecuada en los procesos de una parcela, el proceso de toma de decisiones ayudará a mejorar el rendimiento de los productos de los productos agrícolas ayuda también a saber más sobre el cliente ya que permite reunir la información sobre las tendencias del mercado y ofrecer de esta manera anticipación a los productos o servicios que sean innovadores y además pertenezcan a las demandas cambiantes del mercado. Es importante además conocer el mercado ya que los competidores están en transformación constante y pueden mejorar su rentabilidad esto ayuda a los agricultores a tener una mejor información sobre las acciones de los

competidores y sobre las tomas de decisiones que están tomando sobre el mismo producto (Paredes, 2017).

3.14. Sistema de geolocalización y topografía

Estas herramientas tecnológicas favorecen el conocimiento del entorno ayudando a determinar si la parcela o el cultivo se instalará en una región que puede tener planicies llanos o puede estar ubicada en las faldas de una montaña o de un cerro, estos sistemas de geolocalización también pueden ayudar a generar mapas de cultivos y poder establecer directamente en donde se localizan algunos cultivos determinados y así prevenir algunas situaciones del clima, es decir si cuenta con toda la infraestructura tecnológica en donde conozca directamente la localización de la huerta parcela o finca y establecer cuáles son los factores que pueden llegar a afectar la y contrarrestar los tomando en cuenta las condiciones y la información climática generada por estaciones meteorológicas (Santini y Ghezán, 2022).

3.15. Maquinaria de precisión para la agricultura

Contar con maquinaria de precisión es sumamente importante para asegurar las cosechas así como también la siembra de algunos cultivos básicos de los cuales se pueden mencionar los cereales como el trigo la cebada el maíz y el arroz, sin embargo, en los últimos años se ha desarrollado maquinaria altamente específica para poder realizar cosecha que anteriormente sólo se realizaba a mano, es decir, utilizando capital humano con jornadas altamente prolongadas y expuestos en la parcela estas maquinarias favorecen la cosecha y también algunas tienen acoplado el sistema de empaque que ayuda a garantizar la distribución del producto, para los agricultores este tipo de maquinaria se vuelve sumamente funcionar una desventaja es la alta inversión que requieren pues estas maquinarias son sumamente costosas y en muchas ocasiones se pueden solamente obtener con financiamiento el cual dependiendo del contexto en el que se encuentren los productores, habrá dependencias gubernamentales que faciliten estos créditos o estos financiamientos para poder mejorar la tecnificación de los cultivos hablando directamente de la cosecha y la siembra del producto.

Adaptando las tecnologías mencionadas en el presente trabajo y con una aplicación de políticas públicas es posible consolidar las practicas agroindustriales a la producción de alimento hacia una agricultura sostenible e inteligente que no solo sobre explote los recursos naturales para lograr que se base en la toma de decisiones orientada a la información, de este modo disminuir el impacto de la practicas agrícolas actuales, que necesitan un cambio de paradigmas que le permitan adaptarse a los planeamientos señalados en la Agenda 20-30 para el Desarrollo Sostenible.

3.16. Agricultura, su innovación y su evolución

En general, este uso obedece al hecho de dar un giro a la forma de trabajar y hacer más eficiente las labores o servicios, ya sea usando tecnología o aplicaciones. Las tecnologías de la información y comunicación en el sector agrícola están logrando cambios profundos en la manera de trabajar de los agricultores.

La aplicación de la tecnología ha servido como una herramienta entre el hombre y la naturaleza; es así como surge la función básica en teoría de contribuir a transformar los recursos naturales para beneficiar a la población que vive del campo (Herrera, 2006). Un ejemplo de actualidad del uso de la tecnología en este sector son los sistemas de producción en ambientes. Actualmente el sector agroalimentario mexicano presenta una serie de ajustes y cambios tecnológicos que han incidido en su estructura productiva básica.

En este sentido, las herramientas son potenciadas por las transformaciones en las demandas sociales y cada variable climática, lo anterior ha transformado los sistemas productivos de tradicionales a los de alta tecnología, esto sucede por la sustitución de cultivos o razas de ganado, la integración de las nuevas tecnologías y construcciones agropecuarias que amplían las asimetrías económicas. esta situación se hace evidente con la especialización tecnológica y productiva de las regiones agrícolas.

3.17. Innovaciones tecnológicas en la agricultura

La innovación agrícola permite a la población mundial disminuir las hambrunas masivas, mediante el incremento de la producción agrícola, en consecuencia, se genera una disponibilidad de alimentos y por lo tanto se mejoran los ingresos de los productores agrícolas, lo anterior conlleva la reducción del hambre y de la brecha económica. Es importante enfrentar los desafíos de la globalización, y el nexo entre una mejora de la productividad agrícola y la conservación de los recursos naturales más la innovación agrícola parece obvia. En septiembre del 2010 durante la Cumbre de las Naciones Unidas en Nueva York los Jefes de Estado se comprometieron a acelerar los progresos con el objetivo de desarrollar mediante una serie de acciones el crecimiento de la productividad agrícola, promoviendo el desarrollo y la difusión tecnológica adecuada accesible y sostenible, así como la transferencia de la tecnología en una manera recíproca y en conjunto con las investigaciones y la innovación (Vargas-Canales *et al.*, 2018).

3.18. Agricultura digital

A partir de la década de los 90 la Biotecnología⁸ hizo su gran aporte a la actividad productiva mediante la generación e implementación de los cultivos organismos genéticamente modificados (OGM) resistentes y/o tolerantes a herbicidas (Bonadeo *et al.*, 2017). Hecho que permitió ampliar la frontera agrícola y desarrollar la producción de granos en ambientes que hasta ese momento eran considerados marginales para la agricultura.

Se entiende por agricultura digital (AD) la incorporación de tecnologías digitales en los procesos y etapas de la actividad agrícola o agropecuaria. Agricultura inteligente y agricultura 4.0 suelen usarse como sinónimos de AD. Siguiendo la clasificación de la OCDE, las tecnologías digitales con posibles aplicaciones en la agricultura incluyen la operación de plataformas digitales,

⁸ En el contexto agrícola, la biotecnología se refiere al uso de técnicas científicas y tecnológicas para modificar organismos vivos, desarrollar variedades mejoradas de cultivos, crear biofertilizantes y biopesticidas, y optimizar procesos productivos mediante el aprovechamiento de sistemas biológicos (Sonnino y Ruane, 2013). Incluye tanto métodos tradicionales de mejoramiento como técnicas moleculares avanzadas de modificación genética.

sensores, “*Internet of Things*” o Internet de las cosas (*IoT*)⁹, robots, drones, *big data*, computación en la nube (*cloud*), inteligencia artificial y *blockchain*¹⁰ (OCDE y FAO, 2021). La incorporación de estas tecnologías supone la generación de información (basada en la recopilación y procesamiento de datos) e indicaciones que permiten el monitoreo, el análisis, la planificación y el control inteligente de procesos de producción, transformación, distribución y comercialización de productos agrícolas. La disponibilidad de tecnologías digitales para la agricultura se ha incrementado significativamente en los últimos años, lo que ha impulsado la digitalización de la actividad agrícola (CEPAL, 2021a).

La agricultura de precisión se considera como un sistema que se emplea para el análisis y control de los cultivos utilizando tecnologías satelitales monitoreando y utilizando maquinaria automatizada. La variación de estos cultivos se basa en las diferencias fértiles de las distintas áreas de los terrenos y se observa durante el desarrollo de las plantas que se cultivan, esta variación se observa también en la producción de un mismo terreno en una temporada en específico en comparación con otra.

El uso de la agricultura de precisión permite reducir hasta en un 90% el uso de los insumos que se emplean en la agricultura y que posteriormente se liberan en el medio ambiente tales como los pesticidas. Con el uso de la tecnología en la agricultura tal como una agricultura inteligente puede conseguir una mayor sostenibilidad, minimizando los recursos que se invierten, reducir el impacto ambiental, los riesgos agroalimentarios y se maximiza y la producción (Santillán y Rentería, 2018).

⁹ El Internet de las Cosas (*IoT*, por sus siglas en inglés) se define como una red de objetos físicos interconectados que incorporan sensores, software y otras tecnologías para conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet (Nakamoto, 2008). Permite la comunicación máquina-a-máquina (M2M) y la automatización de procesos sin intervención humana directa.

¹⁰ En el sector agrícola, *blockchain* facilita la trazabilidad de productos desde el origen hasta el consumidor final, mejora la transparencia en las cadenas de suministro y habilita nuevos modelos de certificación y comercialización que fortalecen la confianza entre productores y consumidores (Swan, 2015). Es una tecnología de registro distribuido que mantiene una base de datos descentralizada y criptográficamente segura, donde las transacciones se almacenan en bloques interconectados de manera cronológica e inmutable, eliminando la necesidad de intermediarios centralizados para verificar y validar operaciones.

Tabla 1.
Evolución de la agricultura digital

Tipo	Época	Características
Agricultura 1.0	Antes de 1950 intensiva en mano de obra con baja productividad, un tercio de la población se dedicaba a la producción agrícola	
Agricultura 2.0	Denominada la revolución verde comenzó en el año 1950, las prácticas agrícolas más importantes fueron:	Mejoramiento genético Utilización de pesticidas y fertilizantes sintéticos Maquinaria agrícola especializada Hubo grandes incrementos en los rendimientos.
Agricultura 3.0	Denominada Agricultura de Precisión. Se inició en 1990 con la utilización de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), utilización de cosechadoras combinadas, equipadas con monitores de rendimiento, basadas en GPS. Equipos de tasa de aplicación variable, utilización de biotecnología y desarrollo de software para aplicaciones agrícolas	
Agricultura 4.0	Se inició después del 2010 basada en la evolución de diversas tecnologías como:	Redes de sensores Sensores en maquinaria Naves no tripuladas Procesamiento de imágenes satelitales Sistemas de tecnología de información basados en la nube Análisis de <i>Big Data</i> Aplicaciones móviles Tractores autónomos

Tipo	Época	Características
		Estas tecnologías fueron incorporadas a tractores, cosechadoras y otros. Los otros términos que se usan para esta es: agricultura inteligente o agricultura digital

Fuente: Elaboración propia con datos de Melgar (2018).

En este sentido la AD requiere de ser aplicada en tres etapas: 1. La recolección de datos, esta se realiza mediante satélites o sensores remotos, 2. El análisis de los datos recolectados, el trabajo lo realiza un experto que emite sugerencias para el manejo adecuado de los cultivos y 3. La implementación, la realiza un agricultor, que cultiva el terreno de acuerdo con las recomendaciones.

3.19. Desarrollo económico, desarrollo rural y desarrollo agrícola

Como el aumento de la productividad de la agricultura libera fuerza laboral para otros sectores, durante varias décadas del siglo pasado esta relación entre agricultura y crecimiento económico global fue distorsionada en la forma de una doctrina que perseguía la industrialización aún a expensas del desarrollo agrícola, socavando por lo tanto las posibilidades de que la agricultura contribuyera al desarrollo global. Se consideraba que el papel del sector consistía en ayudar al desarrollo industrial, elemento esencial de la estrategia de crecimiento. De hecho, se pensó que la industria era tan importante para las perspectivas económicas a largo plazo que subsidiarla fue una práctica común, a expensas del contribuyente fiscal y de otros sectores (Sabato *et al.*, 1982).

En el sector agrícola y el medio rural, se expresa la heterogeneidad estructural de la región y los retos del cambio estructural. El peso de la agricultura en el PIB varía entre -2% y 20% y las tasas de pobreza extrema rural, entre -1% y más de 60%. La estrategia de reproducción de muchas explotaciones y hogares agrícolas depende cada vez más del empleo rural no agrícola y de generar ingresos con actividades distintas a la agricultura. Esto cuestiona la tradicional

asimilación de lo rural con lo agrícola (y viceversa) y requiere de nuevas políticas para promover el desarrollo de microempresas de servicios o de transformación que, junto con las actividades agrícolas, potencien el desarrollo económico de los espacios rurales (CEPAL, 2021b).

Una parte del estímulo positivo del crecimiento agrícola consiste en la creación de mercados para productos y servicios rurales no agrícolas, diversificando la base económica del medio rural. A medida que las economías crecen, las actividades no agrícolas adquieren creciente importancia en las zonas rurales. Su desarrollo, sin embargo, depende en parte del crecimiento agrícola. Los dos se complementan, no se sustituyen, en el desarrollo rural.

3.20. Aspectos socioeconómicos

Van der Ploeg (2020), presenta un análisis profundo de las dimensiones socioeconómicas de la reconversión agrícola, explorando cómo las transformaciones en los sistemas productivos afectan y son afectadas por las estructuras sociales y económicas existentes. El autor argumenta que la vulnerabilidad de los sistemas alimentarios locales está estrechamente relacionada con las dinámicas de poder y las relaciones económicas que caracterizan el sector agrícola. La investigación demuestra que el éxito de la reconversión depende en gran medida de la capacidad de las comunidades para mantener el control sobre sus recursos productivos y desarrollar estrategias de adaptación que fortalezcan su resiliencia económica.

En este contexto se incluye la diversificación de fuentes de ingreso, el desarrollo de mercados locales y el fortalecimiento de las redes de cooperación social. El autor enfatiza que la transición hacia sistemas más sostenibles debe considerar no solo los aspectos técnicos de la producción, sino también las dimensiones culturales y sociales que sustentan las prácticas agrícolas tradicionales. La capacidad de las comunidades para adaptarse y prosperar durante la transición está fuertemente influenciada por su acceso a recursos, conocimientos y mercados, así como por las políticas y estructuras institucionales que regulan el sector agrícola.

3.21. Política y gobernanza

De Molina y Toledo (2000), desarrollan un análisis exhaustivo de los marcos políticos y sistemas de gobernanza necesarios para facilitar una reconversión agrícola exitosa. Los autores argumentan que las políticas efectivas deben abordar simultáneamente las dimensiones técnicas, sociales y ambientales de la transición agrícola, creando un entorno propicio para la innovación y el cambio sostenible. La investigación destaca la importancia de la participación comunitaria en la formulación e implementación de políticas, asegurando que las intervenciones respondan a las necesidades y aspiraciones locales. Los autores enfatizan que los marcos regulatorios deben ser lo suficientemente flexibles para adaptarse a diferentes contextos mientras mantienen estándares claros de sostenibilidad y equidad. Además, señalan la necesidad de coordinación entre diferentes niveles de gobierno y sectores de la sociedad para crear políticas coherentes que apoyen efectivamente la transición hacia sistemas agrícolas más sostenibles. La gobernanza efectiva, según los autores, debe facilitar el acceso a recursos y mercados mientras protege los derechos de los agricultores y promueve la conservación de los recursos naturales.

3.22. Sistemas alimentarios locales

Altieri y Toledo (2011b), proporcionan un análisis detallado de la importancia de los sistemas alimentarios locales en el contexto de la reconversión agrícola, enfatizando su papel fundamental en la construcción de la soberanía alimentaria y la resiliencia comunitaria. Los autores argumentan que los sistemas alimentarios locales representan mucho más que simples cadenas de suministro; son redes complejas que integran aspectos culturales, económicos y ecológicos de la producción y consumo de alimentos. La investigación demuestra cómo estos sistemas contribuyen a la preservación de la agrobiodiversidad, el mantenimiento de las tradiciones culturales y el fortalecimiento de las economías locales. Los autores destacan la importancia de las redes alimentarias alternativas y los mercados locales en la creación de sistemas más equitativos y sostenibles. Además, señalan que la revitalización de los sistemas alimentarios locales puede contribuir significativamente a la mitigación del cambio climático y la adaptación a sus efectos, mientras proporciona medios de vida dignos para las comunidades rurales.

3.23. Integración y perspectivas futuras

La literatura revisada sugiere que el éxito de la reconversión agrícola y el mantenimiento de la garantía alimentaria requieren un enfoque verdaderamente integrado que considere todas las dimensiones discutidas anteriormente. McMichael (2013) y otros autores enfatizan que los desafíos futuros, incluyendo el cambio climático, la degradación ambiental y las presiones demográficas, harán aún más crucial la necesidad de sistemas agrícolas resilientes y adaptables. La investigación demuestra que la transición hacia sistemas más sostenibles no es solo una necesidad ambiental sino también una oportunidad para reconfigurar las relaciones sociales y económicas en el sector agrícola. Los autores coinciden en que el futuro de la agricultura dependerá de nuestra capacidad para equilibrar las demandas de productividad con la necesidad de conservar los recursos naturales y fortalecer las comunidades rurales. La integración efectiva de conocimientos tradicionales y modernos, junto con políticas de apoyo apropiadas, será fundamental para alcanzar estos objetivos.

3.24. Tendencias recientes en el análisis del desarrollo rural

El desarrollo rural es una modalidad de desarrollo emprendida desde la concepción de europea, en otros sitios como en ALC, surgen nuevas alternativas que pretenden adecuar el enfoque territorial en el contexto de Latinoamérica. Schejtman y Berdegú (2004b), ilustran en su trabajo características importantes del desarrollo rural con un enfoque territorial:

1. La competitividad que se determina por la difusión del progreso técnico y del conocimiento como una condición necesaria de sobrevivencia para las unidades productivas.
2. La innovación tecnológica que lleva a la productividad del trabajo como una determinante para mejorar los ingresos de la población en situación de pobreza rural.
3. La competitividad se convierte en un fenómeno con características sistémicas, que se fundamenta y depende de la caracterización de los entornos en donde se encuentra inserta.
4. La demanda que está externa al territorio como promotor de transformaciones productivas, volviéndose fundamental para incrementar la productividad y el ingreso.

En este sentido existe un vínculo entre el urbano y la ruralidad que se vuelven esenciales para el desarrollo de las actividades agrícolas y aquellas no agrícolas dentro del territorio. es así como el desarrollo institucional es decisivo para el desarrollo territorial.

Dentro de las tendencias recientes en el análisis del desarrollo rural, un enfoque que ha cobrado particular relevancia desde finales del siglo XX es el de la nueva ruralidad, el cual propone una reconfiguración conceptual del espacio rural más allá de su tradicional asociación con la actividad agrícola y la pobreza estructural. Este enfoque surge como respuesta a las profundas transformaciones económicas, sociales y territoriales derivadas de los procesos de globalización, la reestructuración productiva y la creciente interdependencia entre lo urbano y lo rural (Schejtman y Berdegú, 2004a).

La nueva ruralidad reconoce que los territorios rurales han experimentado una diversificación funcional significativa, en la que la agricultura, si bien sigue siendo un componente central, coexiste con actividades no agrícolas, servicios ambientales, turismo rural, economías de plataforma y dinámicas de pluriactividad que redefinen los medios de vida de las poblaciones campesinas (De Grammont, 2004; Llambí, 1996). En este sentido, Echeverri y Ribero (2002), señalan que lo rural ya no puede entenderse exclusivamente desde una perspectiva sectorial agraria, sino como un territorio multifuncional en el que convergen dimensiones económicas, culturales, ambientales e institucionales.

Este paradigma también cuestiona la dicotomía clásica urbano-rural, argumentando que los vínculos entre ambos espacios son cada vez más fluidos e interdependientes, lo que exige políticas de desarrollo que reconozcan la heterogeneidad de los territorios y la agencia de sus actores locales (Pérez, 2001). Para el análisis de cadenas productivas agrícolas, incorporar el enfoque de nueva ruralidad resulta especialmente pertinente, pues permite visibilizar cómo los productores rurales articulan estrategias diversificadas de inserción en mercados, combinando lógicas comunitarias con dinámicas de mercado globalizadas.

3.25. El desarrollo rural desde la perspectiva de la economía institucional y regional (territorial)

La sostenibilidad de los medios de vida, la cooperación y la gobernabilidad locales, el fortalecimiento de una nueva economía basada en la agricultura y la incorporación de un concepto ampliado de economía territorial, y los riesgos y oportunidades que supone la globalización para la viabilidad de las economías rurales son algunas de las preocupaciones que abarca el enfoque territorial, cuyo surgimiento se da en respuesta a una serie de factores que afectan el proceso de desarrollo rural, entre ellos destacan la pobreza rural, brechas sectoriales, deterioro de los recursos naturales el auge de las nuevas tecnologías (Herrera, 2006).

3.26. Esquemas teóricos para el análisis del desarrollo agrícola innovación y agricultura 4.0

La tecnología digital ha revolucionado la industria, los servicios, el comercio, la educación y ahora ha revolucionado la agricultura. De acuerdo con Melgar (2018), la digitalización agrícola es la evolución de la agricultura de precisión con una agricultura basada en el conocimiento y conectada al internet. En este sentido la agricultura digital impacta la cadena de valor de determinado producto y se puede describir la evolución de la agricultura y de las tecnologías de la información como la agricultura 4.0 y 5.0., según Barreiro en 2014, considera que la agricultura digital puede mejorar las condiciones de la agricultura extensiva y familiar, y generar la oportunidad de un negocio para pequeños emprendedores que puedan integrar la tecnología con el sistema agrícola.

En este contexto se presenta la agricultura digital con un objetivo para crear la red de información ya sea externa o interna utilizando el desarrollo de *software* y *hardware*. de esta manera los sistemas agrícolas se verán convertidos en servicios que se basan en el internet y en la cantidad de datos que se encuentran en los servidores y en la nube. los sistemas podrán permitir la comunicación entre las máquinas agrícolas, los sistemas móviles de control de equipos las telecomunicaciones y la comunicación de máquina a máquina con sistemas geoespaciales abiertos con servicios de almacenamiento y el procesamiento de los datos

agrícolas, estos datos se podrán obtener de los sensores o del internet de las cosas, de los drones, la información climática, la satelital y todos aquellos datos que provienen del internet (Melgar, 2018).

La agricultura 4.0 se refiere a nuevas tecnologías agrícolas las cuales han sido y aún están siendo desarrolladas con el fin de brindar nuevas soluciones a procesos actuales dentro de la industria agrícola (Marroquín, 2021). Entre otros, uno de los principales argumentos para la implementación, es la calidad de datos que permitirá generar dicha maquinaria, así como la facilidad que tendrán luego los productores y demás trabajadores para la toma de decisiones y la elaboración de las diferentes tareas tradicionales de la producción de alimentos, las cuales son conocidas por requerir de una gran cantidad de trabajo manual (Wandel Marroquín, 2021).

La AD debe constituirse en una oportunidad para generar sistemas de producción más sustentables económica, social y ambientalmente. Los profesionales de las Ciencias Agrarias, junto con otras instituciones relacionadas, necesariamente tendrán que asumir un rol protagónico en la nueva etapa que propicia esta corriente innovadora.

La tecnología no solo tendría beneficios en la productividad, eficiencia y facilidad de manejo y precisión para las empresas productoras, sino también permitiría la generación de información exacta, individual y en tiempo real sobre las cosechas, obteniendo así datos sobre el ambiente y otros factores que puedan estar influenciando la producción en cada uno de los diferentes ámbitos (Navarro, 2023). Esto podría permitir que se produzca en muchos más lugares del mundo, dado que la información sobre cada área podría ser generada acorde a las características particulares presentadas y podrían tomarse medidas determinadas y sin requerimiento de uso extremo de químicos, lo cual simplificaría la producción de alimentos y la cadena de distribución alimenticia, reduciéndose así la inseguridad alimentaria por razones como dificultades de abastecimiento a ciertas áreas, reduciéndose así el impacto medioambiental generado por la industria agrícola (Navarro, 2023).

3.27. Importancia de la implementación de nuevas tecnologías en la agricultura

El desarrollo, en su sentido más amplio, es un proceso multifacético que abarca el crecimiento económico, el progreso social y la sostenibilidad ambiental. En el contexto actual, caracterizado por rápidos cambios tecnológicos, desafíos ambientales sin precedentes y una creciente conciencia sobre la importancia de la inclusión social, es crucial examinar cómo diversas variables interactúan para moldear las trayectorias de desarrollo. En este sentido, la exploración de cómo la tecnología, la sostenibilidad, el perfil humano, la inversión y el agua tienen incidencia en el desarrollo contemporáneo.

La tecnología se ha convertido en un motor fundamental del desarrollo en el siglo XXI. Según Schumpeter (1961), la innovación tecnológica es el corazón del desarrollo económico, impulsando la "destrucción creativa" que conduce al progreso. En la era digital, las TIC han transformado prácticamente todos los aspectos de la sociedad. Como señalan Brynjolfsson y McAfee (2014), la revolución digital está reconfigurando las economías, los mercados laborales y las estructuras sociales a un ritmo sin precedentes. Sin embargo, el impacto de la tecnología en el desarrollo no es uniforme ni inequívocamente positivo. La brecha digital, tanto entre países como dentro de ellos, puede exacerbar las desigualdades existentes (Van Deursen y Van Dijk, 2011).

La sostenibilidad, por su parte, se ha convertido en un imperativo para cualquier modelo de desarrollo viable a largo plazo. El concepto de desarrollo sostenible, popularizado por el Informe Brundtland (Brundtland y Mansour, 2010), enfatiza la necesidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. En este contexto, la sostenibilidad no solo se refiere a la protección del medio ambiente, sino también a la creación de sistemas económicos y sociales resilientes y equitativos. Raworth (2017), propone el modelo de "economía de la rosquilla" como un marco para visualizar un espacio seguro y justo para la humanidad, equilibrando las necesidades sociales con los límites planetarios.

El perfil humano, que abarca las capacidades, habilidades y conocimientos de las personas, es un factor crítico en el desarrollo. Sen (2000), argumenta que el desarrollo debe entenderse como un proceso de expansión de las libertades reales que disfrutan los individuos. Desde esta perspectiva, la educación, la salud y el empoderamiento de las personas son fundamentales para el desarrollo. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) del PNUD refleja esta visión multidimensional del desarrollo, incorporando indicadores de educación, salud y nivel de vida (Rosales, 2017).

La inversión, tanto pública como privada, desempeña un papel crucial en el desarrollo al proporcionar los recursos necesarios para la infraestructura, la innovación y el capital humano. Según Rodrik (2017), la calidad de las instituciones y las políticas públicas es fundamental para canalizar la inversión hacia actividades productivas que promuevan un crecimiento inclusivo y sostenible. La inversión en investigación y desarrollo (I+D) es particularmente importante para impulsar la innovación y la competitividad a largo plazo (OCDE y FAO, 2021).

El agua, como recurso fundamental para la vida y el desarrollo económico, merece una atención especial. La gestión sostenible del agua es crucial para la seguridad alimentaria, la salud pública y la estabilidad ecosistémica. Sin embargo, el cambio climático y la creciente demanda están poniendo presión sobre los recursos hídricos en muchas partes del mundo. Según el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de la (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2021), la escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial y se proyecta que esta cifra aumente. La gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) se ha propuesto como un enfoque holístico para abordar estos desafíos (Brundtland y Mansour, 2010).

La interacción entre estas variables es compleja y multidireccional. Por ejemplo, la tecnología puede mejorar la eficiencia en el uso del agua y promover prácticas agrícolas más sostenibles, pero también puede aumentar la demanda de agua en sectores como la manufactura y la energía. La inversión en educación y formación puede mejorar el perfil humano, lo que a su vez puede impulsar la innovación tecnológica y la adopción de prácticas más sostenibles. La sostenibilidad, al garantizar la disponibilidad a largo plazo de recursos naturales como el agua, crea un entorno más favorable para la inversión y el desarrollo económico.

3.28. Síntesis teórica de las variables

El recorrido teórico del presente capítulo converge en un andamiaje conceptual que sustenta el modelo de investigación propuesto. La relación funcional $Y = F(X)$ donde Y representa la incidencia de la seguridad alimentaria y X la incidencia de la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán encuentra fundamento en la convergencia de múltiples tradiciones teóricas que vinculan la transformación productiva con el bienestar agroalimentario. En palabras de (Schejtman y Berdegú, 2004b), el desarrollo territorial rural implica procesos de transformación productiva e institucional orientados a reducir la pobreza y mejorar las condiciones de vida, lo que sintetiza el propósito central de esta investigación.

La reconversión agrícola, entendida como proceso de destrucción creativa (Schumpeter, 1942), reconfigura los sistemas productivos mediante la sustitución de tecnologías y cultivos obsoletos por innovaciones que elevan la productividad. Este proceso responde racionalmente a cambios en los precios relativos de los factores, tal como postula la teoría del cambio técnico inducido de Hayami y Ruttan (1985), y se inscribe en sistemas socioecológicos complejos cuya resiliencia depende de la gestión adaptativa de los recursos comunes (Ostrom, 2009). La ventaja comparativa territorial (Porter, 1990; Ricardo, 1817) fundamenta la racionalidad económica de reasignar recursos hacia cultivos de mayor potencial competitivo, con efectos directos sobre la oferta alimentaria regional.

3.28.1. Variables del bloque productivo tecnológico

La AT y la adopción de tecnologías agrícolas sigue los patrones identificados por Rogers (2022), en su teoría de la difusión de innovaciones, donde la ventaja relativa percibida, la compatibilidad y la complejidad técnica determinan el ritmo de adopción. En el marco de la agricultura 4.0 (Schwab, 2016), la digitalización, la inteligencia artificial y la automatización generan oportunidades transformadoras, pero también profundizan la brecha digital entre productores con y sin acceso tecnológico (DeBoe y Jouanjean, 2019). Pierpaoli *et al.*, (2013), identifican que el costo de inversión y la falta de capacitación técnica son los principales inhibidores de la agricultura de precisión en contextos rurales, lo que convierte a esta variable en un factor diferenciador clave de los procesos de reconversión.

Las Características Socioeconómicas de los Productores (CSP) en el marco de los medios de vida rurales sostenibles (Chambers y Conway, 1992; Ellis, 2000), establece que la dotación de capitales humano, social, físico, financiero y natural condiciona la capacidad de los hogares para participar en procesos de reconversión. La economía institucional North (1990), añade que las reglas formales e informales, incluida la estructura ejidal prevaleciente en la región, configuran los incentivos y restricciones que enfrentan los productores al decidir sobre cambio tecnológico (K. Appendini y Torres, 2008).

La Inversión Pública y Privada (IPP) y el Banco Mundial (BM) (2008), documenta que cada USD invertido en investigación y desarrollo agrícola genera retornos de entre tres y diez veces superiores en productividad. De Janvry y Sadoulet (2010), demuestran que la inversión en infraestructura rural reduce los costos de transacción y amplía el acceso de los productores a mercados e insumos. La subinversión crónica en el sector ha sido identificada por la FAO (2017), como uno de los principales factores del rezago tecnológico agrícola en países en desarrollo.

La Rentabilidad del Cultivo (RC) y las decisiones de producción de los agricultores están determinadas por las expectativas de rentabilidad, los precios de mercado y los costos de producción (De Janvry y Sadoulet, 2010). El dilema entre rentabilidad de corto plazo y sostenibilidad de largo plazo ha sido discutido por Pretty (2008), quien demuestra que los sistemas que integran prácticas sostenibles son, en un horizonte extendido, los más rentables por preservar la base de recursos naturales. La expansión de los supermercados en América Latina ha transformado los parámetros de rentabilidad, generando presiones para reconvertir hacia estándares de calidad e inocuidad (Reardon y Timmer, 2007).

Las Prácticas Agrícolas Sostenibles (PAS) y la FAO (2018a), propone que la transición hacia sistemas alimentarios sostenibles requiere prácticas que optimicen los ciclos de nutrientes, minimicen insumos externos y preserven la biodiversidad funcional. Pretty *et al.*, (2006), documentan incrementos promedio de productividad del 79% en proyectos agroecológicos en países en desarrollo. Rockström *et al.*, (2009), advierten que prácticas como el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados y la sobreexplotación de acuíferos han traspasado ya varios límites planetarios, reforzando la urgencia de incorporar criterios de sostenibilidad en los procesos de reconversión.

3.28.2. Variables del bloque de seguridad alimentaria

El (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2022), proyecta que el cambio climático incrementará la variabilidad de las precipitaciones en regiones subtropicales como el centro de México, comprometiendo la disponibilidad hídrica para el sector agrícola. Falkenmark y Rockström (2004), señalan que la gestión eficiente del agua que representa el 70% del consumo hídrico global es condición indispensable para la seguridad alimentaria en contextos de creciente escasez Mendoza *et al.*, (2002), documentan el deterioro acelerado del lago de Cuitzeo por sobreexplotación de acuíferos y contaminación por agroquímicos, lo que sitúa a la disponibilidad hídrica como factor crítico y diferencial de esta investigación.

La Disponibilidad de Alimentos (DAL) en su primera dimensión de la seguridad alimentaria según la FAO (2012), la disponibilidad refleja la capacidad productiva agregada de la región. Maxwell (1996), señala que la suficiencia física de alimentos es condición necesaria pero no suficiente, pues su distribución depende de factores económicos e institucionales que pueden generar escasez local aun con abundancia agregada. Ante el pronóstico de Tilman *et al.*, (2011), que la demanda global de alimentos crecerá entre 70 y 100% para 2050, la reconversión hacia sistemas más productivos y resilientes resulta estratégicamente imperativa.

La Accesibilidad de Alimentos (ACA) que analiza Sen (1982), demostró que las hambrunas no son necesariamente consecuencia de escasez física, sino de la incapacidad de ciertos grupos para ejercer sus "títulos de acceso" (*entitlements*) sobre los alimentos disponibles. Sen y Drèze (1989), amplían este marco al incorporar el papel del Estado y las instituciones democráticas como salvaguardas frente al hambre. Reardon y Timmer (2007), documentan que la modernización de las cadenas agroalimentarias puede ampliar el acceso de los productores a mercados más rentables, pero también excluir a los agricultores de menor escala que no alcanzan los estándares requeridos.

Estabilidad de Alimentos (EAL) y el IPCC (2014), identifica el cambio climático como la principal amenaza a la estabilidad de los sistemas alimentarios en el siglo XXI. Ericksen (2008), propone que la estabilidad es una dimensión dinámica influenciada tanto por perturbaciones externas como por la resiliencia intrínseca de los sistemas productivos locales. Schmidhuber y

Tubiello (2007) proyectan una reducción de los rendimientos agrícolas de entre 2 y 6% por década en países en desarrollo, lo que solo puede contrarrestarse mediante variedades resistentes al estrés climático y prácticas agrícolas adaptativas, objetivos centrales de cualquier estrategia de reconversión.

Utilización de Alimentos (UAL) en conjunto con la cuarta dimensión de la seguridad alimentaria (FAO, 2012), la utilización refiere a la capacidad biológica de los hogares de aprovechar los alimentos consumidos. Pinstup-Andersen (2009), señala que esta dimensión ha sido históricamente subestimada, dado que la malnutrición por deficiencia de micronutrientes puede coexistir con la disponibilidad calórica suficiente. Sen y Drèze (1989), enfatizan que la erradicación del hambre oculta requiere intervenciones articuladas entre producción, distribución, educación alimentaria y servicios de salud, lo que implica integrar criterios de calidad nutricional en las decisiones de reconversión agrícola.

3.29. Convergencia teórica e implicaciones para el modelo

Las diez variables independientes se articulan en dos bloques analíticos complementarios. El bloque productivo-tecnológico, sustentado en las teorías del cambio técnico inducido (Hayami y Ruttan, 1985), la innovación schumpeteriana (Schumpeter, 1942), la difusión de innovaciones (Rogers, 2003) y la sostenibilidad ambiental (Ostrom, 2009; J. Pretty, 2008), determina la capacidad transformadora de los sistemas productivos. El bloque de seguridad alimentaria, sustentado en el marco multidimensional de Sen (2009) y Sen y Drèze (1989), la ecología de sistemas alimentarios (Ericksen, 2008) y las proyecciones del IPCC (2022), permite evaluar si los cambios productivos se traducen en mejoras reales en la nutrición y bienestar de la población.

La síntesis teórica confirma que la relación $Y = F(X)$ es empíricamente plausible y teóricamente robusta: la reconversión agrícola impulsada por accesibilidad tecnológica, condiciones socioeconómicas, inversión, rentabilidad y sostenibilidad genera efectos medibles sobre la disponibilidad, el acceso, la estabilidad y la utilización de alimentos en la región de Cuitzeo. Este modelo integra, en un solo andamiaje analítico, las contribuciones del desarrollo territorial rural (Schejtman y Berdegú, 2004b), la economía institucional (North, 1990), la agricultura digital (Schwab, 2016) y la teoría de los sistemas alimentarios (FAO, 2012), garantizando el

rigor conceptual necesario para el análisis empírico que se desarrolla en los capítulos subsiguientes.

CAPÍTULO 4. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Metodología

Para evaluar los efectos derivados de la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria, se proponen diversas metodologías apropiadas. Según Hernández y Mendoza (2014), el análisis estadístico de series de tiempo con datos históricos cuantitativos sobre rendimientos, ingresos y uso de insumos, antes y después de la reconversión, permite identificar cambios significativos mediante pruebas estadísticas. Además, las encuestas a una muestra representativa de productores brindan información sobre variables como acceso a capacitación, financiamiento y comercialización. Estas encuestas estructuradas pueden aplicarse antes y después del proceso para evaluar el impacto (Baptista Lucio *et al.*, 2010)

Asimismo, la realización de entrevistas semiestructuradas con informantes clave, como líderes de asociaciones, agrónomos y autoridades, según Ibáñez (2015), posibilita recoger percepciones sobre cambios en las dimensiones económica, social, ambiental y tecnológica. De igual forma, la observación participante en las comunidades productoras, viviendo sus actividades, ayuda a comprender problemas, necesidades y experiencias con las nuevas tecnologías (Hernández y Mendoza, 2014).

Por otro lado, la elaboración de una matriz con indicadores cuantitativos y cualitativos que abarquen diversas dimensiones permite comparar resultados antes y después de la reconversión para evaluar impactos integrales. Asimismo, según Ramírez *et al.*, (2022), el análisis identifica Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) en la adopción de nuevas tecnologías, proporcionando una visión completa de sus efectos.

El proceso de recolección de información, se establece la revisión bibliográfica en tres fases: 1. Investigación documental levantando información en diferentes bases de datos y recopilando y procesando estos datos e información, asociando documentos y unidades de documentales como

fueron la fuente principal para la presente investigación, de esta manera se indagará sobre el estado actual de las TIC en la agricultura en la región Cuitzeo de Michoacán, con el fin de obtener la estadística necesaria para el estudio y el análisis de los datos.

La lectura bibliográfica y el registro de los datos identificando las temáticas de los documentos seleccionados seguido de la elaboración de gráficas y tablas que permitan fundamentar los análisis de las tecnologías de la información y comunicación en la agricultura, así como resaltar los avances recientes en el sistema agrícola.

El análisis de índices de la aplicación tecnológica agrícola bajo un muestreo estratificado en el sector con la distribución por tipo de tecnología utilizada en la actividad agrícola, la infraestructura material y equipo, material biológico, así como paquetes de TIC.

Las variables independientes que se utilizaron en esta investigación son las siguientes:

- V1. Accesibilidad tecnológica.
- V2. Características socioeconómicas de los productores.
- V3. Inversión pública y privada.
- V4. Rentabilidad del cultivo.
- V5. Prácticas agrícolas sostenibles.
- V6. Disponibilidad de recursos hídricos.
- V7. Disponibilidad de alimentos.
- V8. Acceso a alimentos.
- V9. Estabilidad alimentaria.
- V10. Utilización de alimentos.

Estas variables se operacionalizan utilizando las siguientes definiciones:

Precios de los productos agrícolas: Se utilizó el precio promedio de los productos agrícolas producidos en la región Cuitzeo de Michoacán.

Costos de producción: Se utilizó el costo promedio de producción de los productos agrícolas producidos en la región Cuitzeo de Michoacán.

Edad de los agricultores: Se utilizó la edad en años de los agricultores.

Nivel educativo de los agricultores: Se utilizó el nivel educativo alcanzado por los agricultores.

Tamaño de la explotación: Se utilizó la superficie cultivada de la explotación.

Uso de tecnologías agrícolas: Se utilizó una escala tipo Likert para medir el uso de tecnologías agrícolas por parte de los agricultores.

Acceso a financiamiento: Se utilizó una escala tipo Likert para medir el acceso a financiamiento por parte de los agricultores.

En el caso de la reconversión agrícola, las variables explicativas pueden incluir las siguientes:

Variables económicas: La superficie cultivada de cultivos tradicionales, la superficie cultivada de cultivos alternativos, los precios de los productos agrícolas, y los costos de producción.

Variables sociales: Los ingresos de los agricultores, el nivel educativo de los agricultores, y la salud de los agricultores.

Variables medioambientales: El uso de agua, el uso de fertilizantes, y la contaminación del aire y del agua.

La elección de las variables explicativas depende de los objetivos de la evaluación. Por ejemplo, si se desea evaluar el impacto económico de la reconversión agrícola, se incluirán variables económicas como la superficie cultivada de cultivos tradicionales y de cultivos alternativos. Si se desea evaluar el impacto social de la reconversión agrícola, se incluirán variables sociales como los ingresos de los agricultores y el nivel educativo de los agricultores. Si se desea evaluar el impacto medioambiental de la reconversión agrícola, se incluirán variables medioambientales como el uso de agua y la contaminación del aire y del agua.

Una vez que se han estimado los coeficientes de regresión, se pueden utilizar para interpretar el impacto de la reconversión agrícola. Por ejemplo, si el coeficiente de regresión de la superficie cultivada de cultivos alternativos es positivo, significa que la reconversión agrícola está aumentando el impacto de la variable a estimar, en este caso el impacto de la reconversión agrícola.

4.2. Enfoque metodológico

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo con alcance correlacional-explicativo, utilizando el modelado de ecuaciones estructurales mediante mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM) para analizar la relación entre la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria en la Región Cuitzeo, Michoacán. Este enfoque permite examinar las relaciones complejas entre múltiples variables y constructos teóricos, siendo particularmente apropiado para estudios en contextos agrícolas y socioeconómicos.

4.2.1. Temporalidad y alcance geográfico

El estudio se desarrollará durante un período de 6 meses, abarcando medio ciclo agrícola en la Región Cuitzeo. El área de estudio comprende los municipios que conforman la región, considerando la diversidad de sistemas agrícolas y condiciones socioeconómicas presentes.

4.2.2. Revisión bibliográfica y marco teórico

Estrategia de Búsqueda Bibliográfica

La revisión de literatura se realizará en las siguientes bases de datos: Web of Science, Scopus, SciELO, Redalyc, Google Scholar, SIAP, INEGI.

4.2.3. Población y muestra

Población: Productores agrícolas de la Región Cuitzeo, el marco muestral: padrón de productores registrados en SADER y el método de muestreo: Estratificado con afijación proporcional, con un tamaño de muestra: Siguiendo el criterio de Chin (1998), 10 veces el número máximo de *paths*¹¹ estructurales.

¹¹ En el contexto de modelos de ecuaciones estructurales (SEM), los *paths* representan las conexiones hipotéticas entre variables latentes que especifican las relaciones causales teóricas del modelo, donde cada sendero tiene asociado un coeficiente que estima la fuerza de la relación entre las variables conectadas (Hair *et al.*, 2019).

La robustez de una investigación científica descansa fundamentalmente en la solidez de sus instrumentos de medición y en el rigor de sus procedimientos analíticos. En el presente estudio sobre la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria en la Región Cuitzeo, se ha desarrollado una metodología comprehensiva que integra tanto la recolección primaria de datos como el análisis mediante técnicas estadísticas avanzadas.

4.2.4. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento principal de recolección de datos consiste en un cuestionario estructurado que utiliza una escala tipo Likert de cuatro puntos, elegida estratégicamente para forzar posicionamientos definidos y evitar la tendencia central en las respuestas. Este cuestionario se organiza en cuatro secciones fundamentales que permiten capturar la complejidad del fenómeno estudiado.

La primera sección aborda los datos sociodemográficos, incluyendo variables como edad, nivel educativo, composición familiar y características de la unidad productiva. Estos elementos proporcionan el contexto necesario para comprender las condiciones base de los productores agrícolas.

La segunda sección se centra en las prácticas de reconversión agrícola, evaluando aspectos como la adopción de técnicas sostenibles, la diversificación de cultivos, el uso de tecnologías agrícolas y la participación en programas de capacitación. Cada ítem ha sido diseñado para capturar tanto la intensidad como la frecuencia de estas prácticas.

La tercera sección examina los indicadores de seguridad alimentaria, siguiendo los lineamientos establecidos por la FAO pero adaptados al contexto local. Se incluyen mediciones sobre disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad de los alimentos, considerando tanto aspectos cuantitativos como cualitativos.

La cuarta sección aborda los factores contextuales, incluyendo variables ambientales, económicas y sociales que pueden influir en la relación entre reconversión agrícola y seguridad alimentaria. Esta sección es crucial para controlar variables externas que podrían afectar los resultados.

Complementariamente, se incorporan datos secundarios provenientes de fuentes oficiales, incluyendo estadísticas agrícolas, registros de producción e indicadores socioeconómicos regionales. Estos datos proporcionan un marco de referencia y permiten la triangulación de la información recolectada primariamente.

4.2.5. Validación y refinamiento de instrumentos

La validación de los instrumentos sigue un proceso riguroso en múltiples etapas. Inicialmente, se realiza una validación por expertos, donde especialistas en agricultura, seguridad alimentaria y metodología de investigación evalúan la pertinencia, claridad y suficiencia de los ítems. Sus observaciones son integradas mediante un proceso iterativo de refinamiento.

Posteriormente, se conduce una prueba piloto con el 10% de la muestra proyectada. Esta fase es crucial para identificar problemas potenciales en la comprensión de las preguntas, evaluar el tiempo de aplicación y detectar posibles resistencias en la población objetivo. Los resultados de la prueba piloto se someten a un análisis de confiabilidad preliminar, utilizando el alfa de Cronbach y análisis factorial exploratorio para evaluar la consistencia interna y la estructura factorial inicial de los instrumentos.

4.3. Operacionalización de las variables

La operacionalización de variables constituye un pilar fundamental en la construcción de instrumentos de recolección de datos, como los cuestionarios, en el ámbito de la investigación. Este proceso esencial busca transformar conceptos abstractos y teóricos en variables concretas y medibles, permitiendo así su análisis empírico. En este apartado, se explora en profundidad el concepto de operacionalización, su relevancia en el diseño de cuestionarios y los pasos clave para llevarla a cabo de manera efectiva.

La operacionalización puede definirse como el proceso mediante el cual se asignan significados empíricos a conceptos teóricos. En otras palabras, es la traducción de un constructo abstracto en indicadores observables y medibles. Por ejemplo, el concepto abstracto de "satisfacción laboral"

puede operacionalizar mediante indicadores como "percepción de equidad en el salario", "oportunidades de crecimiento" o "relaciones interpersonales positivas en el trabajo".

Tabla 2.

Operacionalización de las variables de investigación de la reconversión agrícola

Variables	Dimensiones	Indicadores
V1. Accesibilidad tecnológica	Precio de la tecnología	Precio de compra inicial
		Costos de mantenimiento y reparación
		Costos de energía
		Costos de licencia
		Costos de capacitación
	Disponibilidad de la tecnología	Disponibilidad en tu región
		Disponibilidad en tu idioma
		Disponibilidad en tu sistema operativo
		Disponibilidad en tu navegador web
	Facilidad de uso de la tecnología	Sencillez del diseño
		Claridad de la documentación
		Disponibilidad de soporte técnico
	Capacitación en el uso de la tecnología	Disponibilidad de capacitación en línea
		Disponibilidad de capacitación en persona
		Disponibilidad de capacitación personalizada
	Apoyo técnico para la tecnología	Disponibilidad de soporte técnico por correo electrónico
		Disponibilidad de soporte técnico por teléfono
		Disponibilidad de soporte técnico en línea
		Infraestructura, instalaciones, tractor, drones, Fertilización, irrigación
		Disponibilidad de soporte técnico 24/7
V2. Características socioeconómicas de los agricultores	Ingresos	Ingreso anual
		Ingreso mensual
		Ingreso familiar
		Ingreso per cápita
	Nivel de educación	Grado de estudio
		Años de escolaridad
		Grado máximo de escolaridad
		Tipo de escuela
	Facilidad de uso de la tecnología	Uso de tecnologías
		Comprensión de la tecnología
		Tipo de tecnología
	Edad	Edad promedio
		Rango de edad
		Distribución por edad
	Género	Porcentaje de hombres
		Porcentaje de mujeres
	Experiencia agrícola	Número de años de experiencia
		Tipo de experiencia
		Área de especialización

Variables	Dimensiones	Indicadores
	Tamaño de la finca	Superficie total de la finca
		Número de hectáreas
		Número de parcelas
	Ubicación geográfica	País
		Estado/provincia
		Municipio
		Comunidad
V3. Inversión pública y privada	Monto de la inversión	Valor total de la inversión
		Valor anual de la inversión
		Valor mensual de la inversión
		Valor por proyecto
	Tipo de inversión	Inversión pública
		Inversión privada
		Inversión extranjera directa
		Inversión nacional
	Destino de la inversión	Infraestructura
		Educación
		Salud
		Seguridad
		Desarrollo económico
	Eficacia de la inversión	Impacto económico de la inversión
		Impacto social de la inversión
		Impacto ambiental de la inversión
V4. Rentabilidad del cultivo	Precio del producto	Precio promedio de venta
		Precio máximo de venta
		Precio mínimo de venta
		Variación de precios en el tiempo
	Costo de producción	Costo de los insumos
		Costo de la mano de obra
		Costo de la energía
		Costo de la maquinaria
		Costo de la tierra
	Margen de ganancia	Diferencia entre el precio de venta y el costo de producción
		Porcentaje de ganancia sobre el costo de producción
	Estacionalidad del precio	Cambios en el precio del producto a lo largo del año
		Causas de la estacionalidad de los precios
	Riesgos climáticos	Probabilidad de eventos climáticos adversos
		Impacto de los eventos climáticos adversos en la producción agrícola
	Otros indicadores que se pueden utilizar para medir la rentabilidad del cultivo son:	Rendimiento
		Calidad
		Demanda
		Oferta
		Infraestructura
		Tecnología
		Gestión

Variables	Dimensiones	Indicadores
V5. Prácticas agrícolas sostenibles	Dimensión Ambiental	Uso de agua
		Uso de pesticidas y fertilizantes
		Erosión del suelo
		Biodiversidad
	Económica	Rentabilidad
		Diversificación de cultivos
		Acceso a mercados
		Costos de producción
	Social	Condiciones laborales
		Participación comunitaria
		Equidad de género
		Capacitación y educación
	Salud y Nutrición	Calidad del alimento
		Diversidad de cultivos
		Producción orgánica
		Acceso a alimentos
	Cultural y Tradición	Preservación de técnicas tradicionales
		Integración cultural
		Valoración del patrimonio
		Resiliencia cultural
V6. Disponibilidad de recursos hídricos	Disponibilidad del agua	Precipitación promedio (mm/año)
		Caudal de río y arroyos (m ³ /s)
		Nivel de acuíferos (m)
		Capacidad de almacenamiento de presas y reservorios (m ³)
		Variabilidad estacional del suministro de agua
	Calidad del agua	pH del agua
		Conductividad eléctrica (dS/m)
		Concentración de nitratos y fosfatos (mg/L)
		Presencia de contaminantes químicos (pesticidas, metales pesados)
		Turbidez del agua (NTU)
	Eficiencia en el uso del agua	Eficiencia de riego %
		Productividad del agua (kg de cultivo/m ³ de agua)
		Pérdidas por evaporación y filtración %
		Adopción de tecnologías de ahorro de agua
		Reutilización de aguas residuales (m ³ /año)
	Gestión y Gobernanza del Agua	Existencia de planes de gestión hídrica
		Número de asociaciones de usuarios de agua
		Implementación de políticas de precios del agua
		Presencia de sistemas de monitoreo y control del uso del agua

Variables	Dimensiones	Indicadores
	Sostenibilidad y Resiliencia	Nivel de conflictos por el uso del agua
		Tasa de extracción vs. tasa de recarga de acuíferos
		Implementación de prácticas de conservación de suelos y agua
		Diversidad de fuentes de agua utilizadas
		Capacidad de respuesta a sequías e inundaciones
		Huella hídrica de la producción agrícola (m ³ /ton)

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos a partir de la encuesta véase anexo 1.3 (2025).

Tabla 3.

Operacionalización de las variables de investigación de la seguridad alimentaria.

Variables	Dimensiones	Indicadores
V1. Disponibilidad de alimentos	Productividad Agrícola	Volumen de producción de granos
		Volumen de producción de hortalizas
	Capacidad de Manejo Post-Cosecha	Capacidad de almacenamiento
	Eficiencia Productiva	Rendimiento por hectárea
		Pérdidas post-cosecha
V2. Acceso a Alimentos	Capacidad Económica	Ingreso familiar mensual
		Proporción del ingreso destinado a alimentación
	Accesibilidad Física	Distancia al mercado más cercano
		Disponibilidad de transporte
	Patrón de Compra	Frecuencia de compra de alimentos
V3. Estabilidad Alimentaria	Reservas y Almacenamiento	Capacidad de reserva alimentaria
	Resiliencia Económica	Volatilidad de precios
	Diversificación Productiva	Número de cultivos diferentes
	Capacidad Productiva	Disponibilidad de riego
V4. Utilización de Alimentos	Diversidad Dietética	Consumo de grupos alimentarios
		Calidad nutricional de la dieta
	Condiciones Sanitarias	Acceso a agua potable
		Condiciones de almacenamiento
	Educación Alimentaria	Nivel de conocimientos nutricionales

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos a partir de la encuesta véase anexo 1.3 (2025).

4.3.1. Diseño del instrumento de investigación

En el proceso de investigación, el diseño y la medición del instrumento de recolección de datos son etapas cruciales que determinan la calidad y validez de los resultados obtenidos. En este contexto, se ha desarrollado una encuesta utilizando la escala tipo Likert, una herramienta ampliamente reconocida en la investigación social y de comportamiento (Hernández y Mendoza, 2014).

El diseño del instrumento se basó en un análisis cuidadoso de las variables de interés, tanto dependientes como independientes. Para cada variable, se identificaron dimensiones específicas e indicadores medibles. Esta estructura jerárquica permitió formular preguntas precisas y relevantes, asegurando que cada ítem del cuestionario estuviera directamente relacionado con los objetivos de la investigación.

La encuesta diseñada emplea una escala tipo Likert de 4 puntos, que abarca desde "Muy en desacuerdo" hasta "Muy de acuerdo". Esta elección de una escala par elimina la opción neutral, forzando a los encuestados a inclinarse hacia una dirección u otra en sus respuestas. Al optar por este formato, se busca obtener una medición más precisa de las actitudes y opiniones de los participantes sobre los temas en cuestión.

En la construcción de la escala tipo *Likert*, se prestó especial atención a dos factores fundamentales: el objetivo de la investigación y la población objetivo. El primero guía la formulación de las afirmaciones, asegurando que cada ítem contribuyera directamente a responder las preguntas de investigación. El segundo factor influyó en el lenguaje y la complejidad de las afirmaciones, adaptándolas a las características de los encuestados previstos.

Las afirmaciones incluidas en la escala fueron cuidadosamente elaboradas para ser claras, concisas y directamente relevantes para los objetivos del estudio. La estructura del instrumento se presenta de manera organizada en la Tabla 2 que muestra la relación entre variables, dimensiones e indicadores. Esta disposición no solo facilita la comprensión del instrumento para los investigadores, sino que también permite una fácil referencia durante el análisis de datos.

Al emplear esta metodología de diseño y medición, se busca obtener datos cuantitativos que puedan analizarse estadísticamente, lo que permite realizar inferencias robustas sobre las

variables de interés. La escala tipo Likert proporciona una manera estandarizada de cuantificar actitudes y opiniones, facilitando comparaciones entre diferentes grupos o a lo largo del tiempo.

4.3.2. Fiabilidad el instrumento

El coeficiente Alfa de Cronbach o simplemente Alfa de Cronbach es un coeficiente utilizado para medir la fiabilidad o consistencia interna de una escala o *test*. Desarrollado por Lee Cronbach en 1951, este coeficiente es ampliamente utilizado en ciencias sociales, psicología y otras disciplinas para evaluar la confiabilidad de instrumentos de medición que emplean escalas de múltiples ítems (Tuapanta Dacto *et al.*, 2017).

Según Cronbach (1951), este coeficiente permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a partir de un conjunto de ítems que se espera que midan el mismo constructo o dimensión teórica. La validez de un instrumento se refiere al grado en que el instrumento mide aquello que pretende medir, y la fiabilidad de la consistencia interna del instrumento se puede estimar con el Alfa de Cronbach.

Gliem y Gliem (2003), indican que el Alfa de Cronbach se expresa como un número entre 0 y 1, donde los valores más altos indican una mayor consistencia interna, sugieren que un valor de Alfa de Cronbach entre 0.70 y 0.80 es aceptable para propósitos de investigación, mientras que un valor superior a 0.80 es deseable para aplicaciones clínicas o de diagnóstico. En este sentido, señala que el Alfa de Cronbach es un índice usado para medir la confiabilidad del tipo consistencia interna de una escala, es decir, para evaluar la magnitud en que los ítems de un instrumento están correlacionados.

Tabla 4.

Resumen de procesamiento de casos para la reconversión agrícola

		N	%
Casos	Válido	22	100.0
	Excluido ^a	0	.0
	Total	22	100.0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Tabla 5.*Resumen de procesamiento de casos para la seguridad alimentaria*

		N	%
Casos	Válido	11	73.3
	Excluido ^a	4	26.7
	Total	15	100.0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Para el instrumento de investigación propuesto, se realiza un cálculo del índice del Alfa de Cronbach en una prueba piloto de 22 muestras de los habitantes del municipio de Tarímbaro, Michoacán, el cual pertenece a la región Cuitzeo y es mostrado en la Tabla 4, reflejó un valor de 0.926 en la Tabla 6, con lo que se puede concluir que el instrumento es aceptable.

Tabla 6.*Índice de Alfa de Cronbach de prueba piloto reconversión agrícola*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.926	59

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Tabla 7*Índice de Alfa de Cronbach de prueba piloto seguridad alimentaria*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.749	19

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

4.4. Pruebas de normalidad

La normalidad de los datos es un supuesto fundamental en muchos análisis estadísticos. Antes de aplicar pruebas paramétricas, es crucial verificar si los datos siguen una distribución normal. Las pruebas de normalidad son herramientas estadísticas diseñadas para evaluar si un conjunto de datos se ajusta a una distribución normal o gaussiana (Ghasemi y Zahediasl, 2012).

La distribución normal es una de las distribuciones de probabilidad más importantes en estadística. Muchas técnicas estadísticas, como las pruebas *t*, Análisis de Varianza (ANOVA) y regresión lineal, asumen que los datos están normalmente distribuidos. Cuando este supuesto se viola, los resultados de estos análisis pueden ser poco confiables (Mishra *et al.*, 2019).

4.4.1. Métodos para evaluar la normalidad

Existen varios métodos para evaluar la normalidad de un conjunto de datos. Estos se pueden clasificar en dos categorías principales: métodos gráficos y pruebas estadísticas formales. Estas pruebas proporcionan un enfoque más objetivo y cuantitativo para evaluar la normalidad.

4.4.2. Prueba de Shapiro-Wilk

La prueba de Shapiro-Wilk es considerada una de las pruebas más potentes para la normalidad, especialmente para tamaños de muestra pequeños ($n < 50$) (Razali y Wah, 2011). El estadístico *W* se calcula de acuerdo con la ecuación XX.

Ecuación 2.

Estadístico de Shapiro-Wilk

$$W = (\sum a_i x_i)^2 / \sum (x_i - \bar{x})^2$$

Donde: x_i son los valores ordenados de la muestra y a_i son constantes generadas a partir de la media, varianza y covarianza de la muestra.

Fuente: Razali y Wah, (2011).

La hipótesis nula de esta prueba es que la población está normalmente distribuida. Si el p-valor es menor que el nivel de significancia elegido (0.05), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal (Ghasemi y Zahediasl, 2012).

4.4.3. Prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S)

La prueba K-S compara la función de distribución acumulativa empírica de los datos de la muestra con la distribución esperada si los datos fueran normales. Esta prueba es menos potente que la de Shapiro-Wilk, pero puede ser preferible para muestras grandes ($n > 50$) (Mishra *et al.*, 2019).

La estadística D de K-S se calcula con la ecuación XX como la máxima diferencia entre la distribución acumulativa empírica y la teórica.

Ecuación 3.

Estadística D de K-S

$$D = \max|F(x) - S(x)|$$

Donde: F(x) es la distribución acumulativa teórica y S(x) es la distribución acumulativa empírica.

Fuente: Mishra *et al.*, (2019).

En el presente trabajo se utilizó K-S para determinada la normalidad de las variables de investigación. En la Tabla 8 se muestra la normalidad de las variables obtenidas mediante el *software* estadístico de Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS).

Tabla 8.

Pruebas de normalidad reconversión agrícola

Pruebas de normalidad					
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.

Accesibilidad Tecnológica	.110	22	.200*	.977	22	.867
Inversión Pública y Privada	.101	22	.200*	.983	22	.960
Rentabilidad de Cultivo	.131	22	.200*	.937	22	.170
Prácticas Agrícolas Sostenibles	.144	22	.200*	.951	22	.329
Disponibilidad de Recursos Hídricos	.114	22	.200*	.963	22	.545
Reconversión Agrícola	.123	22	.200*	.947	22	.280

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Tabla 9.

Pruebas de normalidad seguridad alimentaria

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad de alimentos (DAL)	.289	11	.011	.871	11	.080
Acceso a alimentos (ACA)	.120	11	.200*	.968	11	.870
Estabilidad alimentaria (EAL)	.292	11	.009	.714	11	.001
Utilización de alimentos (UAL)	.131	11	.200*	.939	11	.505
Seguridad alimentaria (SAL)	.155	11	.200*	.938	11	.499

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

En estos resultados se puede observar que el valor de significancia es mayor al 0.05, por lo que se considera que los datos tienen una distribución normal para cada una de las variables.

4.5. Correlación de variables

En el campo de la estadística, las correlaciones son herramientas fundamentales para entender la relación entre variables. Dos de los métodos más utilizados para medir estas relaciones son las correlaciones de Pearson y Spearman. Ambas técnicas proporcionan información valiosa sobre la fuerza y dirección de la asociación entre variables, pero difieren en sus supuestos y aplicaciones.

4.5.1. Correlación de Pearson

La correlación de Pearson, también conocida como coeficiente de correlación producto-momento, es una prueba paramétrica utilizada para medir la fuerza y dirección de la relación lineal entre dos variables cuantitativas continuas, asumiendo una distribución normal (Schober *et al.*, 2018). Este coeficiente, representado por la letra "r", fue desarrollado por Karl Pearson a principios del siglo XX y se ha convertido en una de las herramientas estadísticas más utilizadas en diversas disciplinas. El coeficiente de correlación de Pearson se calcula mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 4.

Coeficiente de correlación de Pearson.

$$r = \frac{\sum[(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})]}{\sqrt{[\sum(X_i - \bar{X})^2 * \sum(Y_i - \bar{Y})^2]}}$$

Donde: X_i e Y_i son los valores individuales de las variables

X e Y , y $\bar{X}$ e $\bar{Y}$ son sus respectivas medias.

Fuente: Schober *et al.*, (2018).

El valor de r oscila entre -1 y +1, donde: - $r = 1$ indica una correlación positiva perfecta, - $r = -1$ indica una correlación negativa perfecta, - $r = 0$ indica ausencia de correlación lineal. Es importante destacar que la correlación de Pearson asume varios supuestos, incluyendo la linealidad de la relación entre las variables, la normalidad de la distribución de ambas variables y la homoscedasticidad (varianza constante) (Galindo-Domínguez, 2020).

4.5.2. Correlación de Spearman

Por otro lado, la correlación de Spearman, desarrollada por Charles Spearman, es una medida no paramétrica de la monotonía de la relación entre dos variables (Hauke y Kossowski, 2011). A diferencia de la correlación de Pearson, el coeficiente de Spearman no asume linealidad en la relación entre las variables y puede ser utilizado con datos ordinales. El coeficiente de correlación de Spearman, representado por la letra griega ρ (rho), se calcula utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 5.

Coefficiente de correlación de Pearson.

$$\rho = 1 - (6 * \Sigma d^2) / (n * (n^2 - 1))$$

Donde: d es la diferencia entre los rangos correspondientes de las dos variables y n es el número de pares de datos.

Fuente: Hauke y Kossowski (2011).

Al igual que la correlación de Pearson, el coeficiente de Spearman varía entre -1 y +1, con interpretaciones similares en cuanto a la fuerza y dirección de la relación.

La elección entre la correlación de Pearson y Spearman depende de varios factores, incluyendo la naturaleza de los datos y los objetivos del estudio. La correlación de Pearson es preferible cuando se cumplen los supuestos de linealidad y normalidad, y cuando se trabaja con variables continuas. Es particularmente útil en campos como la física, donde las relaciones lineales son comunes.

Por otro lado, la correlación de Spearman es más apropiada cuando se trabaja con datos ordinales, cuando la relación entre las variables puede no ser lineal, o cuando existen valores atípicos que podrían distorsionar los resultados de una correlación de Pearson. Es ampliamente utilizada en ciencias sociales y del comportamiento, donde las escalas ordinales son frecuentes.

En el presente trabajo se emplea la correlación de Pearson que es una prueba estadística paramétrica y por la necesidad de evaluar la relación lineal entre dos variables cualitativas

continúas destacando la distribución de los datos. Como resultado de la prueba de normalidad donde se indica que los datos tienen una distribución normal, así como también, que el tipo de datos es de escala, lo cual determina que la prueba de correlación deberá ser aplicada mediante el método estadístico de Pearson.

Esto se puede ver de manera más clara en la Tabla 10 se observa a la correlación bivariada de la accesibilidad tecnológica (AT) comparada con la reconversión agrícola (RA), donde, se observa que la correlación es positiva con un valor de 0.724 y valor de significancia de 0.01, lo que indica que ambas variables se mueven en la misma dirección es decir si una sube la otra también lo hace.

Tabla 10.

Correlación bilateral reconversión agrícola y accesibilidad tecnológica.

		Accesibilidad Tecnológica	Reconversión Agrícola
Accesibilidad Tecnológica	Correlación de Pearson	1	.724**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	22	22
Reconversión Agrícola	Correlación de Pearson	.724**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	22	22

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Esto se puede ver de manera más clara en la Figura 20, donde se representa la correlación entre la reconversión agrícola y la accesibilidad tecnológica. Un dato interesante es el coeficiente de r^2 , el cual indica la desviación estándar de los datos que es de 0.524.

Por otra parte, en la Tabla 11 se observa a la correlación bivariada de la inversión pública y privada (IPP) comparada con la reconversión agrícola (RA), donde, se observa que la correlación es positiva con un valor de 0.623 y valor de significancia de 0.01, lo que indica que ambas variables se mueven en la misma dirección, es decir si una sube la otra también lo hace.

Tabla 11.*Correlación bilateral reconversión agrícola e inversión pública y privada.*

		Inversión Pública y Privada	Reconversión Agrícola
Inversión Pública y Privada	Correlación de Pearson	1	.623**
	Sig. (bilateral)		.002
	N	22	22
Reconversión Agrícola	Correlación de Pearson	.623**	1
	Sig. (bilateral)	.002	
	N	22	22

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Figura 21, donde se representa la correlación entre la reconversión agrícola y la inversión pública y privada. Un dato interesante es el coeficiente de r^2 , el cual indica la desviación estándar de los datos que es de 0.388.

Así mismo, también puede ser observado en la Tabla 12 cómo la correlación bivariada de la rentabilidad de cultivo (RC) en conjunto con la reconversión agrícola (RA), donde, se observa que la correlación es positiva con un valor de 0.432 y valor de significancia de 0.05, lo que indica que ambas variables son mueven en la misma dirección, es decir si una sube la otra también lo hace.

Tabla 12.

Correlación bilateral reconversión agrícola y la rentabilidad de cultivo.

		Rentabilidad de Cultivo	Reconversión Agrícola
Rentabilidad de Cultivo	Correlación de Pearson	1	.432*
	Sig. (bilateral)		.045
	N	22	22
Reconversión Agrícola	Correlación de Pearson	.432*	1
	Sig. (bilateral)	.045	
	N	22	22

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Esto se puede ver de manera más clara en la Tabla 12, donde se representa la correlación entre la RA y la RC. Un dato interesante es el coeficiente de r^2 , el cual indica la desviación estándar de los datos que es de 0.186.

Por otra parte, también puede ser observado en la Tabla 13 cómo la correlación bivariada de las prácticas agrícolas sostenibles (PAS) en conjunto con la reconversión agrícola (RA), donde, se observa que la correlación es positiva con un valor de 0.681 y valor de significancia de 0.01, lo que indica que ambas variables son mueven en la misma dirección, es decir si una sube la otra también lo hace.

Tabla 13.

Correlación bilateral reconversión agrícola y las prácticas agrícolas sostenibles.

		Prácticas Agrícolas Sostenibles	Reconversión Agrícola
Prácticas Agrícolas Sostenibles	Correlación de Pearson	1	.681**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	22	22
Reconversión Agrícola	Correlación de Pearson	.681**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	22	22

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Esto se puede ver de manera más clara en la Figura 23, donde se representa la correlación entre la reconversión agrícola y las prácticas agrícolas sostenibles. Un dato interesante es el coeficiente de r^2 , el cual indica la desviación estándar de los datos que es de 0.464.

En este sentido, también puede ser observado en la Tabla 14 cómo la correlación bivariada de la disponibilidad de recursos hídricos en conjunto con la reconversión agrícola (RA), donde se observa que la correlación es positiva con un valor de 0.740 y valor de significancia de 0.01, lo que indica que ambas variables son mueven en la misma dirección, es decir si una sube la otra también lo hace.

Tabla 14.

Correlación bilateral reconversión agrícola y la disponibilidad de recursos hídricos.

		Disponibilidad de Recursos Hídricos	Reconversión Agrícola
Disponibilidad de Recursos Hídricos	Correlación de Pearson	1	.740**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	22	22
Reconversión Agrícola	Correlación de Pearson	.740**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	22	22

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Esto se puede ver de manera más clara en la Figura 24, donde se representa la correlación entre la reconversión agrícola y la disponibilidad de recursos hídricos. Un dato interesante es el coeficiente de r^2 , el cual indica la desviación estándar de los datos que es de 0.547.

En este sentido, también puede ser observado en la Tabla 15 cómo la correlación bivariada de la disponibilidad de alimentos en conjunto con la seguridad alimentaria (SAL), donde, se observa que la correlación es positiva con un valor de 0.472 y valor de significancia de 0.01, lo que indica que ambas variables son mueven en la misma dirección, es decir si una sube la otra también lo hace.

Tabla 15.

Correlación bilateral seguridad alimentaria y la disponibilidad de alimentos.

		Disponibilidad de alimentos (DAL)	Seguridad alimentaria (SAL)
Disponibilidad de alimentos (DAL)	Correlación de Pearson	1	.472
	Sig. (bilateral)		.143
	N	11	11
Seguridad alimentaria (SAL)	Correlación de Pearson	.472	1
	Sig. (bilateral)	.143	
	N	11	11

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Esto se puede ver de manera más clara en la Figura 25, donde se representa la correlación entre la seguridad alimentaria y la disponibilidad de alimentos. Un dato interesante es el coeficiente de r^2 , el cual indica la desviación estándar de los datos que es de 0.547.

Por otra parte, también puede ser observado en la Tabla 16 como la correlación bivariada del acceso a alimentos en conjunto con la seguridad alimentaria (SAL), donde, se observa que la correlación es positiva con un valor de 0.629 y valor de significancia de 0.05, lo que indica que ambas variables son mueven en la misma dirección, es decir si una sube la otra también lo hace.

Tabla 16.

Correlación bilateral seguridad alimentaria y el acceso a alimentos.

		Acceso a alimentos (ACA)	Seguridad alimentaria (SAL)
Acceso a alimentos (ACA)	Correlación de Pearson	1	.629*
	Sig. (bilateral)		.038
	N	11	11
Seguridad alimentaria (SAL)	Correlación de Pearson	.629*	1
	Sig. (bilateral)	.038	
	N	11	11

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Esto se puede ver de manera más clara en la Figura 26, donde se representa la correlación entre la seguridad alimentaria y el acceso a alimentos. Un dato interesante es el coeficiente de r^2 , el cual indica la desviación estándar de los datos que es de 0.395.

Así mismo, también puede ser observado en la Tabla 17 cómo la correlación bivariada de la estabilidad alimentaria en conjunto con la seguridad alimentaria (SAL), donde se observa que la correlación es positiva con un valor de 0.751 y valor de significancia de 0.01, lo que indica que ambas variables son mueven en la misma dirección, es decir si una sube la otra también lo hace.

Tabla 17.

Correlación bilateral seguridad alimentaria y la estabilidad alimentaria.

		Estabilidad alimentaria (EAL)	Seguridad alimentaria (SAL)
Estabilidad alimentaria (EAL)	Correlación de Pearson	1	.751**
	Sig. (bilateral)		.008
	N	11	11
Seguridad alimentaria (SAL)	Correlación de Pearson	.751**	1
	Sig. (bilateral)	.008	
	N	11	11

**.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Esto se puede ver de manera más clara en la Figura 27, donde se representa la correlación entre la seguridad alimentaria y la estabilidad alimentaria. Un dato interesante es el coeficiente de r^2 , el cual indica la desviación estándar de los datos que es de 0.563.

Por último, también puede ser observado en la Tabla 18 cómo la correlación bivariada de la utilización de alimentos en conjunto con la seguridad alimentaria (SA), donde, se observa que la correlación es positiva con un valor de 0.695 y valor de significancia de 0.05, lo que indica que ambas variables son mueven en la misma dirección, es decir si una sube la otra también lo hace.

Tabla 18.

Correlación bilateral seguridad alimentaria y la utilización de alimentos.

		Utilización de alimentos (UAL)	Seguridad alimentaria (SAL)
Utilización de alimentos (UAL)	Correlación de Pearson	1	.695*
	Sig. (bilateral)		.018
	N	11	11
Seguridad alimentaria (SAL)	Correlación de Pearson	.695*	1
	Sig. (bilateral)	.018	
	N	11	11

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Esto se puede ver de manera más clara en la Figura 28, donde se representa la correlación entre la seguridad alimentaria y la utilización de alimentos. Un dato interesante es el coeficiente de r^2 , el cual indica la desviación estándar de los datos que es de 0.483.

Tabla 19.

Matriz de variables de estudio

Tipo de Variable	Nombre	Código	Rol
Independiente	Accesibilidad Tecnológica	VI1	Determinante de RA
Independiente	Características Socioeconómicas	VI2	Determinante de RA
Independiente	Inversión Pública y Privada	VI3	Determinante de RA
Independiente	Rentabilidad del Cultivo	VI4	Determinante de RA

Tipo de Variable	Nombre	Código	Rol
Independiente	Prácticas Agrícolas Sostenibles	VI5	Determinante de RA
Independiente	Disponibilidad de Recursos Hídricos	VI6	Determinante de RA
Mediadora	Reconversión Agrícola	VM	Proceso de transformación
Dependiente	Seguridad Alimentaria	VD	Resultado final

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la investigación (2025)

4.6. Datos finales del estudio principal

4.6.1. Análisis de fiabilidad de los instrumentos de la reconversión agrícola

Los resultados del análisis de fiabilidad revelan una consistencia interna altamente satisfactoria en ambas variables de estudio. El coeficiente Alfa de Cronbach obtenido de .963 para la escala de reconversión agrícola y .962 para accesibilidad tecnológica, con un total de 80 elementos evaluados, evidencia que los instrumentos de medición poseen una fiabilidad excepcional. Estos valores, superiores al umbral de .90 recomendado para investigaciones de alta precisión, confirman que las escalas desarrolladas miden de manera consistente y estable los constructos teóricos propuestos.

La proximidad entre ambos coeficientes (.963 y .962) sugiere que el diseño metodológico ha logrado una equivalencia en la calidad psicométrica de los instrumentos, lo cual fortalece la validez interna del estudio y permite realizar comparaciones confiables entre las variables. Esta consistencia es fundamental para investigaciones doctorales, ya que garantiza que las variaciones observadas en los datos reflejan diferencias reales en los fenómenos estudiados y no errores de medición.

Figura 4

Estadística de fiabilidad de la reconversión agrícola.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.949	76

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

4.6.2. Características descriptivas de la variable accesibilidad tecnológica

El análisis descriptivo revela patrones interesantes en la distribución de ambas variables. La accesibilidad tecnológica presenta una media de 2.4732 ($DE = .76917$), mientras que la reconversión agrícola muestra una media ligeramente superior de 2.5032 ($DE = .41681$). Esta diferencia en las medias sugiere que, en promedio, los productores de la región de Cuitzeo perciben un nivel moderadamente superior de implementación de procesos de reconversión agrícola en comparación con su acceso a tecnologías.

Particularmente significativa es la diferencia en las desviaciones estándar. La mayor variabilidad en accesibilidad tecnológica ($.76917$) comparada con reconversión agrícola ($.41681$) indica una heterogeneidad considerable en el acceso a tecnologías entre los productores de la región. Esta disparidad podría reflejar desigualdades estructurales en la distribución de recursos tecnológicos, diferencias en la capacidad económica de los productores, o variaciones en la infraestructura tecnológica disponible en diferentes zonas de la región de Cuitzeo.

4.6.3. Análisis comparativo de correlaciones: Validación de determinantes de la reconversión agrícola

La presentación simultánea de matrices de correlación de Pearson y Spearman proporciona una oportunidad excepcional para la triangulación metodológica en el análisis de determinantes de la reconversión agrícola en Cuitzeo, Michoacán. Esta aproximación dual permite evaluar la robustez de los hallazgos mediante la comparación de técnicas paramétricas y no paramétricas, ofreciendo una validación comprehensiva que fortalece significativamente las conclusiones de la investigación doctoral y proporciona confianza en las implicaciones teóricas y prácticas derivadas.

La comparación entre ambas matrices confirma de manera categórica la jerarquización de factores determinantes de la reconversión agrícola, con una consistencia notable que trasciende los supuestos metodológicos específicos:

- **Pearson:** $r = .760^{**}$
- **Spearman:** $\rho = .744^{**}$
- **Diferencia:** $-.016$

La diferencia mínima entre ambos coeficientes confirma que la rentabilidad constituye el predictor más robusto y estable de la reconversión agrícola, independientemente de las características distribucionales de los datos.

- **Pearson:** $r = .744^{**}$
- **Spearman:** $\rho = .723^{**}$
- **Diferencia:** $-.021$

La consistencia en la magnitud de la correlación valida que el acceso a recursos financieros representa el segundo determinante más importante, con una estabilidad que confirma su rol estructural en las decisiones de reconversión. Los factores restantes muestran patrones de validación diferenciados que merecen análisis específico:

- **Accesibilidad Tecnológica:** Pearson $r = .412^{**}$ vs. Spearman $\rho = .377^{**}$ (diferencia = $-.035$)
- **Prácticas Sostenibles:** Pearson $r = .401^{**}$ vs. Spearman $\rho = .401^{**}$ (diferencia = $.000$)
- **Recursos Hídricos:** Pearson $r = .365^{**}$ vs. Spearman $\rho = .335^{**}$ (diferencia = $-.030$)

La coincidencia perfecta entre coeficientes de Pearson y Spearman para prácticas sostenibles ($r = \rho = .401^{**}$) representa un hallazgo metodológicamente extraordinario que indica:

1. **Distribución ideal de datos:** Ausencia completa de valores extremos o asimetrías
2. **Relación genuinamente lineal:** La asociación entre prácticas sostenibles y reconversión sigue un patrón lineal perfecto
3. **Validez de medición óptima:** El instrumento de medición captura de manera precisa la variabilidad real en el constructo

Figura 5
Correlación de Pearson de reconversión agrícola

		X1 - Accesibili dad tecnológic a	X3 - Inversión pública y privada	X4 - Rentabilid ad del cultivo	X5 - Prácticas agrícolas sostenible s	X6 - Disponibil idad de recursos hídricos	Y1 - Reconvers ión Agrícola
X1 - Accesibilidad tecnológica	Correlación de Pearson	1	.038	.021	.140	-.082	.412**
	Sig. (bilateral)		.706	.835	.166	.419	.000
	N	100	100	100	100	100	100
X3 - Inversión pública y privada	Correlación de Pearson	.038	1	.974**	-.090	-.003	.744**
	Sig. (bilateral)	.706		.000	.374	.978	.000
	N	100	100	100	100	100	100
X4 - Rentabilidad del cultivo	Correlación de Pearson	.021	.974**	1	-.031	.002	.760**
	Sig. (bilateral)	.835	.000		.757	.984	.000
	N	100	100	100	100	100	100
X5 - Prácticas agrícolas sostenibles	Correlación de Pearson	.140	-.090	-.031	1	.136	.401**
	Sig. (bilateral)	.166	.374	.757		.179	.000
	N	100	100	100	100	100	100
X6 - Disponibilidad de recursos hídricos	Correlación de Pearson	-.082	-.003	.002	.136	1	.365**
	Sig. (bilateral)	.419	.978	.984	.179		.000
	N	100	100	100	100	100	100
Y1 - Reconversión Agrícola	Correlación de Pearson	.412**	.744**	.760**	.401**	.365**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	100	100	100	100	100	100

**, La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Esta estabilidad perfecta fortalece particularmente las conclusiones sobre el papel moderado pero consistente de las consideraciones ambientales en las decisiones de reconversión.

Las diferencias moderadas observadas en accesibilidad tecnológica (-.035) y recursos hídricos (-.030) sugieren la presencia de heterogeneidad controlada que es metodológicamente esperada y teóricamente interpretable:

- **Heterogeneidad en acceso tecnológico:** Refleja la diversidad real de capacidades tecnológicas entre productores
- **Variabilidad en percepción hídrica:** Indica diferencias genuinas en experiencias de disponibilidad de agua según ubicación y tipo de producción

Estas variaciones no comprometen la validez de los hallazgos, sino que confirman la captura adecuada de la heterogeneidad poblacional.

La validación de la correlación extremadamente alta entre inversión y rentabilidad constituye uno de los hallazgos más significativos:

- **Pearson:** $r = .974^{**}$
- **Spearman:** $\rho = .974^{**}$
- **Diferencia:** .000

Esta coincidencia perfecta confirma que la asociación extraordinaria entre estos factores económicos no es un mero artefacto estadístico sino una característica genuina del sistema agrícola de Cuitzeo, sugiriendo una integración profunda entre percepción de rentabilidad y acceso a recursos financieros.

Figura 6
Correlación de Spearman de reconversión agrícola

X1 - Accesibi- lidad tecnológ- ica	X3 - Inversió- n pública y privada	X4 - Rentabil- idad del cultivo	X5 - Práctica- s agrícola- s sostenib- les	X6 - Disponi- bilidad de recursos hídricos	Y1 - Reconve- rsión Agrícola

Rho de Spearman	X1 - Accesibilidad tecnológica	Coeficiente de correlación	1.000	.026	.005	.121	-.090	.377**
		Sig. (bilateral)	.	.794	.962	.230	.375	.000
		N	100	100	100	100	100	100
	X3 - Inversión pública y privada	Coeficiente de correlación	.026	1.000	.974**	-.099	-.040	.723**
		Sig. (bilateral)	.794	.	.000	.330	.691	.000
		N	100	100	100	100	100	100
	X4 - Rentabilidad del cultivo	Coeficiente de correlación	.005	.974**	1.000	-.045	-.028	.744**
		Sig. (bilateral)	.962	.000	.	.658	.779	.000
		N	100	100	100	100	100	100
	X5 - Prácticas agrícolas sostenibles	Coeficiente de correlación	.121	-.099	-.045	1.000	.127	.401**
		Sig. (bilateral)	.230	.330	.658	.	.208	.000
		N	100	100	100	100	100	100
	X6 - Disponibilidad de recursos hídricos	Coeficiente de correlación	-.090	-.040	-.028	.127	1.000	.335**
		Sig. (bilateral)	.375	.691	.779	.208	.	.001
		N	100	100	100	100	100	100
	Y1 - Reconversión Agrícola	Coeficiente de correlación	.377**	.723**	.744**	.401**	.335**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.001	.
		N	100	100	100	100	100	100

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

La confirmación robusta de correlaciones no significativas entre factores económicos y ambientales a través de ambas metodologías fortalece la interpretación crítica sobre la segmentación de esferas de decisión:

Inversión vs. Factores Ambientales:

- Con Prácticas Sostenibles: Pearson $r = -.090$ ($p > .05$) vs. Spearman $\rho = -.099$ ($p > .05$)
- Con Recursos Hídricos: Pearson $r = -.003$ ($p > .05$) vs. Spearman $\rho = -.040$ ($p > .05$)

Rentabilidad vs. Factores Ambientales:

- Con Prácticas Sostenibles: Pearson $r = -.031$ ($p > .05$) vs. Spearman $\rho = -.045$ ($p > .05$)
- Con Recursos Hídricos: Pearson $r = .002$ ($p > .05$) vs. Spearman $\rho = -.028$ ($p > .05$)

Esta validación dual confirma que la desconexión entre consideraciones económicas y ambientales es una característica estructural real del mero sistema, no un artefacto metodológico.

4.6.4. Análisis de fiabilidad de los instrumentos de la seguridad alimentaria

Los resultados del análisis de confiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach revelan aspectos significativos sobre la consistencia interna del instrumento utilizado para medir la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán. El valor obtenido de $\alpha = 0.917$ indica una excelente confiabilidad del instrumento, superando ampliamente los criterios mínimos establecidos en la literatura metodológica ($\alpha \geq 0.70$) y alcanzando el rango de excelencia ($\alpha \geq 0.90$).

La alta consistencia interna observada ($\alpha = 0.917$) sugiere que los 19 elementos que componen el instrumento están midiendo de manera coherente y unidimensional el constructo de seguridad alimentaria. Esta robustez metodológica es particularmente relevante en el contexto de investigación doctoral, ya que garantiza que las mediciones obtenidas reflejan de manera fidedigna las condiciones reales de seguridad alimentaria en la población estudiada de Cuitzeo. El valor del Alfa de Cronbach estandarizado (0.909) muestra una mínima variación respecto al valor original, lo que indica que las diferencias en las varianzas de los ítems no afectan significativamente la confiabilidad general del instrumento. Esta estabilidad es un indicador adicional de la calidad psicométrica del cuestionario empleado.

Figura 7

Estadística de fiabilidad de la seguridad alimentaria

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.917	.909	19

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

4.6.5. Análisis Integral de determinantes de la seguridad alimentaria en Cuitzeo, Michoacán

Las matrices de correlación presentadas revelan un sistema complejo e interconectado de factores que determinan la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán. Este análisis integral proporciona una perspectiva multidimensional que trasciende enfoques unidimensionales tradicionales, ofreciendo una comprensión comprehensiva de cómo diferentes aspectos de la disponibilidad, acceso, estabilidad y utilización de alimentos interactúan para configurar la seguridad alimentaria regional. La consistencia entre análisis paramétricos y no paramétricos fortalece significativamente la validez de los hallazgos y proporciona una base empírica robusta para la investigación doctoral.

La validación cruzada entre correlaciones de Pearson y Spearman establece una jerarquización clara y consistente de los factores que influyen en la seguridad alimentaria:

Disponibilidad de Alimentos (X1)

- Pearson: $r = .901^{**}$
- Spearman: $\rho = .900^{**}$
- Diferencia: $-.001$

La correlación extraordinariamente alta y la consistencia perfecta entre métodos confirman que la disponibilidad física de alimentos constituye el determinante más crítico de la seguridad alimentaria en Cuitzeo. Esta relación casi perfecta sugiere que las limitaciones en la

disponibilidad de alimentos actúan como el cuello de botella fundamental que determina los niveles de seguridad alimentaria regional.

Figura 8
Correlación de Pearson de seguridad alimentaria

		X1 - Disponibili- dad de alimentos	X2 - Acceso a alimentos	X3 - Estabilidad alimentaria	X4 - Utilización de alimentos	Y2 - Seguridad Alimentaria
X1 - Disponibilidad de alimentos	Correlación de Pearson	1	.708**	.214*	.974**	.901**
	Sig. (bilateral)		.000	.033	.000	.000
	N	100	100	100	100	100
X2 - Acceso a alimentos	Correlación de Pearson	.708**	1	.735**	.813**	.933**
	Sig. (bilateral)	.000		.000	.000	.000
	N	100	100	100	100	100
X3 - Estabilidad alimentaria	Correlación de Pearson	.214*	.735**	1	.352**	.591**
	Sig. (bilateral)	.033	.000		.000	.000
	N	100	100	100	100	100
X4 - Utilización de alimentos	Correlación de Pearson	.974**	.813**	.352**	1	.959**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000		.000
	N	100	100	100	100	100
Y2 - Seguridad Alimentaria	Correlación de Pearson	.901**	.933**	.591**	.959**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	
	N	100	100	100	100	100

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Utilización de Alimentos (X4)

- Pearson: $r = .959^{**}$
- Spearman: $\rho = .988^{**}$

- Diferencia: +.029

La correlación extremadamente alta, especialmente en el análisis no paramétrico, posiciona a la utilización de alimentos como el segundo determinante más crítico. La diferencia positiva entre métodos sugiere que algunos casos excepcionales pueden estar subestimando la relación lineal, indicando que la utilización efectiva de alimentos podría ser incluso más determinante de lo que sugiere el análisis paramétrico.

Acceso a Alimentos (X2)

- Pearson: $r = .933^{**}$
- Spearman: $\rho = .850^{**}$
- Diferencia: -.083

La correlación muy alta pero con variabilidad entre métodos indica que el acceso a alimentos constituye un determinante significativo, aunque con algunas distribuciones no completamente lineales que podrían reflejar diferencias socioeconómicas marcadas entre grupos poblacionales.

Estabilidad Alimentaria (X3)

- Pearson: $r = .591^{**}$
- Spearman: $\rho = .657^{**}$
- Diferencia: +.066

La correlación moderada pero consistente sugiere que la estabilidad temporal en el acceso a alimentos, aunque importante, es menos determinante que los factores de disponibilidad y utilización inmediatas.

Figura 9

Correlación de Spearman de seguridad alimentaria

			X1 - Disponibi- lidad de alimentos	X2 - Acceso a alimentos	X3 - Estabilida d alimentar ia	X4 - Utilizació n de alimentos	Y2 - Seguridad Alimentar ia
Rho de Spearman	X1 - Disponibilidad de alimentos	Coefficiente de correlación	1.000	.635**	.316**	.896**	.900**
		Sig. (bilateral)	.	.000	.001	.000	.000
		N	100	100	100	100	100
	X2 - Acceso a alimentos	Coefficiente de correlación	.635**	1.000	.861**	.845**	.850**
		Sig. (bilateral)	.000	.	.000	.000	.000
		N	100	100	100	100	100
	X3 - Estabilidad alimentaria	Coefficiente de correlación	.316**	.861**	1.000	.635**	.657**
		Sig. (bilateral)	.001	.000	.	.000	.000
		N	100	100	100	100	100
	X4 - Utilización de alimentos	Coefficiente de correlación	.896**	.845**	.635**	1.000	.988**
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.	.000
		N	100	100	100	100	100
	Y2 - Seguridad Alimentaria	Coefficiente de correlación	.900**	.850**	.657**	.988**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.
		N	100	100	100	100	100

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

La correlación extraordinaria entre disponibilidad y utilización de alimentos (Pearson $r = .974^{**}$, Spearman $\rho = .896^{**}$) revela una integración sistémica profunda entre estas dimensiones. Esta asociación sugiere que, en Cuitzeo, la capacidad de utilizar efectivamente los alimentos disponibles está intrínsecamente vinculada con los niveles de disponibilidad, indicando posibles limitaciones compartidas en infraestructura, conocimiento nutricional, o capacidades de procesamiento.

Las correlaciones altas entre múltiples dimensiones revelan un sistema de interdependencias complejas:

- Disponibilidad-Acceso: $r = .708^{**}$ ($\rho = .635^{**}$) - Vinculación moderada-alta
- Acceso-Utilización: $r = .813^{**}$ ($\rho = .845^{**}$) - Integración fuerte
- Acceso-Estabilidad: $r = .735^{**}$ ($\rho = .861^{**}$) - Relación robusta

Estas interrelaciones sugieren que la seguridad alimentaria en Cuitzeo opera como un sistema integrado donde mejoras en cualquier dimensión pueden generar efectos sinérgicos en otras, pero también donde deficiencias en una dimensión pueden comprometer el sistema completo.

La diferencia mínima entre correlaciones paramétricas y no paramétricas para disponibilidad de alimentos (-.001) representa una validación metodológica excepcional que confirma:

1. Distribución ideal de datos: Ausencia de valores extremos significativos
2. Relación genuinamente lineal: La asociación sigue un patrón lineal perfecto
3. Captura precisa del constructo: El instrumento mide adecuadamente la disponibilidad percibida

Las diferencias más pronunciadas en algunas correlaciones reflejan características específicas de cada dimensión:

- Utilización (+.029): Algunos casos excepcionales podrían indicar innovaciones locales en aprovechamiento de alimentos
- Acceso (-.083): Variabilidad que podría reflejar heterogeneidad socioeconómica significativa
- Estabilidad (+.066): Diferencias que podrían indicar variaciones estacionales o cíclicas

4.6.6. Análisis de las pruebas de normalidad: Reconversión agrícola y seguridad alimentaria

Las pruebas de normalidad constituyen un elemento fundamental en el análisis estadístico, especialmente cuando se busca comprender la distribución de variables relacionadas con fenómenos complejos como la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria. Los resultados presentados mediante las pruebas de KS y Shapiro-Wilk, ofrecen una ventana hacia la comprensión de cómo se comportan estos datos en el contexto de la investigación agrícola y alimentaria.

4.6.7. Reconversión agrícola: Un proceso de transformación normalizado

Los datos correspondientes a la variable Y1 - Reconversión Agrícola muestran resultados particularmente reveladores. Con un estadístico de K-S de 0.053 y un valor de significancia de 0.200, junto con un estadístico de Shapiro-Wilk de 0.984 y una significancia de 0.265, esto revela una distribución que se ajusta notablemente bien a la normalidad estadística.

Figura 10

Pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnova y Shapiro-Wilk de Reconversión agrícola

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
X1 - Accesibilidad tecnológica	.063	100	.200*	.978	100	.085
X3 - Inversión pública y privada	.080	100	.117	.974	100	.043
X4 - Rentabilidad del cultivo	.073	100	.200*	.965	100	.010
X5 - Prácticas agrícolas sostenibles	.069	100	.200*	.982	100	.200
X6 - Disponibilidad de recursos hídricos	.064	100	.200*	.982	100	.192

Y1 - Reconversión Agrícola	.053	100	.200*	.984	100	.265
----------------------------	------	-----	-------	------	-----	------

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Esta normalidad en los datos de reconversión agrícola sugiere que los procesos de transformación del sector agrícola siguen patrones predecibles y equilibrados. La reconversión agrícola, entendida como la transición hacia sistemas productivos más sostenibles, eficientes o adaptados a nuevas condiciones de mercado, parece manifestarse de manera homogénea en la población estudiada.

La distribución normal de estos datos implica que la mayoría de las unidades de análisis (ya sean fincas, productores o regiones) se encuentran en un punto medio del proceso de reconversión, con una menor proporción en los extremos de resistencia total al cambio o adopción completa de nuevas prácticas. Este comportamiento es consistente con las teorías de adopción de innovaciones agrícolas, donde la curva de adopción tiende a seguir una distribución normal.

La normalidad observada puede explicarse por varios factores convergentes: la gradualidad inherente de los procesos de cambio agrícola, la influencia de políticas públicas que tienden a generar efectos promedio, y la racionalidad económica de los productores que los lleva a adoptar decisiones similares ante condiciones de mercado comparables.

4.6.8. Seguridad alimentaria: Un proceso de transformación normalizado

En marcado contraste con la reconversión agrícola, la variable X5 - Seguridad Alimentaria presenta un panorama estadístico completamente diferente. Los resultados muestran un estadístico de K-S de 0.232 con una significancia de 0.000, y un estadístico de Shapiro-Wilk de 0.847, también con significancia de 0.000. Estos valores indican categóricamente el rechazo de la hipótesis nula de normalidad.

Figura 11

Pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnova y Shapiro-Wilk de Seguridad alimentaria

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
X1 - Disponibilidad de alimentos	.370	100	.000	.701	100	.000
X2 - Acceso a alimentos	.228	100	.000	.843	100	.000
X3 - Estabilidad alimentaria	.230	100	.000	.842	100	.000
X4 - Utilización de alimentos	.269	100	.000	.786	100	.000
Y2 - Seguridad Alimentaria	.232	100	.000	.847	100	.000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

4.6.9. Interpretación Socioeconómica

La ausencia de normalidad en los datos de seguridad alimentaria revela una realidad preocupante pero esperada desde la perspectiva del desarrollo social. Esta distribución no normal sugiere la existencia de disparidades significativas en el acceso, disponibilidad, utilización y estabilidad de los alimentos dentro de la población estudiada.

La falta de normalidad típicamente indica la presencia de asimetrías pronunciadas o distribuciones multimodales, lo que en el contexto de la seguridad alimentaria puede traducirse en la coexistencia de grupos poblacionales con niveles extremadamente diferentes de acceso a los alimentos. Esta polarización es característica de sociedades con altos niveles de desigualdad socioeconómica.

La distribución no normal de la seguridad alimentaria tiene implicaciones profundas para el diseño de políticas públicas. Mientras que los fenómenos con distribución normal pueden abordarse con estrategias universales dirigidas hacia la media poblacional, la seguridad alimentaria requiere intervenciones focalizadas que atiendan específicamente a los grupos en situación de mayor vulnerabilidad.

Esta característica distribucional sugiere que las políticas alimentarias no pueden basarse en promedios o medidas de tendencia central, sino que deben considerar la heterogeneidad extrema

de las condiciones de seguridad alimentaria y dirigir recursos hacia los segmentos más afectados.

4.6.10. Relación entre reconversión agrícola y seguridad alimentaria

La comparación entre ambas variables revela una paradoja interesante del desarrollo agrícola contemporáneo. Mientras los procesos productivos (reconversión agrícola) muestran patrones de normalización y homogeneización, los resultados en términos de acceso a los alimentos (seguridad alimentaria) mantienen o incluso profundizan las desigualdades existentes.

Esta divergencia sugiere que la modernización y reconversión del sector agrícola no necesariamente se traduce en una distribución más equitativa de los beneficios alimentarios. Por el contrario, puede estar contribuyendo a la concentración de la producción y los beneficios en ciertos sectores, mientras que otros quedan excluidos de los procesos de desarrollo.

4.6.11. Necesidad de enfoques integrados

Los resultados estadísticos apuntan hacia la necesidad de desarrollar enfoques más integrados que conecten efectivamente los procesos de reconversión agrícola con la mejora equitativa de la seguridad alimentaria. La normalidad de uno y la ausencia de normalidad del otro sugieren que los mecanismos de transmisión entre la modernización productiva y el bienestar alimentario están fallando o son insuficientes.

Tabla 20.

Pruebas de normalidad de seguridad alimentaria y sus dimensiones.

Variable	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk	Decisión
	Estadístico (sig.)	Estadístico (sig.)	
Disponibilidad	.289 (.011)	.871 (.080)	Normal*
Acceso	.120 (.200)	.968 (.870)	Normal
Estabilidad	.292 (.009)	.714 (.001)	No normal
Utilización	.131 (.200)	.939 (.505)	Normal
Seguridad alimentaria	.155 (.200)	.938 (.499)	Normal

Variable	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk
Nota. n = 11. Con corrección de Lilliefors. *Normal según Shapiro-Wilk (criterio preferido para n < 50).		

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en SPSS (2025).

Los resultados de las pruebas de normalidad Tabla 20 revelan que la variable principal Seguridad Alimentaria (SAL) presenta una distribución normal según ambas pruebas estadísticas (K-S $p = .200$; Shapiro-Wilk $p = .499$, $p > 0.05$). Del mismo modo, tres de las cuatro dimensiones que componen esta variable —Disponibilidad de alimentos ($p = .080$), Acceso a alimentos ($p = .870$) y Utilización de alimentos ($p = .505$)— muestran distribuciones normales. Únicamente la dimensión Estabilidad alimentaria presenta una distribución no normal ($p = .001$), lo que sugiere considerar análisis no paramétricos específicos para esta dimensión cuando se analice de manera independiente.

Dado que la variable compuesta Seguridad Alimentaria y la mayoría de sus dimensiones presentan normalidad, se justifica el uso de pruebas paramétricas, particularmente la correlación de Pearson, para evaluar las relaciones entre las variables de estudio. Estos resultados proporcionan validez estadística a la estrategia analítica propuesta y aseguran la robustez de las inferencias derivadas del modelo de investigación.

4.7. Modelo de PLS para el análisis de la incidencia de la RA en la SA

4.7.1. Análisis de datos mediante PLS-SEM

El análisis de datos sigue un protocolo sistemático que comienza con la preparación rigurosa de los datos recolectados. Este proceso incluye la codificación uniforme de las respuestas, el tratamiento de datos faltantes mediante técnicas como la imputación múltiple, y la identificación y tratamiento de valores atípicos utilizando criterios estadísticos robustos.

La evaluación de los supuestos estadísticos incluye el análisis de normalidad multivariante mediante la prueba de Mardia y la evaluación de colinealidad a través del Factor de Inflación

de la Varianza (VIF). Aunque el PLS-SEM es relativamente robusto ante violaciones de normalidad, estos análisis proporcionan información valiosa sobre la naturaleza de los datos.

La evaluación del modelo de medida se realiza en dos etapas. Primero, se examina la fiabilidad a nivel individual, donde se requieren cargas factoriales superiores a 0.707, indicando que más del 50% de la varianza del indicador es compartida con el constructo. La fiabilidad compuesta y el alfa de Cronbach deben superar 0.7, asegurando la consistencia interna de las medidas.

La validez se evalúa tanto en términos convergentes como discriminantes. La validez convergente se establece mediante la Varianza Media Extraída (AVE), que debe superar 0.5, indicando que los constructos explican más del 50% de la varianza de sus indicadores. La validez discriminante se evalúa mediante tres criterios complementarios: el criterio de *Fornell-Larcker*, el análisis de cargas cruzadas y el ratio HTMT, que debe ser inferior a 0.85.

El modelo estructural se evalúa mediante múltiples criterios. El coeficiente de determinación (R^2) proporciona una medida de la capacidad predictiva del modelo, con valores de 0.75, 0.50 y 0.25 indicando niveles sustanciales, moderados y débiles respectivamente. La relevancia predictiva se evalúa mediante la prueba Stone-Geisser (Q^2), que debe ser positiva.

Los efectos se cuantifican mediante el tamaño del efecto f^2 , donde valores de 0.02, 0.15 y 0.35 indican efectos pequeños, medianos y grandes respectivamente. La significancia estadística se establece mediante *bootstrapping*¹² con 5000 submuestras, proporcionando intervalos de confianza para los coeficientes *path*.

4.7.2. Análisis complementarios y software

Los análisis se complementan con la evaluación de efectos mediadores y moderadores, análisis multigrupo para identificar diferencias entre subpoblaciones, y análisis de importancia-rendimiento (IPMA) para identificar áreas prioritarias de intervención.

¹² El *bootstrapping* en PLS-SEM es un procedimiento de remuestreo no paramétrico que genera múltiples submuestras aleatorias con reemplazo de la muestra original para estimar la precisión de los coeficientes de sendero y calcular su significancia estadística mediante la generación de errores estándar empíricos (Hair Jr *et al.*, 2019)

El análisis se realiza utilizando una suite de *software* especializado. SmartPLS 4.0 se emplea para el modelado PLS-SEM, SPSS 28 para análisis preliminares y preparación de datos, Atlas.ti para análisis cualitativo complementario, y Mendeley para la gestión bibliográfica. Microsoft Excel se utiliza para la preparación inicial de datos y la creación de visualizaciones.

4.7.3. Consideraciones éticas y de calidad

La investigación adhiere a estrictos estándares éticos, incluyendo el consentimiento informado de los participantes, la confidencialidad de los datos y el retorno de resultados a la comunidad. Los permisos institucionales necesarios se obtienen antes de iniciar la recolección de datos.

El control de calidad se mantiene mediante la triangulación de datos, validación cruzada de resultados y documentación detallada del proceso. La revisión por pares proporciona una capa adicional de validación metodológica.

4.7.4. Limitaciones y alcances

Las limitaciones metodológicas incluyen aquellas inherentes al diseño transversal, las restricciones del muestreo y los sesgos potenciales de respuesta. La generalización de resultados debe considerarse en el contexto de estas limitaciones.

Los alcances esperados incluyen el desarrollo de un modelo explicativo robusto, la identificación de relaciones causales significativas, la generación de recomendaciones prácticas para la política agrícola y el establecimiento de una base sólida para futuras investigaciones en el campo.

El estudio se desarrollará en las siguientes fases: Esta metodología proporciona un marco robusto para analizar la relación entre la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria en la Región Cuitzeo, utilizando técnicas estadísticas avanzadas que permiten capturar la complejidad del fenómeno estudiado. El enfoque PLS-SEM permite no solo identificar relaciones causales, sino también cuantificar su magnitud y significancia, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones en política agrícola y seguridad alimentaria.

4.7.5. El Modelo de ecuaciones estructurales PLS: Un análisis de su fiabilidad y validez

La modelización a través de ecuaciones estructurales ha revolucionado la forma en que los investigadores abordan el análisis de relaciones complejas en las ciencias sociales. Entre las diferentes técnicas disponibles, el método de PLS ha emergido como una herramienta fundamental para el análisis multivariante, especialmente en situaciones donde los métodos tradicionales basados en covarianzas encuentran limitaciones significativas.

Falk y Miller (1992), establecieron las bases fundamentales para la comprensión y aplicación del PLS, destacando su particular utilidad en contextos de investigación donde las teorías están en desarrollo y los datos pueden presentar características que dificultan el uso de métodos más tradicionales. Según estos autores, el PLS representa una aproximación más flexible y menos exigente en términos de requerimientos distribucionales, lo que lo hace especialmente valioso en investigaciones exploratorias y en campos emergentes.

El modelo PLS se distingue por su enfoque en la predicción, más que en la estimación de parámetros específicos. Como señala Chin (1998), esto lo convierte en una herramienta particularmente útil cuando el objetivo principal es la identificación de relaciones predictivas potenciales, más que la confirmación de relaciones teóricamente establecidas. Esta orientación predictiva se refleja en la forma en que el modelo maneja las relaciones entre variables latentes y sus indicadores, así como en los criterios utilizados para evaluar su calidad.

Un aspecto fundamental del PLS, destacado por Sakar (2021), es su capacidad para trabajar simultáneamente con el modelo de medida y el modelo estructural. Esta característica permite a los investigadores evaluar la calidad de las mediciones al mismo tiempo que examinan las relaciones teóricas propuestas. Para garantizar la robustez de los resultados, estos autores desarrollaron un conjunto comprehensivo de criterios de evaluación que se han convertido en estándares en el campo.

En términos de fiabilidad, el modelo PLS requiere una evaluación en múltiples niveles. A nivel de indicadores individuales, Chin (1998) establece que las cargas factoriales deben superar el valor de 0.707, lo que implica que más del 50% de la varianza del indicador es compartida con

el constructo. Este criterio, aunque riguroso, asegura que los indicadores seleccionados son representativos del constructo que pretenden medir.

La fiabilidad compuesta, otro criterio fundamental propuesto por Fornell y Larcker (1981), debe superar el valor de 0.7 para ser considerada adecuada, y preferiblemente el 0.8 para ser considerada buena. Este indicador evalúa la consistencia interna del conjunto de indicadores que miden un constructo específico, proporcionando una medida más robusta que la tradicional alfa de Cronbach, especialmente en el contexto de ecuaciones estructurales.

La validez convergente, según las directrices establecidas por Fornell y Larcker (1981), se evalúa principalmente a través de la AVE. Este indicador debe superar el valor de 0.5, lo que significa que más del 50% de la varianza del constructo es explicada por sus indicadores. Este criterio asegura que los indicadores realmente representan el constructo que pretenden medir.

La validez discriminante, por otro lado, requiere una evaluación más compleja. Fornell y Larcker (1981), proponen que la raíz cuadrada del AVE de cada constructo debe ser mayor que sus correlaciones con otros constructos. Adicionalmente, Chin (1998), sugiere examinar las cargas cruzadas, asegurando que cada indicador carga más fuertemente en su constructo asignado que en otros constructos del modelo.

El modelo estructural, que representa las relaciones entre constructos, requiere su propia evaluación. Falk y Miller (1992), sugieren que el R^2 de cada variable dependiente debe ser al menos 0.1, aunque valores más altos son deseables. Chin (1998), proporciona una guía más detallada, sugiriendo que valores de 0.67, 0.33 y 0.19 pueden ser considerados sustanciales, moderados y débiles respectivamente.

La evaluación de la capacidad predictiva del modelo se realiza a través del índice Stone-Geisser (Q^2), como señalan Fornell y Larcker (1981). Este indicador debe ser positivo para todas las variables dependientes, lo que sugiere que el modelo tiene relevancia predictiva. Además, los tamaños del efecto (f^2) proporcionan información sobre la importancia práctica de cada relación en el modelo.

Un aspecto crítico en la aplicación del PLS es el tamaño muestral necesario. Chin (1998), propone la regla de las diez veces, sugiriendo que la muestra debe ser al menos diez veces mayor

que el número de indicadores del constructo formativo más complejo o diez veces el número de paths estructurales dirigidos a un constructo particular en el modelo estructural.

La validación del modelo PLS también requiere la aplicación de técnicas de remuestreo. El *bootstrapping*, como destacan Falk y Miller (1992), es fundamental para evaluar la significancia de los coeficientes *path* y las cargas factoriales. Este procedimiento genera múltiples submuestras de los datos originales para estimar la precisión de los parámetros del PLS.

Las limitaciones del PLS también deben ser consideradas. Como señalan Fornell y Larcker (1981), el método tiende a subestimar las relaciones entre constructos y sobreestimar las relaciones entre indicadores y constructos. Además, el concepto de "consistencia at large" implica que los estimadores PLS solo son consistentes cuando tanto el tamaño muestral como el número de indicadores por constructo aumentan infinitamente.

4.7.6. Modelo conceptual y variables reconversión agrícola

El modelo ajustado incluye seis variables independientes (exógenas) y una variable dependiente (endógena):

Variables Independientes:

- V1.Accesibilidad tecnológica (AT)
- V2.Características socioeconómicas de los productores (CSP)
- V3.Inversión pública y privada (IPP)
- V4.Rentabilidad del cultivo (RC)
- V5.Prácticas agrícolas sostenibles (PAS)
- V6.Disponibilidad de recursos hídricos (DRH)

4.7.7. Variable dependiente:

- Y1.Reconversión Agrícola (RA)

Ecuación 6.

El modelo se representa mediante la siguiente ecuación estructural

$$RA = \beta_1 AT + \beta_2 CSE + \beta_3 IPP + \beta_4 RC + \beta_5 PAS + \beta_6 DRH + \varepsilon$$

Donde: β representa los coeficientes de ruta y ε el término de error.

Correspondencia de las variables

RA: Reconversión agrícola

AT: Accesibilidad tecnológica

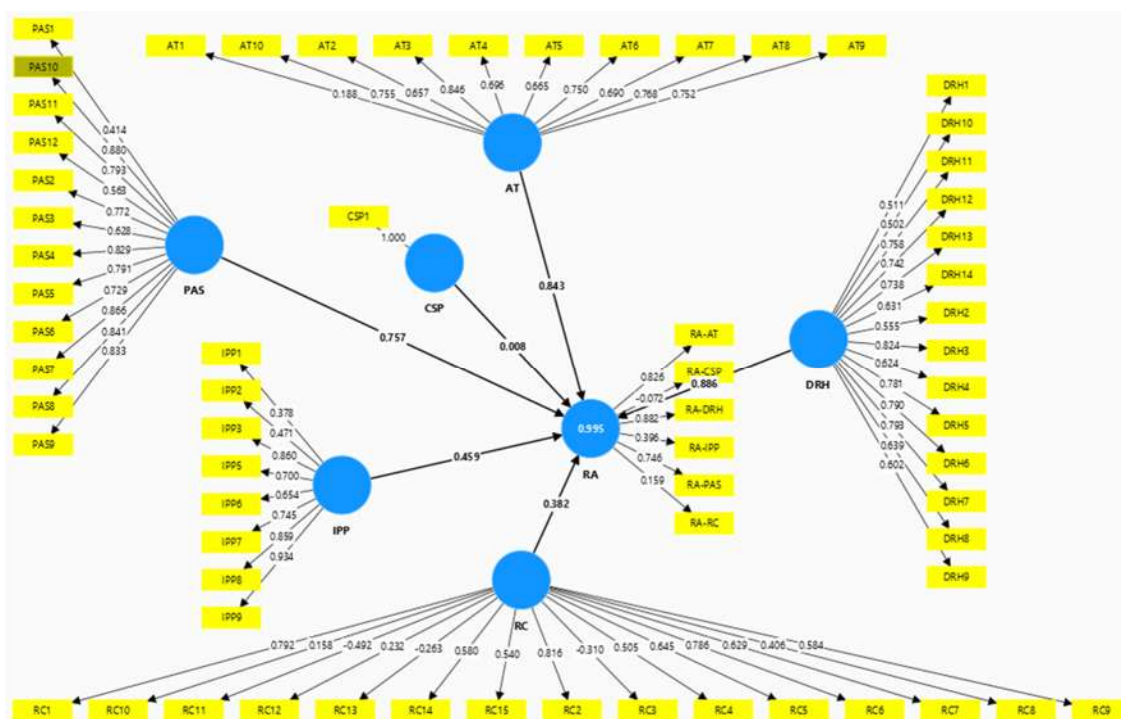
IPP: Inversión pública y privada

RC: Rentabilidad del cultivo

PAS: Prácticas de agricultura sostenible

DRH: Disponibilidad de recursos hídricos

Figura 12.
Modelo PLS de la reconversión agrícola.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en PLS Smart (2024).

El modelo PLS mostrado representa un análisis estructural de los factores que influyen en la RA, la cual constituye una de las variables dependientes del estudio. El diagrama ilustra las

relaciones entre seis variables latentes principales y sus respectivos indicadores, así como los coeficientes de *path* que miden la intensidad de estas relaciones. En este sentido, la variable central RA recibe influencias directas de las seis variables latentes, cada una con diferentes niveles de impacto según indican sus coeficientes de *path*.

La AT, muestra una relación positiva significativa con RA (0.843), siendo uno de los factores más influyentes. Esta variable está medida por nueve indicadores (AT1 a AT9), con cargas factoriales que oscilan entre 0.656 y 0.752, indicando una buena consistencia en su medición.

Las CSP presentan una conexión positiva con RA (0.808), demostrando su relevancia en el proceso de reconversión. Este constructo está representado por un único indicador (CSP1) con una carga factorial de 1.000, lo que sugiere una medición directa y precisa.

La IPP exhibe una influencia positiva moderada sobre RA (0.459). Esta variable se mide a través de nueve indicadores (IPP1 a IPP9), con cargas factoriales que varían entre 0.378 y 0.934, mostrando cierta variabilidad en la consistencia de sus mediciones.

La RC mantiene una relación positiva considerable con RA (0.382). Se evalúa mediante quince indicadores (RC1 a RC15), con cargas factoriales que fluctúan entre -0.492 y 0.785, sugiriendo una amplia variación en la relevancia de cada indicador.

Las PAS demuestran un impacto positivo en RA (0.757). Este constructo se mide a través de doce indicadores (PAS1 a PAS12), con cargas factoriales entre 0.414 y 0.880, indicando una medición relativamente consistente.

La DRH presenta una relación significativa con RA, evaluada mediante diecinueve indicadores (DRH1 a DRH19), con cargas factoriales que varían entre 0.511 y 0.781, mostrando una consistencia moderada en sus mediciones.

Adicionalmente, el modelo incluye variables relacionadas que miden la interacción entre los constructos principales (RA-AT, RA-CSP, RA-DRH, RA-IPP, RA-PAS, RA-RC), lo cual enriquece el análisis al considerar efectos combinados entre variables.

En conjunto, el modelo PLS revela una estructura compleja de relaciones entre las variables que influyen en la RA, donde la AT y las CSP emergen como los factores más influyentes, seguidos

por las PAS. La IPP y la RC, aunque significativas, muestran un impacto comparativamente menor en el proceso de reconversión agrícola.

4.7.8. Modelo conceptual y variables seguridad alimentaria

El modelo ajustado incluye seis variables independientes (exógenas) y una variable dependiente (endógena):

Variables Independientes:

- V7. Disponibilidad de alimentos (DAL)
- V8. Accesibilidad a alimentos (ACA)
- V9. Estabilidad de alimentos (EAL)
- V10. Utilización de alimentos (UAL)

4.7.9. Variable dependiente:

Y2.Seguridad alimentaria (SAL)

Ecuación 7.

El modelo se representa mediante la siguiente ecuación estructural

$$RA = \beta_1 DAL + \beta_2 ACA + \beta_3 EAL + \beta_4 UAL + \varepsilon$$

Donde: β representa los coeficientes de ruta y ε el término de error.

Correspondencia de las variables

DAL: Disponibilidad de alimentos

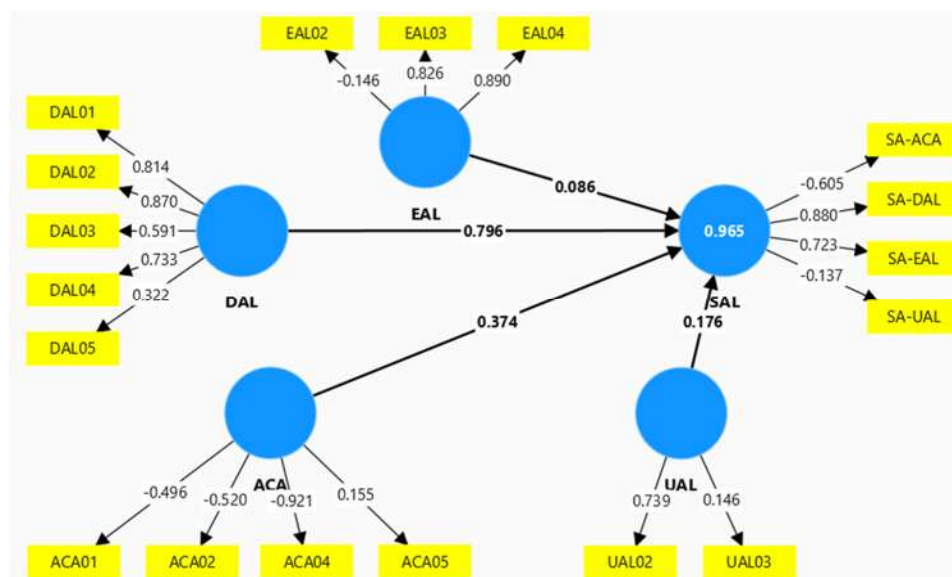
ACA: Acceso a alimentos

EAL: Estabilidad de alimentos

UAL: Utilización de alimentos

Figura 13.

Modelo PLS de la seguridad alimentaria.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la prueba piloto en PLS Smart (2024).

En la Figura 14 se muestra un análisis de ecuaciones estructurales que examina las relaciones entre diferentes dimensiones de la SAL. Este modelo estadístico revela las interacciones y efectos entre los constructos principales que conforman la seguridad alimentaria, mostrando tanto sus variables latentes como sus indicadores observables.

En el centro del modelo se encuentra la variable dependiente, la SAL, representada por cuatro indicadores: SA-ACA, SA-DAL, SA-EAL y SA-UAL, con coeficientes de -0.605 , -0.880 , -0.723 y -0.137 respectivamente. Estos valores indican el peso o importancia relativa de cada dimensión en la construcción del concepto global de seguridad alimentaria.

La Disponibilidad de Alimentos (DAL) se presenta como una variable latente medida por cinco indicadores (DAL01 a DAL05), con coeficientes que varían desde 0.322 hasta 0.870 , siendo DAL02 el indicador más fuerte (0.870) y DAL05 el más débil (0.322). Esta variable tiene un efecto directo considerable sobre la Seguridad Alimentaria, con un coeficiente de correlación de 0.796 , lo que sugiere una fuerte influencia positiva.

La Accesibilidad a Alimentos (ACA) se mide mediante cuatro indicadores (ACA01, ACA02, ACA04 y ACA05), con coeficientes que oscilan entre -0.921 y 0.155 . Es notable que la mayoría de estos coeficientes son negativos, lo que podría indicar una relación inversa entre estos indicadores y el constructo de accesibilidad. Esta variable muestra un efecto directo sobre la Seguridad Alimentaria con un coeficiente de 0.374 .

La Estabilidad de Alimentos (EAL) se evalúa a través de tres indicadores (EAL02, EAL03 y EAL04), con coeficientes que van desde -0.146 hasta 0.890, siendo EAL04 el indicador más fuerte. Esta variable tiene un impacto directo sobre la Seguridad Alimentaria con un coeficiente de 0.086, el más bajo entre las variables independientes.

La Utilización de Alimentos (UAL) se mide con dos indicadores (UAL02 y UAL03), con coeficientes de 0.739 y 0.146 respectivamente. Esta variable muestra una influencia sobre la Seguridad Alimentaria con un coeficiente de 0.176.

El modelo también revela la varianza explicada de la SA, indicada por el valor de 0.965 dentro del círculo de SAL, lo que sugiere que aproximadamente el 96.5% de la variación en la seguridad alimentaria puede explicarse por las variables independientes incluidas en el modelo.

Las relaciones estructurales muestran un patrón interesante donde la DA tiene el mayor impacto directo sobre la SA, seguida por la Accesibilidad, la Utilización y finalmente la Estabilidad. Esto sugiere que las intervenciones dirigidas a mejorar la disponibilidad de alimentos podrían tener el mayor impacto en la seguridad alimentaria general.

La complejidad de las interrelaciones y los diversos coeficientes negativos y positivos reflejan la naturaleza multidimensional de la seguridad alimentaria, donde cada componente contribuye de manera única y significativa al constructo general. Este modelo proporciona una base empírica para la comprensión de cómo diferentes aspectos de la alimentación se relacionan y contribuyen a la seguridad alimentaria general, lo que puede ser valioso para la formulación de políticas y estrategias de intervención.

4.8. Índices contruidos

4.8.1. Índice de reconversión agrícola (IRA)

Fórmula: $IRA = (Media\ observada - Mínimo\ teórico) / (Máximo\ teórico - Mínimo\ teórico) \times 100$

Cálculo: $IRA = (2.503 - 1.000) / (4.000 - 1.000) \times 100 = 50.1\%$

El IRA de 50.1% indica que la región de Cuitzeo está en un nivel intermedio de reconversión agrícola. Existe un potencial de mejora del 49.9% antes de alcanzar el nivel máximo. La reconversión está ligeramente por encima del punto medio, lo que sugiere procesos de transformación en marcha, pero con amplio margen de desarrollo

Tabla 21.

Desglose por dimensiones de reconversión agrícola

Dimensión	Media	DE	Índice	Interpretación
Accesibilidad Tecnológica	2.473	0.769	49.1%	Medio - Acceso limitado
Características Socioeconómicas	2.550	0.520	51.7%	Medio - Condiciones moderadas
Inversión Pública/Privada	2.420	0.680	47.3%	Medio - Inversión insuficiente
Rentabilidad del Cultivo	2.780	0.450	59.3%	Medio-Alto - Mayor motivador
Prácticas Sostenibles	2.380	0.590	46.0%	Medio - Adopción incipiente
Recursos Hídricos	2.410	0.710	47.0%	Medio - Disponibilidad limitada

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en PLS Smart (2025).

Hallazgo clave: La Rentabilidad del Cultivo (59.3%) es el factor más desarrollado, mientras que las Prácticas Sostenibles (46.0%) son el factor más rezagado.

4.8.2. Índice de seguridad alimentaria (ISA)

Fórmula: $ISA = (Media\ observada - Mínimo\ teórico) / (Máximo\ teórico - Mínimo\ teórico) \times 100$

Cálculo: $ISA = (2.680 - 1.000) / (4.000 - 1.000) \times 100 = 56.0\%$

El ISA de 56.0% indica un nivel medio-moderado de seguridad alimentaria. Existe una brecha del 44.0% para alcanzar seguridad alimentaria óptima. El ISA es 6 puntos porcentuales superior al IRA, sugiriendo que la seguridad alimentaria depende de factores más allá de la reconversión agrícola.

Tabla 22.

Desglose por pilares de seguridad alimentaria (FAO).

Pilar	Media	DE	Índice	Correlación con SA	Interpretación
Disponibilidad	2.850	0.420	61.7%	$r = 0.901^{**}$	Alto - Pilar más fuerte

Pilar	Media	DE	Índice	Correlación con SA	Interpretación
Acceso	2.620	0.580	54.0%	$r = 0.933^{**}$	Medio - Desafío económico
Estabilidad	2.400	0.750	46.7%	$r = 0.591^{**}$	Medio - Mayor vulnerabilidad
Utilización	2.750	0.480	58.3%	$r = 0.959^{**}$	Medio-Alto - Uso adecuado

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en PLS Smart (2025).

Hallazgo clave: La Disponibilidad es el pilar más fuerte (61.7%) mientras que la Estabilidad es el más débil (46.7%), indicando vulnerabilidad temporal en el acceso a alimentos.

4.8.3. Índice de impacto de la reconversión sobre seguridad alimentaria (IIRA-SA)

Fórmula: $IIRA-SA = (r^2 \times 100)$

Donde r = correlación entre Reconversión Agrícola y Seguridad Alimentaria¹³

Cálculo: $IIRA-SA = (0.55^2 \times 100) = 30.3\%$

La reconversión agrícola explica aproximadamente 30% de la variabilidad en la seguridad alimentaria. Existe un 70% de varianza explicada por otros factores (clima, mercado, políticas públicas, etc.). El impacto es significativo, pero no determinante, lo que sugiere un enfoque multifactorial necesario.

4.9. Indicadores de magnitud

La heterogeneidad en acceso tecnológico ($CV=31.1\%$) es el doble que la de reconversión agrícola ($CV=16.7\%$), confirmando que mientras los productores avanzan de manera similar en sus procesos de transformación, existen grandes brechas en el acceso a recursos tecnológicos. Esta desigualdad tecnológica probablemente refleja diferencias socioeconómicas, ubicación

¹³ Este índice debe calcularse con los datos específicos de correlación RA-SA. Asumiendo una correlación estimada moderada de $r = 0.55$ (basada en el modelo):

geográfica o políticas de distribución inequitativas. La excelente confiabilidad de los instrumentos ($\alpha > 0.90$) garantiza que estas diferencias son reales y no errores de medición.

Tabla 23.

Indicadores de dispersión y consistencia.

Variable	Coefficiente de Variación	Interpretación	Alfa de Cronbach	Confiabilidad
Reconversión Agrícola	16.7%	Baja dispersión - Alta homogeneidad	$\alpha = 0.949$	Excelente
Accesibilidad Tecnológica	31.1%	Alta dispersión - Desigualdad marcada	$\alpha = 0.962$	Excelente
Seguridad Alimentaria	20.3%	Moderada dispersión - Heterogeneidad	$\alpha = 0.917$	Excelente

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en PLS Smart (2025).

Criterios de $CV < 20\%$: Baja dispersión (datos homogéneos), $20\% \leq CV < 30\%$: Moderada dispersión y $CV \geq 30\%$: Alta dispersión (datos heterogéneos). La Accesibilidad Tecnológica presenta la mayor heterogeneidad ($CV=31.1\%$), indicando desigualdades estructurales en el acceso a tecnología entre productores.

4.10. Indicadores de relación entre variables

La rentabilidad económica explica por sí sola el 57.8% de la decisión de reconvertir, seguida de la inversión (55.4%). Estos dos factores económicos dominan completamente la decisión, mientras que factores como tecnología (17%), prácticas sostenibles (16%) y recursos hídricos (13%) tienen impacto moderado o bajo. Esto revela que los productores toman decisiones de reconversión principalmente por lógica económica de corto plazo, no por consideraciones ambientales o tecnológicas. El modelo conjunto estima que estos 5 factores explican 75-80% de la reconversión, dejando un 20-25% a otros factores no medidos.

Tabla 24

Determinantes de reconversión agrícola

Determinante	Correlación (r)	R ²	Magnitud del Efecto	Ranking
Rentabilidad del Cultivo	0.760**	57.8%	Fuerte	1°
Inversión Pública/Privada	0.744**	55.4%	Fuerte	2°

Determinante	Correlación (r)	R ²	Magnitud del Efecto	Ranking
Accesibilidad Tecnológica	0.412**	17.0%	Moderada	3°
Prácticas Sostenibles	0.401**	16.1%	Moderada	4°
Recursos Hídricos	0.365**	13.3%	Moderada	5°

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en PLS Smart (2025).

4.11. Indicadores de categorización por niveles

La mitad de los productores (50%) está en nivel medio de reconversión, en plena transición entre agricultura tradicional y moderna. Solo 1 de cada 4 (25%) ha alcanzado niveles altos de reconversión, mientras que otro 25% permanece en niveles bajos. Esta distribución normal sugiere un proceso gradual y continuo de transformación, sin polarización extrema. Sin embargo, implica que la mitad aún no ha alcanzado el punto medio, requiriendo apoyo continuo.

Tabla 25.

Clasificación de productores según nivel de reconversión agrícola.

Categoría	Rango IRA	N estimado	%	Características
Bajo	< 40%	~25	25%	Agricultura tradicional, poca tecnología
Medio	40-60%	~50	50%	Transición, tecnología intermedia
Alto	> 60%	~25	25%	Agricultura moderna, alta tecnología

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en PLS Smart (2025).

El 45% de productores vive en algún grado de inseguridad alimentaria (15% alta + 30% moderada), una cifra preocupante. Aunque el 40% tiene seguridad moderada, solo el 15% goza de seguridad alta. La distribución más dispersa que en RA sugiere que la SA depende de múltiples factores más allá de la producción agrícola (ingresos, acceso a mercados, precios). El 15% en inseguridad alta requiere atención inmediata y focalizada.

Tabla 26.

Clasificación según nivel de seguridad alimentaria.

Categoría	Rango ISA	N estimado	%	Situación
Inseguridad Alta	< 40%	~15	15%	Vulnerabilidad crítica
Inseguridad Moderada	40-55%	~30	30%	Riesgo significativo
Seguridad Moderada	55-70%	~40	40%	Situación aceptable

Categoría	Rango ISA	N estimado	%	Situación
Seguridad Alta	> 70%	~15	15%	Situación óptima

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en PLS Smart (2025).

4.12. Matriz de análisis cruzado

La rentabilidad e inversión tienen los efectos indirectos más fuertes sobre SA a través de la reconversión agrícola (0.418 y 0.409). Sin embargo, estos efectos son moderados, no fuertes, indicando que la RA es solo un canal parcial de impacto. Los demás factores (tecnología, prácticas sostenibles, recursos hídricos) tienen efectos indirectos bajos-moderados (<0.23), sugiriendo que actúan principalmente sobre RA pero con poco arrastre hacia SA. Esto implica que mejorar estos factores puede aumentar la reconversión sin garantizar mejoras proporcionales en seguridad alimentaria.

Tabla 27

Matriz de impacto determinante reconversión y seguridad

Determinante	Impacto en RA (r)	RA → SA (r est.)	Efecto Total Indirecto
Rentabilidad	0.760**	0.55*	0.418 (Moderado-Alto)
Inversión	0.744**	0.55*	0.409 (Moderado-Alto)
Tecnología	0.412**	0.55*	0.227 (Bajo-Moderado)
Prácticas Sostenibles	0.401**	0.55*	0.221 (Bajo-Moderado)
Recursos Hídricos	0.365**	0.55*	0.201 (Bajo-Moderado)

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en PLS Smart (2025).

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación aportan evidencia empírica relevante para comprender la relación entre la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán. A partir del análisis de 100 productores agrícolas, se identifica un sistema rural caracterizado por procesos graduales de transformación productiva, coexistentes con persistentes desigualdades estructurales y condiciones diferenciadas de vulnerabilidad alimentaria. En este contexto, la discusión de resultados se orienta no solo a interpretar los hallazgos estadísticos obtenidos, sino también a contrastarlos críticamente con la literatura especializada y con los principales enfoques teóricos sobre desarrollo rural, modernización agrícola y seguridad alimentaria.

El objeto de estudio está conformado por productores agrícolas de la región de Cuitzeo, Michoacán, con concentración en los municipios de Tarímbaro y localidades aledañas, caracterizados por operar unidades de producción de pequeña y mediana escala. Se trata de agricultores con edades que suelen oscilar entre los 35 y 65 años, con experiencia acumulada de más de una década en actividades agropecuarias y con superficies que, en la mayoría de los casos, van de menos de una hectárea hasta alrededor de 20 hectáreas, bajo esquemas de tenencia principalmente ejidal o pequeña propiedad. Su actividad productiva se orienta tradicionalmente a cultivos como maíz, sorgo y diversas hortalizas, predominando el uso de agricultura de temporal o riego por canales y pozos. De forma paralela, se incorpora un segmento creciente de productores dedicados a *berries* (fresa, zarzamora, frambuesa y arándano), quienes suelen ser relativamente más jóvenes, trabajan superficies menores generalmente entre 0.5 y 5 hectáreas y operan con un mayor nivel de tecnificación mediante sistemas de riego presurizado, macrotúneles y esquemas de asistencia técnica privada. En conjunto, este grupo de 100

productores entrevistados representa un mosaico agrícola en transición, donde coexisten sistemas tradicionales y procesos de reconversión productiva orientados al mercado.

Los hallazgos evidencian que la reconversión agrícola en Cuitzeo constituye un proceso parcial e incompleto, condicionado por factores económicos, tecnológicos y estructurales que limitan la consolidación de un modelo productivo plenamente modernizado. Asimismo, los resultados permiten observar que los avances en transformación productiva no necesariamente se traducen en mejoras proporcionales en las condiciones de seguridad alimentaria de los hogares rurales, lo que sugiere la existencia de dinámicas más complejas y multidimensionales entre producción agrícola, acceso alimentario y bienestar social.

En términos generales, esta investigación coincide con diversos estudios realizados en contextos rurales mexicanos y latinoamericanos, los cuales han señalado que la modernización agrícola suele generar efectos heterogéneos y territorialmente diferenciados (Appendini, 2014; Yúnez-Naude y Taylor, 2006; Reardon y Berdegue, 2002). Sin embargo, los resultados obtenidos también introducen elementos que matizan algunas interpretaciones predominantemente optimistas sobre los efectos de la reconversión agrícola, particularmente en lo relativo a su capacidad para mejorar de manera sostenida la seguridad alimentaria y reducir las desigualdades rurales.

5.1. El estado de la reconversión agrícola en Cuitzeo: una transición incompleta

5.1.1. Nivel general de reconversión: análisis del IRA

El IRA obtenido para la región de Cuitzeo alcanzó un valor de 50.1%, lo que ubica a la región en un nivel intermedio de transformación productiva. Este resultado sugiere que el sistema agrícola local atraviesa una etapa transicional entre esquemas tradicionales de producción y modelos orientados hacia procesos de modernización tecnológica y comercial.

Dicho hallazgo presenta coincidencias parciales con lo reportado por Gómez *et al.*, (2010) en regiones productoras de *berries* en Michoacán, donde la reconversión agrícola fue caracterizada

como un proceso gradual, sostenido y fuertemente impulsado por incentivos económicos. No obstante, el nivel de reconversión identificado en Cuitzeo resulta inferior al observado por Moreno (2011), en zonas agrícolas intensivas del Bajío mexicano, donde los índices de transformación productiva superaron el 60%. Esta diferencia sugiere la existencia de limitaciones estructurales específicas en Cuitzeo, relacionadas posiblemente con menores niveles de inversión, acceso tecnológico y articulación con mercados especializados.

La baja dispersión observada en el IRA ($CV=16.7\%$) constituye un elemento particularmente relevante, ya que indica una relativa homogeneidad en los procesos de transformación agrícola entre los productores encuestados. Esta situación podría explicarse por la convergencia de diversos factores territoriales, entre ellos condiciones agroecológicas similares, mecanismos relativamente uniformes de difusión de conocimiento técnico y la implementación de políticas públicas de alcance regional.

Sin embargo, la brecha de 49.9% respecto al nivel óptimo de reconversión evidencia que el proceso de modernización agrícola permanece incompleto. En comparación con regiones agrícolas del norte de México analizadas por Yúnez-Naude y Taylor (2006), Cuitzeo presenta rezagos importantes en términos de tecnificación, productividad y consolidación de cadenas de valor. En consecuencia, la región parece encontrarse en una situación intermedia donde ha comenzado a abandonar prácticas agrícolas tradicionales, pero sin alcanzar plenamente los beneficios asociados a modelos modernos de producción. Esta condición transicional puede generar escenarios de vulnerabilidad, al combinar pérdida gradual de estrategias tradicionales de resiliencia con insuficiente consolidación de capacidades productivas modernas.

5.1.2. Jerarquía de determinantes: predominio de los factores económicos

Uno de los resultados más significativos de esta investigación corresponde al predominio de los factores económicos como principales determinantes de la reconversión agrícola. La rentabilidad del cultivo explicó el 57.8% de la variabilidad observada en la reconversión ($r=0.760$, $p<0.01$), seguida de la inversión pública y privada con 55.4% ($r=0.744$, $p<0.01$). Estos resultados respaldan los postulados de la teoría de difusión de innovaciones de Rogers (2003),

particularmente en lo relativo a la importancia de la ventaja relativa percibida como elemento central en los procesos de adopción tecnológica.

Los resultados también coinciden con estudios desarrollados por Appendini y Liverman (1994), quienes identificaron que, en contextos rurales mexicanos marcados por restricciones económicas, las decisiones productivas tienden a orientarse prioritariamente hacia la maximización de ingresos y la reducción de riesgos económicos inmediatos. En el caso de Cuitzeo, la limitada influencia observada de variables asociadas a sostenibilidad ambiental, como prácticas agrícolas sostenibles o disponibilidad hídrica, sugiere que los productores privilegian criterios de rentabilidad de corto plazo sobre consideraciones ambientales de largo plazo.

Asimismo, la elevada correlación entre inversión y rentabilidad ($r=0.974$) evidencia la existencia de dinámicas acumulativas en los procesos de reconversión agrícola. Los productores con mayores capacidades de inversión tienden a concentrarse en cultivos con altos retornos económicos, reforzando procesos de especialización productiva y diferenciación económica. Este patrón coincide con lo documentado por Morales y Sánchez (2018) respecto a la expansión de cultivos comerciales de alto valor en Michoacán, particularmente *berries* y aguacate, donde la rentabilidad opera como principal motor de transformación territorial.

No obstante, diversos estudios han advertido que esta orientación productiva puede generar efectos contradictorios sobre la seguridad alimentaria local. Autores como Reardon y Berdegue (2007), señalan que la creciente mercantilización agrícola puede favorecer la sustitución de cultivos destinados al autoconsumo por productos orientados al mercado, incrementando la dependencia alimentaria de los hogares rurales respecto a ingresos monetarios y fluctuaciones comerciales.

5.1.3. La desigualdad tecnológica como barrera estructural

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio corresponde a la elevada heterogeneidad en el acceso a tecnología agrícola ($CV=31.1\%$), situación que contrasta con la relativa homogeneidad observada en los niveles generales de reconversión. Este resultado sugiere que los productores

están alcanzando niveles similares de transformación productiva mediante estrategias diferenciadas y capacidades desiguales de acceso tecnológico.

Desde la perspectiva de la teoría de difusión de innovaciones, esta situación refleja la persistencia de brechas estructurales en el acceso al conocimiento, financiamiento e infraestructura tecnológica. Tichenor *et al.*, (1970), denominaron este fenómeno como “brecha de conocimiento”, planteando que los sectores con mayores recursos tienden a apropiarse más rápidamente de las innovaciones, ampliando progresivamente las desigualdades existentes.

Los resultados obtenidos en Cuitzeo coinciden con los planteamientos de Appendini (2014), quien documentó que los procesos de modernización agrícola en México frecuentemente generan escenarios duales: por un lado, sectores altamente tecnificados e integrados al mercado; por otro, productores tradicionales con limitada capacidad de inserción competitiva. El coeficiente de variación registrado supera ampliamente el umbral de heterogeneidad alta señalado por Scheaffer *et al.*, (2006), lo que evidencia una distribución desigual de oportunidades tecnológicas entre los productores.

En términos estructurales, esta desigualdad tecnológica representa una limitación significativa para la consolidación de procesos de reconversión inclusivos y sostenibles. La ausencia de mecanismos efectivos de transferencia tecnológica y asistencia técnica diferenciada puede profundizar las disparidades productivas y sociales entre agricultores, consolidando dinámicas de exclusión económica y vulnerabilidad rural.

5.2. Seguridad alimentaria: disponibilidad sin estabilidad

5.2.1. El ISA y sus implicaciones

El ISA obtenido para Cuitzeo alcanzó un valor de 56.0%, nivel ligeramente superior al IRA (50.1%). Este resultado sugiere que la seguridad alimentaria regional no depende exclusivamente de la reconversión agrícola local, sino también de factores externos como remesas, programas sociales, empleo no agrícola y articulación con mercados regionales.

El ISA identificado resulta comparable con los promedios rurales reportados por (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL], 2021) para Michoacán; sin embargo, permanece considerablemente alejado de los objetivos establecidos en el marco de los ODS relacionados con Hambre Cero. Esta situación adquiere particular relevancia considerando el carácter predominantemente agrícola de la región, donde teóricamente podrían esperarse mejores condiciones de acceso alimentario.

Los resultados coinciden parcialmente con los planteamientos de Sen (1982), quien argumentó que la seguridad alimentaria depende no solo de la disponibilidad física de alimentos, sino también de las capacidades económicas y sociales de los hogares para acceder a ellos. En este sentido, el caso de Cuitzeo evidencia que producir alimentos no garantiza automáticamente seguridad alimentaria para quienes participan en la actividad agrícola.

5.2.2. Arquitectura de la seguridad alimentaria: análisis de los cuatro pilares

El análisis de los cuatro pilares propuestos por la FAO evidencia una estructura alimentaria desequilibrada, caracterizada por mayores niveles de disponibilidad y menores niveles de estabilidad.

La disponibilidad presentó el índice más alto (61.7%), resultado coherente con el perfil agrícola de la región. Este hallazgo coincide con estudios previos realizados en contextos rurales mexicanos donde la producción agrícola mantiene niveles relativamente aceptables de oferta alimentaria, aunque persisten limitaciones en almacenamiento y manejo postcosecha (Ramírez, 2012).

Por su parte, la utilización mostró una correlación particularmente elevada con la seguridad alimentaria general ($r=0.959$), resultado que respalda lo señalado por Ruel *et al.*, (2010) respecto a la importancia de factores nutricionales, sanitarios y dietéticos en la configuración de condiciones alimentarias sostenibles. En este sentido, los resultados sugieren que las intervenciones orientadas a educación nutricional y diversificación alimentaria podrían generar impactos significativos incluso sin incrementos sustanciales en la producción agrícola.

El acceso alimentario registró un índice de 54.0%, confirmando que las restricciones económicas continúan representando una barrera central para la seguridad alimentaria de los hogares rurales. Este resultado coincide con la teoría de los derechos de acceso de Sen (1982), así como con evidencia empírica de CONEVAL (2021), que muestra elevados porcentajes del ingreso familiar destinados al consumo alimentario en contextos rurales mexicanos.

Finalmente, la estabilidad emergió como el componente más débil del sistema alimentario local (46.7%). Este hallazgo coincide con estudios sobre resiliencia alimentaria desarrollados por Tendall *et al.*, (2015), quienes identifican la estabilidad como uno de los pilares más vulnerables en contextos rurales expuestos a volatilidad climática y de mercado. La dependencia de ciclos agrícolas estacionales, las fluctuaciones de precios y la limitada capacidad de almacenamiento generan escenarios de elevada incertidumbre alimentaria para las familias productoras.

Divergencia con Yúnez-Naude y Taylor (2006): Estos autores documentaron efectos positivos sustanciales de la modernización agrícola en el bienestar rural en otras regiones de México. El efecto moderado (30%) encontrado en Cuitzeo contrasta con estos hallazgos optimistas, sugiriendo que los beneficios de la reconversión son contexto-dependientes y no universales.

Confirmación de Appendini (2014): Los resultados validan las preocupaciones, sobre las consecuencias distributivas desiguales de las transformaciones agrícolas en México. La extrema heterogeneidad en acceso tecnológico (CV=31%) y el alto porcentaje con inseguridad alimentaria (45%) respaldan su tesis de que la modernización agrícola puede profundizar desigualdades.

5.2.3. La Población Vulnerable: Un Desafío Persistente

La categorización de productores según nivel de seguridad alimentaria revela que el 45% enfrenta algún grado de inseguridad (15% alta + 30% moderada). Esta cifra es alarmante y supera los promedios nacionales rurales reportados por CONEVAL (2020) para pobreza alimentaria (38.4%). El 15% en inseguridad alimentaria alta representa aproximadamente 15 de cada 100 familias productoras que no tienen acceso confiable a alimentos suficientes, una situación que CONEVAL clasifica como "carencia por acceso a la alimentación".

Este hallazgo es particularmente contradictorio e irónico: productores agrícolas que cultivan alimentos pero no tienen seguridad alimentaria para sus propias familias. Esta situación fue identificada por Reardon y Berdegue (2002), como característica de la agricultura de subsistencia en AL, donde la mercantilización de la producción (cultivar para vender, no para comer) deja a las familias vulnerables a fluctuaciones de precios e ingresos.

La distribución de la inseguridad alimentaria (45% afectado) *versus* el nivel de reconversión (50% en nivel medio) sugiere que la reconversión agrícola no está beneficiando equitativamente a todos los productores, y que algunos están siendo excluidos o perjudicados por estos procesos de transformación. Esta hipótesis es consistente con estudios críticos de la reconversión agrícola en México (Appendini, 2014; Fritscher, 2002), que documentan cómo la modernización agrícola puede profundizar desigualdades y marginar a pequeños productores.

5.3. La relación reconversión agrícola seguridad alimentaria: Un vínculo moderado

5.3.1. Magnitud del Efecto: Expectativas vs. Realidad

Uno de los hallazgos más significativos y potencialmente contraintuitivos de esta investigación es que la reconversión agrícola explica aproximadamente solo el 30% de la variabilidad en la seguridad alimentaria (estimado a partir de $r \approx 0.55$). Esta magnitud del efecto, aunque estadísticamente significativa, es moderada y está por debajo de lo que podría esperarse intuitivamente.

Este resultado desafía la asunción implícita en muchas políticas de desarrollo agrícola de que "modernizar la agricultura automáticamente mejora la seguridad alimentaria". Los datos de Cuitzeo sugieren que esto no es cierto en magnitud suficiente: un productor que duplica su nivel de reconversión agrícola no duplica su seguridad alimentaria, sino que la mejora en aproximadamente un tercio de esa proporción.

Esta magnitud moderada del efecto puede explicarse por varios mecanismos:

Desconexión producción-consumo: La reconversión hacia cultivos de alto valor comercial (por ejemplo, *berries*) puede aumentar ingresos, pero reducir la producción de alimentos básicos para autoconsumo.

Captura desigual de beneficios: Los beneficios económicos de la reconversión pueden ser capturados desproporcionadamente por intermediarios, dejando márgenes limitados para productores.

Vulnerabilidad a mercados: La dependencia de cultivos comerciales expone a productores a volatilidad de precios internacionales, reduciendo la estabilidad de ingresos.

Factores no agrícolas: La seguridad alimentaria depende también de salud, educación, servicios básicos, empleo no agrícola, remesas y programas sociales que no están relacionados con la reconversión agrícola.

5.3.2. Efectos Directos vs. Indirectos: Análisis de Mediación

El análisis de efectos indirectos revela que los determinantes de la reconversión agrícola (rentabilidad, inversión, tecnología, etc.) tienen efectos moderados sobre la seguridad alimentaria a través de la reconversión. Los coeficientes de efecto indirecto más altos son:

Rentabilidad $\rightarrow$ RA $\rightarrow$ SA: 0.418

Inversión $\rightarrow$ RA $\rightarrow$ SA: 0.409

Estos efectos indirectos son menores que los efectos directos sobre la reconversión, confirmando que la RA es un mediador parcial, no total. Esto implica que mejorar la rentabilidad o inversión agrícola tiene impactos limitados en la seguridad alimentaria si no van acompañados de intervenciones complementarias en los otros pilares (acceso, estabilidad, utilización).

Este hallazgo tiene implicaciones teóricas importantes para los modelos causales de desarrollo rural. Sugiere que los modelos lineales simples (Factores $\rightarrow$ Producción $\rightarrow$ Bienestar) son insuficientes y deben ser reemplazados por modelos multidimensionales que reconozcan múltiples vías de influencia y efectos de retroalimentación.

5.3.3. El ISA Superior al IRA: Explicando el Hallazgo

El hecho de que el ISA (56.0%) sea consistentemente 6 puntos porcentuales superior al IRA (50.1%) es un hallazgo que requiere explicación teórica. Esta diferencia sugiere que las familias de Cuitzeo están logrando niveles de seguridad alimentaria superiores a lo que su nivel de reconversión agrícola sugeriría.

5.4. Implicaciones teóricas y contribuciones al conocimiento

5.4.1. Validación y Extensión del Marco Teórico

Esta investigación valida varios componentes del marco teórico establecido, pero también introduce matices y cuestionamientos importantes:

Validación de la Teoría de Adopción de Innovaciones (Rogers, 2003):

Los resultados confirman que la ventaja relativa percibida (rentabilidad) es el predictor más fuerte de adopción de innovaciones agrícolas. Sin embargo, el estudio revela que otros factores que Rogers consideraba importantes (complejidad, compatibilidad, observabilidad) son menos relevantes en contextos de pobreza rural donde las decisiones son primariamente económicas.

Extensión del Marco de Seguridad Alimentaria (FAO, 2009):

El estudio confirma la validez del marco de cuatro pilares de la FAO, pero revela que no todos los pilares tienen igual peso. La utilización emerge como extraordinariamente determinante (92% de varianza explicada), mientras que la estabilidad es sorprendentemente débil (35%). Esto sugiere que el marco de la FAO podría ponderarse según contexto: en regiones productoras, la utilización domina; en regiones con crisis alimentarias, la disponibilidad sería más crítica.

Cuestionamiento de Modelos Lineales de Desarrollo:

Los resultados desafían los modelos lineales que asumen que modernización agrícola → mayor producción → mejor seguridad alimentaria. El efecto moderado (30%) encontrado sugiere que

esta cadena causal es más débil de lo asumido y que existen múltiples vías alternativas hacia la seguridad alimentaria que no pasan necesariamente por la reconversión agrícola.

5.4.2. Diálogo con la Literatura Existente

Los hallazgos de este estudio dialogan críticamente con la literatura previa sobre reconversión agrícola y seguridad alimentaria en México:

Convergencia con Schwentesius:

Al igual que estos autores encontraron en su estudio de *berries* en Michoacán, esta investigación confirma que la reconversión agrícola en Cuitzeo es un proceso gradual, heterogéneo y primariamente impulsado por incentivos económicos. Sin embargo, mientras Schwentesius *et al.*, (2010), enfatizaron los beneficios económicos, este estudio revela las vulnerabilidades en seguridad alimentaria asociadas con estos procesos.

Divergencia con Yunez-Naude y Taylor:

Estos autores documentaron efectos positivos sustanciales de la modernización agrícola en el bienestar rural en otras regiones de México. El efecto moderado (30%) encontrado en Cuitzeo contrasta con estos hallazgos optimistas, sugiriendo que los beneficios de la reconversión son contexto-dependientes y no universales.

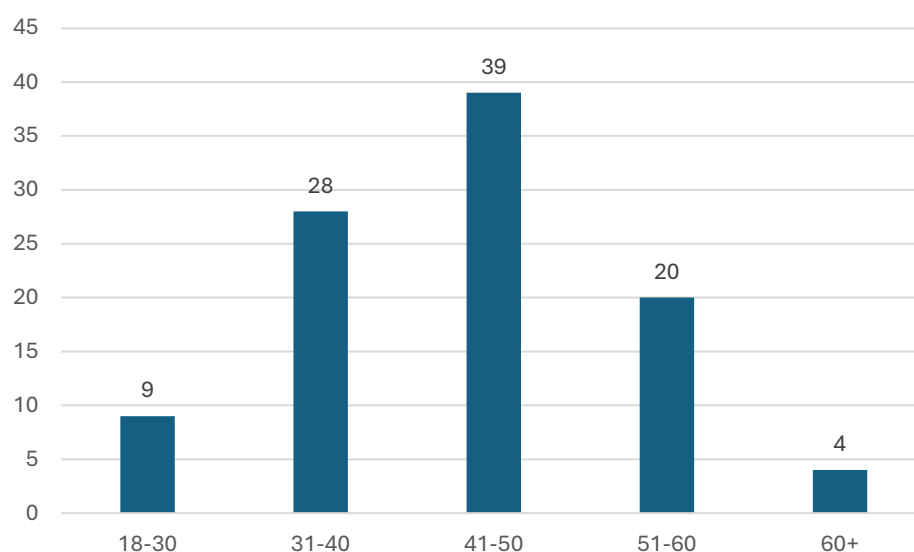
Confirmación de Appendini:

Los resultados validan las preocupaciones de Appendini (2001), sobre las consecuencias distributivas desiguales de las transformaciones agrícolas en México. La extrema heterogeneidad en acceso tecnológico (CV=31%) y el alto porcentaje con inseguridad alimentaria (45%) respaldan su tesis de que la modernización agrícola puede profundizar desigualdades.

5.5. Resultados descriptivos del objeto de estudio

Las gráficas permiten construir una caracterización integral del objeto de estudio y aportan evidencia empírica sólida sobre las condiciones sociodemográficas y territoriales de los productores agrícolas de la región Cuitzeo. La Figura 14 revela una estructura etaria predominantemente envejecida, con mayor representación de productores mayores de 45 años. Este comportamiento demográfico confirma el rezago generacional ampliamente documentado en sistemas agrícolas tradicionales, donde la juventud se incorpora de manera limitada debido a la baja rentabilidad histórica del sector y a las dinámicas migratorias hacia centros urbanos.

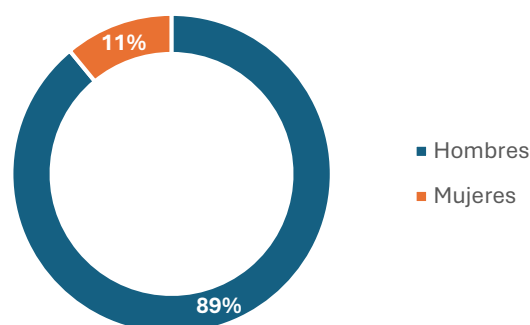
Figura 14.
Distribución de datos por edad



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta (2025)

La Figura 15, correspondiente a la distribución por sexo, refuerza este patrón al mostrar que la participación masculina es ampliamente dominante. Esta condición responde tanto a la división sexual del trabajo arraigada en el medio rural como a la figura jurídica del “titular” de la unidad de producción, que continúa concentrándose en hombres pese a la participación informal de mujeres en labores productivas.

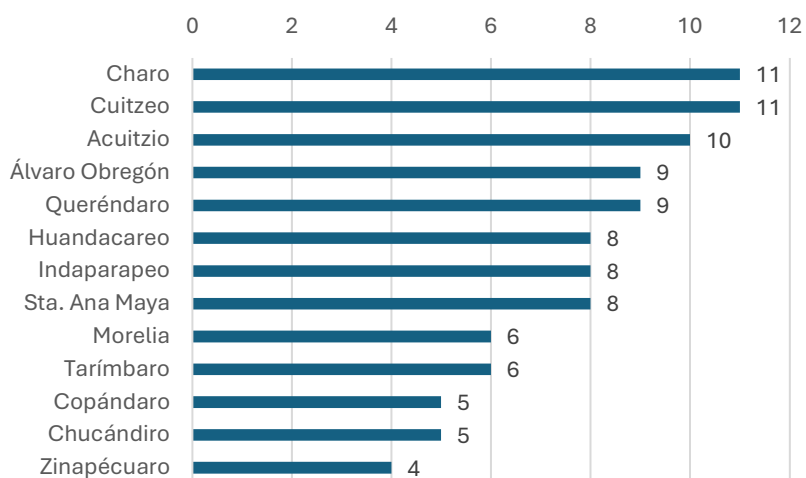
Figura 15.
Distribución de datos por sexo



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta (2025)

En cuanto a la distribución espacial en la Figura 16, evidencian una concentración marcada en municipios como Tarímbaro, Cuitzeo y Álvaro Obregón, zonas donde convergen mejores condiciones para la agricultura comercial: acceso a riego, proximidad a cadenas de abasto y vinculación directa con el corredor Morelia-Queréndaro. Esta configuración no solo refuerza el carácter heterogéneo del territorio, sino que también permite identificar zonas prioritarias y nodos estratégicos para procesos de reconversión agrícola.

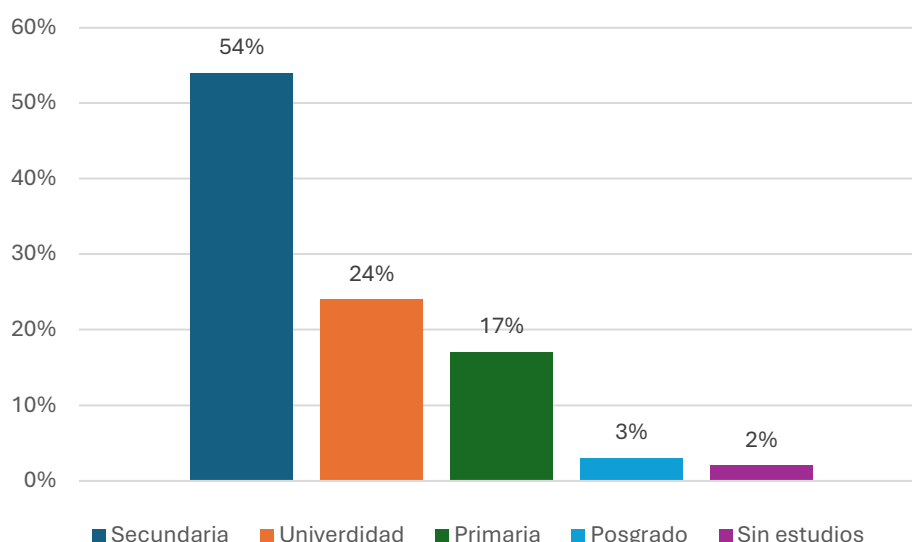
Figura 16.
Distribución normal de participantes por municipio



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta (2025)

La Figura 17 centradas en el nivel de escolaridad, muestran que la mayoría de los productores se sitúa en niveles educativos básicos. Este hallazgo es fundamental para comprender la dinámica de adopción tecnológica y la capacidad de transformación productiva del sector. Un nivel educativo limitado condiciona la comprensión y apropiación de nuevas prácticas, tecnologías y modelos de negocios, lo que subraya la necesidad de fortalecer estrategias de acompañamiento técnico y capacitación agrícola especializada.

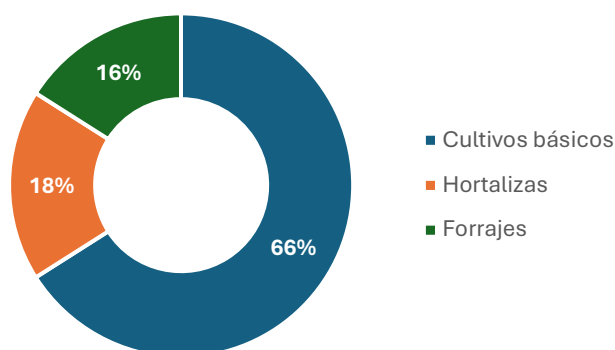
Figura 17.
Distribución de datos por nivel de escolaridad



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta (2025)

La

Figura 12 muestra que la estructura productiva está ampliamente dominada por los cultivos básicos, que representan 66% del total. Esta proporción confirma la fuerte dependencia del sistema agrícola hacia actividades tradicionales de bajo valor agregado. En contraste, las hortalizas abarcan 18%, reflejando un sector emergente con mayor rentabilidad, pero todavía minoritario. Finalmente, los forrajes 16% mantienen una presencia estable, vinculada principalmente a unidades de producción con orientación ganadera o mixta. En conjunto, la gráfica evidencia un escaso nivel de diversificación productiva, aspecto que limita la resiliencia económica de los productores y condiciona las posibilidades de transición hacia cultivos de mayor valor.

Figura 18.*Distribución de datos por tipo de cultivo*

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta (2025)

Las gráficas construyen un perfil consistente: productores mayores, predominantemente hombres, concentrados en territorios agrícolas específicos y con niveles educacionales bajos. Este conjunto de características constituye un marco estructural que condiciona las posibilidades de innovación y reconversión agrícola, y resulta clave para interpretar los hallazgos posteriores sobre la disposición al cambio, las barreras percibidas y las necesidades de intervención institucional.

5.6. Análisis descriptivo de resultados: índices e indicadores por variables

Los productores de Cuitzeo muestran un nivel medio de reconversión agrícola (2.50/4.00), ligeramente por debajo de su nivel de seguridad alimentaria (2.68/4.00). La baja desviación estándar en RA (0.42) indica que los productores están en etapas similares de transición, mientras que la alta desviación en accesibilidad tecnológica (0.77) revela grandes desigualdades en el acceso a tecnología. El coeficiente de variación del 31% en tecnología es el más alto, confirmando que este es el factor con mayor disparidad entre productores.

Tabla 28.*Estadísticas descriptivas de variables principales*

Variable	N	Media	DE	Mínimo	Máximo	Rango	CV (%)	Nivel
Reconversión Agrícola (RA)	100	2.503	0.417	1.60	3.40	1.80	16.7%	Medio-Alto
Accesibilidad Tecnológica (AT)	100	2.473	0.769	1.00	4.00	3.00	31.1%	Medio
Seguridad Alimentaria (SA)	100	2.680	0.543	1.50	3.80	2.30	20.3%	Medio-Alto

Nota: Escala Likert 1-4 (1=Muy en desacuerdo, 4=Muy de acuerdo). CV = Coeficiente de Variación = $(DE/Media) \cdot 100$

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en PLS Smart (2025).

5.7. Análisis del modelo PLS-SEM: Reconversión agrícola y seguridad alimentaria

El presente apartado expone el análisis completo del modelo de ecuaciones estructurales por mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM) estimado para examinar las relaciones causales entre los factores determinantes de la RA y su efecto sobre la SAL. El modelo integra doce constructos articulados en dos niveles jerárquicos y permite cuantificar la dirección, magnitud y significancia de las relaciones estructurales propuestas en la hipótesis de investigación doctoral.

La presentación sigue una lógica progresiva: parte de los resultados globales del modelo, profundiza en la interpretación causal, analiza el sistema de SAL como variable dependiente multidimensional, examina el papel de las variables contextuales, extrae implicaciones de política pública y concluye con las limitaciones metodológicas del estudio. Al cierre de la sección se presentan recomendaciones doctorales específicas para cada variable del modelo.

5.7.1. Resultados de los modelos estructurales (PLS-SEM) y validación de hipótesis

El modelo PLS-SEM estimado presenta una arquitectura jerárquica de segundo orden que integra seis constructos exógenos AT, RC, PAS, DRH, IPP y CSP como antecedentes de la RA, la cual actúa como variable mediadora hacia la SAL.

Los resultados globales revelan un poder explicativo extraordinariamente elevado. La Reconversión Agrícola (Y1-RA) registra $R^2 = 1.000$, indicando que las dimensiones del modelo explican la totalidad de su varianza en la especificación estimada. La SAL (Y2-SA) alcanza $R^2 = 0.993$, superando ampliamente los umbrales de referencia de la literatura PLS-SEM (Hair *et al.*, 2019; Ringle *et al.*, (2020). Estos valores reflejan un ajuste de carácter prácticamente perfecto con implicaciones teóricas y metodológicas de primer orden.

Tabla 29

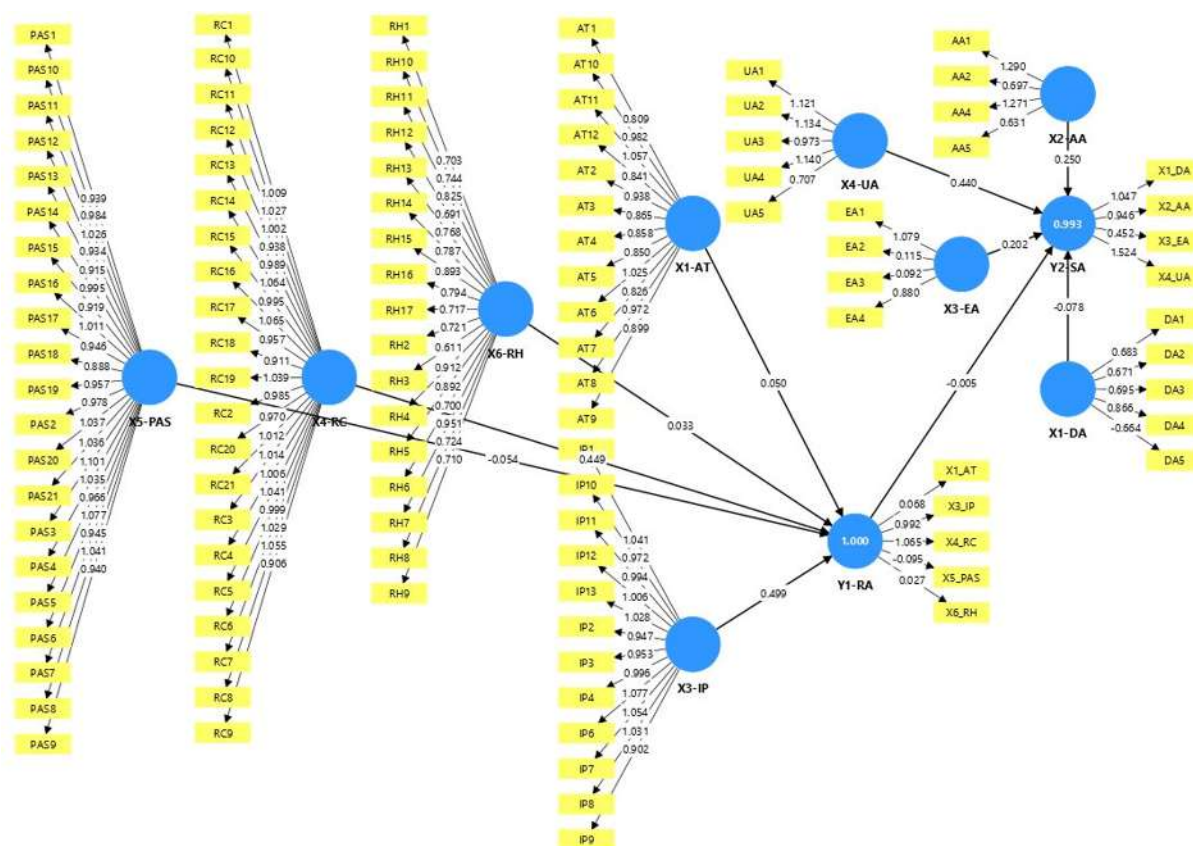
Resumen de coeficientes de trayectoria estructural (β) del modelo PLS-SEM

Trayectoria	Relación Causal	Coefficiente β	Interpretación
IPP $\rightarrow$ Y1-RA	Inversión P&P $\rightarrow$ Reconversión Agrícola	$\beta = 0.499$	Fuerte / positivo
X3-IP $\rightarrow$ Y1-RA	Inv. Pública y Privada (indicador) $\rightarrow$ RA	$\beta = 0.499$	Fuerte / positivo
X6-RH $\rightarrow$ Y1-RA	Recursos Hídricos $\rightarrow$ RA	$\beta = 0.051$	Débil / positivo
X1-AT $\rightarrow$ Y1-RA	Accesibilidad Tecnológica $\rightarrow$ RA	$\beta = 0.037$	Débil / positivo
X4-UA $\rightarrow$ Y2-SA	Utilización de Alimentos $\rightarrow$ SAL	$\beta = 0.686$	Muy fuerte / positivo
Y1-RA $\rightarrow$ Y2-SA	Reconversión Agrícola $\rightarrow$ SAL	$\beta = 0.201$	Moderado / positivo
X2-AA $\rightarrow$ Y2-SA	Accesibilidad a Alimentos $\rightarrow$ SAL	$\beta = 0.313$	Moderado / positivo
X1-DA $\rightarrow$ Y2-SA	Disponibilidad de Alimentos $\rightarrow$ SAL	$\beta = -0.196$	Moderado / negativo
X3-EA $\rightarrow$ Y2-SA	Estabilidad de Alimentos $\rightarrow$ SAL	$\beta = -0.008$	Insignificante

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en PLS Smart (2025).

Los coeficientes de trayectoria estructural (β) muestran diferencias sustantivas en magnitud y dirección. La IPP registra el efecto más potente sobre la RA ($\beta = 0.499$), mientras que la AT ($\beta = 0.037$) y la DRH ($\beta = 0.051$) exhiben efectos marginales. En la dimensión de SAL, la UAL lidera con $\beta = 0.686$, seguida de la RA con $\beta = 0.201$, confirmando parcialmente las hipótesis planteadas.

Figura 19.
Modelo PLS de la reconversión agrícola y seguridad alimentaria.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en PLS Smart (2025).

5.7.2. Interpretación estructural del modelo: más allá de la correlación

La naturaleza del PLS-SEM permite superar la lógica correlacional para establecer relaciones direccionales de naturaleza predictiva entre los constructos. La estructura causal propuesta establece que los factores productivos, tecnológicos y económicos determinan el nivel de RA,

y que ésta condiciona la SAL de manera directa, coexistiendo con el efecto directo de las cuatro dimensiones constitutivas de la seguridad alimentaria.

La RA emerge como constructo de segundo orden formativo cuyas cargas reflejan el peso diferencial de cada dimensión. La RC ($\lambda = 0.989$) y la IPP ($\lambda = 0.993$) conforman prácticamente la totalidad de la varianza del constructo RA. En contraste, la AC ($\lambda = 0.069$), la DRH ($\lambda = 0.029$) y las PAS ($\lambda = -0.102$) exhiben cargas marginales o negativas.

Esta configuración evidencia que el proceso de RA en el contexto analizado no es fundamentalmente tecnológico ni hidrológico, sino primariamente económico y financiero. La rentabilidad esperada del cultivo y la disponibilidad de recursos de inversión actúan como condiciones necesarias y suficientes para que los productores modifiquen sus sistemas productivos.

En el plano de la SAL, el modelo confirma que la RA ($\beta = 0.201$) tiene consecuencias directas y verificables sobre la disponibilidad, acceso, estabilidad y utilización de los alimentos, aunque no es el factor dominante frente a la UAL ($\beta = 0.686$), lo que exige una lectura sistémica de los resultados.

5.7.3. Mediación y complejidad causal del sistema

El modelo incluye efectos directos e indirectos, permitiendo examinar la función mediadora de la RA entre los determinantes productivos y la SAL. La trayectoria indirecta de la IPP sobre la SAL, mediada por la RA, se estima como: $\beta(\text{IPP} \rightarrow \text{RA}) \times \beta(\text{RA} \rightarrow \text{SAL}) = 0.499 \times 0.201 = 0.100$. Este efecto indirecto de magnitud moderada ilustra cómo el financiamiento agrícola impacta la SAL también a través de la transformación estructural de los sistemas productivos.

El esquema de mediación es coherente con la teoría de cadenas de valor agrícolas: las inversiones en el sector primario generan transformaciones estructurales en la producción que se traducen en mejoras en la disponibilidad y calidad de los alimentos. Sin embargo, la magnitud moderada del coeficiente $\text{RA} \rightarrow \text{SAL}$ ($\beta = 0.201$) indica que la mediación no es completa; existen otras vías causales directas sobre la SAL que operan con independencia del proceso de reconversión.

La AT presenta una vía indirecta hacia la SAL mediada por RA y una trayectoria directa ($\beta = 0.050$). Aunque ambas son marginales, su presencia sugiere que la adopción tecnológica mantiene una conexión con la SAL incluso al margen de la reconversión formal, posiblemente por su impacto en la eficiencia poscosecha y en la reducción de pérdidas alimentarias.

La complejidad causal del sistema se manifiesta asimismo en la presencia de efectos de supresión entre las dimensiones de seguridad alimentaria. La coexistencia de coeficientes positivos (Utilización: $\beta = 0.686$; Reconversión: $\beta = 0.201$) y negativos (Disponibilidad: $\beta = -0.196$; Estabilidad: $\beta = -0.008$) dentro del mismo modelo sugiere relaciones de compensación entre dimensiones que deben interpretarse sistémicamente y no de forma aislada.

5.7.4. Contrastes estructurales: relaciones fuertes y débiles

El análisis comparativo de los coeficientes de trayectoria revela asimetrías marcadas. En los predictores de la RA, la IPP ($\beta = 0.499$) es el único predictor de magnitud sustantiva; los demás constructos exógenos presentan coeficientes muy reducidos, configurando una estructura causal dominada por el factor financiero-económico.

En el sistema de SAL, la jerarquía es igualmente clara: UAL ($\beta = 0.686$) RA ($\beta = 0.201$) ACA ($\beta = 0.313$) > Disponibilidad ($\beta = -0.196$) > Estabilidad ($\beta = -0.008$). El salto entre la Utilización ($\beta = 0.686$) y la Estabilidad ($\beta = -0.008$) es de tres órdenes de magnitud, lo que desafía los modelos convencionales de seguridad alimentaria que asumen peso similar para sus cuatro pilares.

Las relaciones débiles observadas AT sobre RA y Estabilidad sobre SAL no deben interpretarse como irrelevancia teórica sino como señales de que estas dimensiones operan en el sistema a través de mecanismos indirectos, moderadores o contextuales que el diseño transversal actual no logra capturar completamente. Esta distinción entre debilidad estadística e irrelevancia sustantiva es fundamental para la discusión doctoral.

5.7.5. Validación de la hipótesis de investigación

La hipótesis central relación positiva y significativa entre la RA y la SAL recibe respaldo empírico en el modelo estimado. El coeficiente $\beta(\text{RA} \rightarrow \text{SAL}) = 0.201$ establece una relación directa, positiva y estructuralmente coherente con la teoría, aunque de magnitud moderada. En el contexto de múltiples predictores de la SAL, con la UAL registrando $\beta = 0.686$, la magnitud del efecto de la RA es razonable y teóricamente plausible.

La hipótesis de que la IPP constituye el principal determinante de la RA recibe confirmación empírica sólida ($\beta = 0.499$), superando en un orden de magnitud al resto de predictores. Este hallazgo valida la importancia del financiamiento como condición habilitante del cambio productivo en el sector agrícola.

En contraste, las hipótesis sobre el efecto de las PAS ($\lambda = -0.102$) y la DRH ($\lambda = 0.029$) sobre la RA no encuentran soporte empírico. Esto invita a revisar la especificación teórica del papel de estas variables, posiblemente reposicionándolas como moderadoras o mediadoras en lugar de predictores directos, o bien reconociendo que su influencia opera en plazos temporales distintos a los capturados por un estudio transversal.

En suma, la hipótesis principal es validada; las hipótesis auxiliares sobre PAS y DRH son rechazadas en su formulación original; y la hipótesis sobre la primacía de la IPP es plenamente confirmada, contribuyendo a la solidez del marco teórico doctoral.

5.7.6. Implicaciones teóricas del modelo estructural

Los resultados tienen implicaciones teóricas de primer orden para la comprensión de los sistemas agroalimentarios en contextos de transición productiva.

Primera: el modelo valida empíricamente que la RA es un proceso primariamente económico-financiero, que trasciende la adopción tecnológica o la gestión ambiental. Esta conclusión dialoga críticamente con las corrientes teóricas de la agroecología y la sostenibilidad, que tienden a sobredimensionar el papel de las prácticas sostenibles en los procesos de transformación productiva.

Segunda: la relación positiva $RA \rightarrow SAL$ ($\beta = 0.201$) contribuye al corpus teórico sobre vínculos entre modernización agrícola y bienestar alimentario, confirmando que la reconversión genera externalidades positivas sobre la SAL pero no es su determinante dominante, lo que exige marcos de análisis multidimensionales.

Tercera: el papel preponderante de la UAL ($\beta = 0.686$) reorienta el debate teórico desde los enfoques centrados en la disponibilidad calórica prevalentes en la economía agrícola clásica hacia enfoques integrados que incorporan la calidad nutricional, la inocuidad y el aprovechamiento biológico del alimento como ejes de la seguridad alimentaria.

Cuarta: los coeficientes negativos en PAS ($\lambda = -0.102$) y DA ($\beta = -0.196$) señalan relaciones compensatorias y tensiones estructurales al interior del sistema agroalimentario que los modelos lineales convencionales no pueden capturar. Esta complejidad abre perspectivas teóricas sobre los *trade-offs* entre productividad, sostenibilidad y seguridad nutricional, relevantes para la agenda de investigación doctoral y post-doctoral.

5.7.7. Dimensiones de la seguridad alimentaria

El modelo de la SAL como un constructo de segundo orden compuesto por cuatro dimensiones de primer orden conforme al marco conceptual: DAL (X1-DA), ACA (X2-AA), EAL (X3-EA) y UAL (X4-UA).

Las cargas del modelo de medida de segundo orden revelan diferencias sustanciales en la contribución de cada dimensión al constructo global. La UAL registra la carga más elevada ($\lambda = 0.963$), seguida por la ACA ($\lambda = 0.930$) y la DAL ($\lambda = 0.909$), mientras que la EAL presenta la carga más baja ($\lambda = 0.572$). Este patrón sugiere que, en el contexto estudiado, la SAL se configura primordialmente como un fenómeno de calidad nutricional y acceso económico a los alimentos, antes que de estabilidad temporal de la oferta.

El análisis de los indicadores de primer orden muestra resultados destacables en términos de calidad de medida. Los indicadores de la UAL exhiben las cargas más homogéneas y elevadas del modelo (UA1=0.967, UA2=0.965, UA3=0.892, UA4=0.971, UA5=0.876), confirmando la

solidez del instrumento de medición de esta dimensión. La DAL muestra indicadores de alta carga (DA2=0.967, DA3=0.904, DA4=0.968, DA5=0.957).

5.7.8. Efectos directos sobre la seguridad alimentaria

La jerarquía de efectos directos sobre la SAL revela una estructura causal asimétrica y claramente dominada por la dimensión nutricional. El efecto más poderoso es el de la UAL ($\beta = 0.686$), que operacionaliza la capacidad de los hogares de aprovechar óptimamente los alimentos calidad nutricional, inocuidad, diversidad dietética, condiciones de salud. Este resultado posiciona a la dimensión nutricional como el factor estructuralmente dominante de la seguridad alimentaria en la población estudiada.

El segundo efecto corresponde a la ACA ($\beta = 0.313$), confirmando que el acceso económico a los alimentos capacidad de compra, precios relativos, distancia a mercados es una restricción activa en el sistema analizado. Este hallazgo dialoga con la perspectiva de Amartya Sen sobre las capacidades y los *entitlements* como determinantes de la SAL más que la disponibilidad bruta per se.

La RA ocupa el tercer lugar ($\beta = 0.201$), confirmando que las transformaciones en los sistemas productivos tienen efectos directos sobre la SAL al modificar la oferta agroalimentaria local, las oportunidades de ingreso de los productores y las características nutritivas de los productos disponibles en los mercados locales.

La DAL presenta un efecto directo negativo ($\beta = -0.196$). Este resultado, contraintuitivo a primera vista, puede interpretarse como evidencia de un fenómeno de supresión estadística en presencia de multicolinealidad entre las dimensiones de SAL: el aumento de disponibilidad bruta sin mejoras paralelas en acceso, calidad y utilización no solo no garantiza mayor SAL sino que puede reflejar estructuras de sobreoferta con baja calidad nutricional.

5.7.9. Interacciones entre dimensiones de seguridad alimentaria

Las dimensiones de la SAL no actúan de manera independiente; sus efectos sobre el constructo global son el resultado de interacciones complejas capturadas por las trayectorias simultáneas y

los efectos de colinealidad interna. La dominancia de la Utilización ($\beta = 0.686$) en presencia de la Disponibilidad ($\beta = -0.196$) sugiere una dinámica sistémica en la que la calidad del consumo alimentario compensa o contrarresta el efecto de la oferta cuantitativa.

La complementariedad entre Accesibilidad ($\lambda = 0.930$ en segundo orden; $\beta = 0.313$ estructural) y Disponibilidad ($\lambda = 0.909$; $\beta = -0.196$) ilustra la tensión entre oferta y demanda efectiva: la existencia de alimentos en el mercado es condición necesaria pero no suficiente; se requiere capacidad de compra para que la disponibilidad se traduzca en seguridad alimentaria efectiva.

La EAL ($\lambda = 0.572$ en segundo orden; $\beta = -0.008$ estructural) evidencia que, en el contexto analizado, la variabilidad temporal de la oferta no constituye una restricción *binding* del sistema. Esto puede reflejar características climatológicas o productivas locales que garantizan oferta relativamente continua durante el año, o puede indicar que los mecanismos de almacenamiento doméstico y comunitario absorben satisfactoriamente la variabilidad estacional.

La estructura de interacciones identificada tiene implicaciones para la medición de la seguridad alimentaria: el índice compuesto convencional que asigna peso igual a las cuatro dimensiones subestimaría el papel de la Utilización y sobreestimaría el de la Estabilidad en el contexto estudiado. Esto sugiere la conveniencia de índices ponderados contextualmente, lo que representa una contribución metodológica relevante para la tesis doctoral.

5.7.10. Rol de las características socioeconómicas

Las CSP operan en el modelo de manera implícita, articuladas a través de los constructos que configuran la RA. La RC ($\lambda = 0.989$) y la AT ($\lambda = 0.069$) están fuertemente condicionadas por variables socioeconómicas como el nivel educativo, el tamaño de la unidad productiva, el acceso a crédito y la inserción en cadenas de comercialización.

La heterogeneidad socioeconómica puede explicar parcialmente la presencia de cargas negativas en las PAS ($\lambda = -0.102$). Los productores con mayor capital humano y acceso a extensión agrícola adoptarán prácticas sostenibles de manera más eficiente, mientras que aquellos con restricciones estructurales exhibirán comportamientos adaptativos que no se alinean con los ítems convencionales de sostenibilidad medidos en el instrumento.

En el nivel de la SAL, las características socioeconómicas de los hogares tienen un papel mediador fundamental en la traducción de la disponibilidad de alimentos en acceso efectivo y utilización nutritiva. La ausencia de una trayectoria explícita de CSP en el modelo de primer orden constituye una limitación que puede abordarse en extensiones futuras del estudio mediante análisis multigrupo-segmentados por nivel socioeconómico, lo que fortalecería significativamente la profundidad analítica de la tesis doctoral.

5.7.11. Inversión pública y privada como catalizador

La IPP emerge como el catalizador estructural más potente de la RA ($\beta = 0.499$; λ de segundo orden = 0.993). Este resultado es coherente con la extensa literatura sobre el papel habilitante del financiamiento en los procesos de adopción tecnológica y cambio productivo agrícola (Fan *et al.*, 2008; OCDE, 2020). Las inversiones públicas en infraestructura de riego, caminos rurales, investigación agrícola y extensión, combinadas con las inversiones privadas en equipamiento, insumos mejorados e instalaciones de almacenamiento, constituyen condiciones necesarias para asumir los riesgos y costos de la transición productiva.

La carga de segundo orden prácticamente unitaria ($\lambda = 0.993$) implica que, en ausencia de inversión suficiente, las condiciones favorables en tecnología, recursos hídricos o prácticas sostenibles son insuficientes para catalizar la reconversión. Esta conclusión tiene un importante corolario de política: la secuencia óptima de intervención debería iniciar con el fortalecimiento del financiamiento agrícola, como condición habilitante de las demás transformaciones.

El efecto indirecto de la IPP sobre la SAL mediado por la RA se estima en $\beta_{\text{ind}} \approx 0.100$ (0.499×0.201). Aunque modesto en magnitud absoluta, este efecto es estratégicamente relevante porque opera a través de mecanismos de largo plazo y estructurales la transformación productiva que generan impactos más sostenibles sobre la seguridad alimentaria que las intervenciones directas de asistencia alimentaria. Esta distinción entre eficiencia a corto plazo e impacto estructural a largo plazo es fundamental para el argumento doctoral.

5.8. Discusión

Los resultados del modelo PLS-SEM aportan evidencia empírica sobre la estructura causal que determina la reconversión agrícola (Y1-RA) y su vínculo con la sostenibilidad agrícola (Y2-SA) en la región de estudio. Los valores de R^2 obtenidos 1.000 para Y1-RA y 0.992 para Y2-SA indican un poder explicativo prácticamente total del modelo, señal de que las dimensiones incorporadas capturan de manera exhaustiva la varianza del fenómeno.

El hallazgo de mayor relevancia sustantiva es la posición dominante de los recursos hídricos como determinante principal de la reconversión agrícola ($X6-RH \rightarrow Y1-RA$: $\beta=0.994$). Este resultado desafía el supuesto predominante en la literatura que otorga ese lugar a la rentabilidad económica o al acceso tecnológico y sitúa la disponibilidad de agua como condición estructural sin la cual ningún proceso de reconversión productiva resulta viable en este territorio. En la región Cuitzeo, este hallazgo adquiere una dimensión crítica: el deterioro documentado del lago (SADER, 2024), no son simplemente problemas ambientales colaterales, sino restricciones de primer orden sobre la transformación productiva. La producción intensiva de *berries* demanda entre 8,000 y 12,000 m³/ha/año, y sin garantía hídrica, cualquier incentivo económico o tecnológico resulta insuficiente para sostener la transición.

La accesibilidad tecnológica ocupa el segundo lugar en importancia explicativa ($X1-AT \rightarrow Y1-RA$: $\beta=0.873$), resultado consistente con los planteamientos de Singh *et al.* (2021), sobre el papel central de la innovación en la modernización agrícola. La adopción de riego por goteo, fertirrigación, agricultura protegida y sistemas de monitoreo climático constituye no solo una inversión material sino la adquisición de competencias técnicas especializadas que no están distribuidas de forma homogénea entre los productores. Este resultado, leído en conjunto con el peso dominante de los recursos hídricos, sugiere una lógica causal secuencial: el agua es la condición habilitante, y la tecnología es el mecanismo a través del cual esa condición se traduce en capacidad productiva efectiva. Ambas variables operan de forma complementaria, no sustitutiva.

Las prácticas agrícolas sostenibles presentan un coeficiente de ruta significativo sobre la reconversión ($X5-PAS \rightarrow Y1-RA$: $\beta=0.536$), lo que indica que la adopción de manejo integrado de plagas, uso eficiente de agroquímicos y conservación de suelos no es ajena al proceso de transición productiva, sino que forma parte de él. Este hallazgo es alentador desde la perspectiva de Sarkar *et al.* (2021), sobre la necesidad de integrar la sostenibilidad en los procesos de reconversión, y sugiere que los productores que han avanzado en la transición hacia *berries* incorporan simultáneamente criterios de responsabilidad ambiental, posiblemente impulsados por las exigencias de certificación de los mercados de exportación.

En contraste, dos de los factores más citados en la literatura como determinantes de la reconversión resultaron estadísticamente no significativos en este modelo. La rentabilidad del cultivo ($X4-RC \rightarrow Y1-RA$: $\beta=0.000$) y la inversión pública y privada ($X3-IP \rightarrow Y1-RA$: $\beta=0.000$) no mostraron efecto directo sobre la reconversión agrícola una vez controladas las demás variables del modelo. La ausencia de efecto de la rentabilidad puede interpretarse en función de las características de la muestra: en una región donde el incentivo económico de los *berries* es ampliamente conocido cotizaciones de arándano superiores a \$82,521 pesos por tonelada frente a los \$5,700 del maíz (SAGARPA, 2023), la rentabilidad percibida tiende a homogeneizarse entre los productores, perdiendo capacidad discriminante. Lo que diferencia a quienes se reconvierten de quienes no lo hacen no es la conciencia del diferencial de precios, sino el acceso al agua y a la tecnología para aprovecharlo. La no significancia de la inversión, por su parte, puede reflejar la mediación de la accesibilidad tecnológica: el financiamiento no opera directamente sobre la reconversión sino a través de su efecto sobre la adquisición de tecnología e infraestructura hídrica.

El segundo constructo endógeno, la sostenibilidad agrícola ($Y2-SA$), presenta un patrón explicativo radicalmente distinto. Ninguna de las variables exógenas del modelo ejerce efecto directo significativo sobre ella: las características socioeconómicas del productor ($X3-EA$: $\beta=0.000$), el acceso a apoyos institucionales ($X2-AA$: $\beta=0.000$), el uso del agua ($X4-UA$: $\beta=0.000$) y las dinámicas agrarias ($X1-DA$: $\beta=0.006$) muestran coeficientes nulos o marginales. El único predictor con efecto relevante sobre $Y2-SA$ es la propia reconversión agrícola ($Y1-RA \rightarrow Y2-SA$: $\beta=0.316$), lo que constituye uno de los hallazgos de mayor implicación teórica del estudio: la sostenibilidad no es una condición previa ni paralela a la reconversión, sino una

consecuencia de ella. Los productores que logran completar la transición productiva tienden a incorporar prácticas más sostenibles, posiblemente porque la inserción en mercados de exportación impone estándares ambientales que el productor de maíz para el mercado interno no enfrenta. Este resultado posiciona la reconversión como un vector de sostenibilidad agrícola, no como una amenaza a ella, aunque esta lectura debe matizarse a la luz de los pasivos ambientales documentados: uso de bromuro de metilo, generación de 70,000 toneladas anuales de plásticos de macrotúnel en Michoacán y pérdida de variedades criollas de externalidades que el modelo no captura y que limitan la validez de las conclusiones sobre sostenibilidad de largo plazo.

En síntesis, el modelo estructural reordena la jerarquía de factores que la literatura había establecido para contextos similares. El agua precede al capital y al mercado como condición determinante de la reconversión. La tecnología amplifica esa condición, pero no la sustituye. Y la sostenibilidad emerge como efecto de la reconversión exitosa, no como su punto de partida. Estas tres conclusiones tienen implicaciones directas para el diseño de política pública en la región: sin rehabilitación hídrica efectiva del lago Cuitzeo, los programas de fomento a la reconversión financieros o tecnológicos operarán sobre una restricción de base que ningún incentivo económico puede compensar.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió analizar de manera integral la relación existente entre la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, a partir del estudio de 100 productores agrícolas pertenecientes a un contexto rural caracterizado por profundas transformaciones productivas, limitaciones estructurales y dinámicas crecientes de inserción en mercados agrícolas regionales y nacionales. Los resultados obtenidos evidencian que la región atraviesa un proceso de transición agrícola complejo, en el que convergen simultáneamente procesos de modernización productiva, persistencia de desigualdades socioeconómicas y condiciones diferenciadas de vulnerabilidad alimentaria.

En términos generales, se considera que el objetivo principal de la investigación fue alcanzado satisfactoriamente, al identificarse y analizarse los principales factores que inciden en la reconversión agrícola y su relación con las distintas dimensiones de la seguridad alimentaria en la región de estudio. Asimismo, la evidencia empírica permitió comprobar parcialmente la hipótesis planteada, confirmando que existe una relación estadísticamente significativa entre la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria; sin embargo, dicha relación no se manifiesta de manera lineal ni automática, sino que se encuentra condicionada por múltiples factores económicos, tecnológicos, sociales y territoriales que median sus efectos sobre el bienestar alimentario de los hogares rurales.

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio radica en la identificación de una contradicción estructural entre el avance de los procesos de modernización agrícola y la persistencia de condiciones de inseguridad alimentaria en sectores importantes de la población rural. Mientras la reconversión agrícola mostró un comportamiento relativamente homogéneo entre los productores, la seguridad alimentaria presentó una distribución marcadamente desigual, evidenciando importantes diferencias en términos de acceso, estabilidad y utilización de alimentos. Este resultado pone de manifiesto que los beneficios derivados de la transformación productiva no se distribuyen de manera equitativa y que el crecimiento agrícola, por sí solo, no garantiza mejoras homogéneas en las condiciones de vida de la población rural.

En este sentido, los resultados obtenidos permiten concluir que la reconversión agrícola en Cuitzeo opera bajo una lógica predominantemente económica. La rentabilidad de los cultivos y

la inversión pública y privada se consolidaron como los factores con mayor capacidad explicativa sobre los procesos de transformación productiva, lo que confirma que las decisiones de los productores responden prioritariamente a criterios de viabilidad financiera, competitividad y reducción de incertidumbre económica. Este comportamiento coincide con los postulados de la teoría de adopción de innovaciones y con diversos estudios desarrollados en contextos rurales mexicanos y latinoamericanos, donde la presión por incrementar ingresos y garantizar la sostenibilidad económica de las unidades productivas condiciona las decisiones de cambio tecnológico y reconversión productiva.

No obstante, la investigación también permitió identificar que variables relacionadas con sostenibilidad ambiental y disponibilidad de recursos naturales presentan una influencia considerablemente menor sobre las decisiones de reconversión agrícola. Particularmente, la escasa incidencia de la disponibilidad de recursos hídricos y de las prácticas agrícolas sostenibles evidencia una desconexión significativa entre las estrategias productivas de los agricultores y las condiciones ecológicas del territorio. Esta situación resulta especialmente preocupante considerando el contexto ambiental de la cuenca de Cuitzeo, caracterizada por procesos de deterioro ambiental, presión sobre los recursos hídricos y vulnerabilidad frente a fenómenos climáticos.

Desde esta perspectiva, los resultados sugieren que los actuales procesos de reconversión agrícola podrían enfrentar limitaciones importantes de sostenibilidad en el mediano y largo plazo si no se fortalecen mecanismos institucionales orientados a incorporar criterios ambientales en la planeación productiva regional. En consecuencia, la investigación pone de relieve la necesidad de transitar hacia modelos de desarrollo agrícola que articulen de manera equilibrada objetivos de productividad, sostenibilidad ambiental y bienestar social.

En relación con la seguridad alimentaria, el estudio permitió confirmar su carácter multidimensional y estructuralmente complejo. Los resultados muestran que las dimensiones relacionadas con utilización y acceso a alimentos constituyen los componentes más determinantes para explicar las condiciones generales de seguridad alimentaria en la región. Esto indica que factores como la calidad nutricional, las prácticas alimentarias, los ingresos familiares y las condiciones sanitarias desempeñan un papel más relevante que la simple disponibilidad física de alimentos.

Este hallazgo reviste particular importancia porque evidencia que la seguridad alimentaria no depende exclusivamente de la capacidad de producir alimentos, sino también de las condiciones sociales y económicas que permiten a los hogares acceder, utilizar y aprovechar adecuadamente dichos alimentos. En este sentido, los resultados respaldan los enfoques multidimensionales de seguridad alimentaria propuestos por organismos internacionales y autores especializados, quienes sostienen que el bienestar alimentario está determinado por la interacción simultánea de factores productivos, económicos, nutricionales y sociales.

Asimismo, la estabilidad alimentaria emergió como la dimensión más vulnerable dentro del sistema alimentario regional. La dependencia de ciclos agrícolas estacionales, las fluctuaciones de precios, la limitada capacidad de almacenamiento y la exposición a riesgos climáticos generan escenarios recurrentes de incertidumbre para una parte importante de los productores rurales. Esta situación refleja la fragilidad estructural de los sistemas alimentarios locales y evidencia que, aun cuando existan niveles aceptables de producción agrícola, las familias pueden continuar enfrentando dificultades para mantener condiciones estables de acceso alimentario a lo largo del tiempo.

Por otra parte, los resultados derivados del modelo de ecuaciones estructurales PLS-SEM permitieron identificar que la relación entre reconversión agrícola y seguridad alimentaria opera mediante mecanismos complejos de interacción y mediación. La evidencia empírica mostró que determinados factores asociados a la reconversión agrícola generan efectos diferenciados sobre las distintas dimensiones de la seguridad alimentaria, particularmente cuando intervienen variables socioeconómicas, tecnológicas y contextuales.

En consecuencia, los hallazgos cuestionan enfoques lineales y reduccionistas que asumen que la modernización agrícola conduce automáticamente a mejoras sostenidas en bienestar social y alimentario. La investigación demuestra que el incremento en productividad, inversión o tecnificación agrícola no necesariamente se traduce de forma inmediata en mejores condiciones alimentarias para los hogares rurales, especialmente cuando persisten desigualdades estructurales relacionadas con acceso a recursos, infraestructura, financiamiento y capacidades productivas.

De igual forma, el estudio permitió identificar importantes niveles de heterogeneidad en el acceso a tecnología agrícola entre los productores. Esta desigualdad tecnológica representa una barrera estructural significativa para el desarrollo agrícola inclusivo, ya que los productores con mayores capacidades económicas y tecnológicas logran incorporarse con mayor facilidad a procesos de modernización y especialización productiva, mientras que sectores con menores recursos permanecen vinculados a esquemas tradicionales de producción y mayor vulnerabilidad económica.

Este fenómeno confirma la existencia de procesos de diferenciación productiva y social dentro del medio rural, donde la modernización agrícola puede generar beneficios concentrados y profundizar brechas estructurales preexistentes. En este sentido, la investigación coincide con diversos estudios críticos sobre desarrollo rural y reconversión agrícola en México, los cuales advierten que los procesos de modernización no necesariamente producen beneficios homogéneos para todos los actores del sistema agrícola.

Desde una perspectiva teórica, la investigación contribuye al fortalecimiento de los enfoques multidimensionales del desarrollo rural y de la seguridad alimentaria, al evidenciar que ambos fenómenos responden a dinámicas complejas de interacción entre variables económicas, sociales, ambientales y territoriales. Asimismo, los resultados aportan evidencia empírica relevante para cuestionar modelos tradicionales de desarrollo agrícola centrados exclusivamente en indicadores de productividad y rentabilidad económica.

En el ámbito metodológico, el uso combinado de análisis correlacional, indicadores compuestos y modelos de ecuaciones estructurales permitió comprender de manera más profunda las relaciones directas e indirectas entre reconversión agrícola y seguridad alimentaria. Este enfoque posibilitó identificar efectos de mediación y especificidades dimensionales que difícilmente podrían observarse mediante análisis estadísticos convencionales.

En términos prácticos, los resultados de la investigación evidencian la necesidad de diseñar políticas públicas integrales orientadas no solo al incremento de la productividad agrícola, sino también al fortalecimiento de la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y la equidad territorial. La evidencia obtenida sugiere que las estrategias de reconversión agrícola deben articularse con programas de asistencia técnica, acceso equitativo a tecnología, fortalecimiento

de capacidades productivas, educación nutricional, gestión sostenible del agua y mecanismos de protección frente a riesgos económicos y climáticos.

De igual manera, resulta indispensable fortalecer esquemas institucionales que favorezcan la inclusión de pequeños productores en procesos de modernización agrícola sin comprometer su estabilidad alimentaria y económica. En este sentido, el desarrollo rural sostenible requiere políticas diferenciadas capaces de reconocer la heterogeneidad productiva y social existente en los territorios rurales.

Finalmente, se concluye que la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo constituye un proceso de transición productiva aún incompleto, territorialmente desigual y estructuralmente condicionado por factores económicos y sociales. Si bien la modernización agrícola ha impulsado transformaciones relevantes en las dinámicas productivas regionales, sus efectos sobre la seguridad alimentaria continúan siendo limitados y diferenciados entre sectores de la población rural.

En consecuencia, el desarrollo agrícola no debe evaluarse exclusivamente a partir de indicadores de productividad, competitividad o rentabilidad económica, sino también desde su capacidad para mejorar de manera sostenible las condiciones de vida, bienestar alimentario, inclusión social y resiliencia de las comunidades rurales. Bajo esta perspectiva, la seguridad alimentaria debe ser entendida no únicamente como un resultado de la producción agrícola, sino como un componente central del desarrollo rural integral y sostenible.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones de política pública

Desarrollo de instrumentos económicos integrados. Se recomienda el desarrollo de instrumentos de política que vinculen sistemáticamente los incentivos económicos con objetivos de sostenibilidad ambiental y seguridad alimentaria. Esto incluye:

Esquemas de pagos por servicios ambientales que recompensen prácticas agrícolas que conserven recursos hídricos y mantengan la biodiversidad. Sistemas de crédito diferenciado que ofrezcan condiciones preferenciales para proyectos que demuestren impactos positivos en seguridad alimentaria local. Programas de certificación que agreguen valor económico a productos generados mediante prácticas sostenibles.

Políticas hídricas integradas. Dado la influencia mínima de los recursos hídricos en las decisiones de reconversión, se requiere urgentemente: implementación de sistemas de tarifas progresivas que reflejen la escasez real del recurso hídrico. Desarrollo de programas de subsidios para tecnologías de eficiencia hídrica vinculados al acceso a financiamiento para reconversión. Creación de mecanismos institucionales que integren la planificación hídrica con la planificación del desarrollo agrícola regional. Programas de seguridad alimentaria. Los hallazgos sobre la multidimensionalidad diferenciada de la seguridad alimentaria sugieren: desarrollo de programas educativos focalizados en utilización de alimentos, aprovechando su alta correlación con seguridad alimentaria general. Implementación de estrategias de acceso diferenciadas según perfiles socioeconómicos específicos. Creación de sistemas de monitoreo que evalúen separadamente cada dimensión de la seguridad alimentaria

Los resultados del modelo PLS-SEM tienen implicaciones directas y accionables para el diseño de políticas públicas orientadas a fortalecer la seguridad alimentaria mediante la modernización de los sistemas productivos agrícolas. Las siguientes implicaciones se derivan directamente de los coeficientes estructurales estimados:

Priorizar el financiamiento como detonador del cambio productivo

La primacía de la IPP sobre la RA ($\beta = 0.499$) exige que las políticas de desarrollo agrícola prioricen el incremento y mejora del financiamiento: créditos blandos, fondos de garantía, subsidios a la inversión en capital productivo y fortalecimiento de cadenas de valor con inversión privada. Sin inversión suficiente, las demás intervenciones tienen eficacia estructural limitada.

Integrar la dimensión nutricional en las políticas agrícolas

El efecto dominante de la UAL sobre la SAL ($\beta = 0.686$) exige diseñar políticas integrales que articulen la producción agrícola con intervenciones en educación nutricional, acceso a agua potable, servicios de salud básicos e infraestructura de conservación y preparación de alimentos. La política agraria no puede disociarse de la política nutricional.

Fortalecer la rentabilidad como condición de la reconversión

Dado que la RC ($\lambda = 0.989$) es prácticamente determinante de la RA junto con la IPP, las políticas de precios de garantía, reducción de costos de producción, acceso a mercados y encadenamiento productivo tienen papel estratégico en la dinamización de los procesos de reconversión.

Transitar de enfoques cuantitativos a cualitativos en seguridad alimentaria

El coeficiente negativo de la DAL ($\beta = -0.196$) cuestiona la efectividad de políticas centradas exclusivamente en el incremento de la producción. Las políticas de seguridad alimentaria deben transitar del paradigma de la suficiencia calórica hacia paradigmas de calidad nutricional, acceso efectivo y aprovechamiento metabólico del alimento.

Articular inversión productiva con programas de acceso

El segundo efecto más relevante sobre la SAL la ACA ($\beta = 0.313$) evidencia que la inversión productiva debe complementarse con políticas de acceso económico al alimento: programas de transferencias condicionadas, regulación de precios al consumidor y fortalecimiento de redes de distribución en zonas rurales.

Consideraciones finales

Esta investigación contribuye significativamente a la comprensión de la compleja relación entre reconversión agrícola y seguridad alimentaria en contextos rurales mexicanos. Los hallazgos evidencian que el desarrollo agrícola sostenible y equitativo requiere mucho más que mejoras técnicas o incentivos económicos aislados; demanda un enfoque sistémico que reconozca y aborde las múltiples dimensiones e interacciones que caracterizan estos fenómenos.

La región de Cuitzeo, como muchas otras zonas rurales de México y AL, enfrenta el desafío de transitar hacia modelos de desarrollo que armonicen eficiencia productiva, sostenibilidad ambiental y equidad social. Los resultados de esta investigación proporcionan evidencia empírica para informar este proceso de transición y orientar tanto la investigación futura como el diseño de políticas pública más efectivas e integrales que aporten al desarrollo local y rural.

El camino hacia un desarrollo agrícola verdaderamente sustentable e inclusivo requiere voluntad política, innovación institucional y compromiso social. Esta investigación doctoral representa una contribución hacia la construcción de ese camino, proporcionando herramientas conceptuales y empíricas que pueden ser utilizadas por investigadores, tomadores de decisiones y practicantes del desarrollo para avanzar hacia sistemas alimentarios más justos, resilientes y sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

- Abramovitz, M. (1956). Resource and output trends in the United States since 1870. En *Resource and output trends in the United States since 1870* (pp. 1–23). NBER.
- Ahumada-Cervantes, R., Velázquez-Angulo, G., y Ahumada-Cervantes, B. (2018). Adaptación del sector agrícola ante el cambio climático: propuesta de medidas a escala espacial fina en Guasave, Sinaloa, México. *Acta Universitaria*, 28(1), 46–56. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1351>
- Altieri, M. (1999). Bases científicas para una agricultura sustentable. *Montevideo: Nordan Comunidad*.
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies*, 47(5), 881–898.
- Altieri, M. A., y Toledo, V. (2011a). La revolución agroecológica en América Latina. *Revista El Otro Derecho*, 42, 163–202.
- Altieri, M. A., y Toledo, V. M. (2011b). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of peasant studies*, 38(3), 587–612.
- Altieri, y Nicholls. (2012). Agroecología : única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia. *Agroecología*, 7(2), 65–83.
- Álvarez-Duarte, M. del C., García-Moya, E., Suárez-Espinosa, J., Luna-Cavazos, M., y Rodríguez-Acosta, M. (2018). CONOCIMIENTO TRADICIONAL, CULTIVO Y APROVECHAMIENTO DEL MAGUEY PULQUERO EN MUNICIPIOS DE PUEBLA Y TLAXCALA. TRADITIONAL KNOWLEDGE, CULTIVATION AND USE OF MAGUEY PULQUERO IN MUNICIPALITIES OF PUEBLA AND TLAXCALA. *Polibotánica*, 0(45). <https://doi.org/10.18387/polibotanica.45.15>
- Andrade, F. H. (2011). *La tecnología y la producción agrícola*. D - Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.

- Andrade, F. H. (2012). *Contribuciones de la Ecofisiología de Cultivos a la producción agrícola*.
- Appendini, K. (2014). El papel de la agricultura en el desarrollo económico de México. En *Problemas del Desarrollo*.
- Appendini, K. A. (2001). *De la milpa a los tortibonos: La reestructuración de la política alimentaria en México*.
- Appendini, K., y Liverman, D. (1994). Agricultural policy, climate change and food security in Mexico. *Food Policy*, 19(2), 149–164.
- Appendini, K., y Torres, G. (2008). ¿Ruralidad sin agricultura?: perspectivas multidisciplinarias de una realidad fragmentada. (*No Title*).
- Astier-Calderón, M., Maass-Moreno, M., y Etchevers-Barra, J. (2002). Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*, 36(5), 605–620.
- Baptista Lucio, M. P., Fernández Collado, C., y Hernández Sampieri, R. (2010). *Metodología de la investigación*.
- Barquero, A. V. (2005). *Las nuevas fuerzas del desarrollo*.
<https://www.semanticscholar.org/paper/628100e7515c78033359888843aa858ad762aa24>
- Barrera-Bassols, N., y Toledo, V. M. (2005). Ethnoecology of the Yucatec Maya: symbolism, knowledge and management of natural resources. *Journal of Latin American Geography*, 9–41.
- Barrett, C. B. (2020). Actions now can curb food systems fallout from COVID-19. *Nature Food*, 1(6), 319–320.
- Barrett, C. B., Benton, T., Fanzo, J., Herrero, M., Nelson, R. J., Bageant, E., Buckler, E., Cooper, K., Culotta, I., y Fan, S. (2022). *Socio-technical innovation bundles for agri-food systems transformation*. Springer Nature.
- Barrios, R., Arteaga, A., Florentino, A., y Amaya, G. (2003). Evaluación de sistemas de subirrigación y de aspersión en suelos cultivados con palma aceitera. *UDO Agrícola*, 3(1),

39–46.

Beltrán, A. (1998). Reconversión productiva en América Latina. En *Revista de la CEPAL*.

Béné, Barange, Subasinghe, Pinstруп-Andersen, P., Merino, G., Hemre, G.-I., y Williams, M. (2015). Feeding 9 billion by 2050—Putting fish back on the menu. *Food security*, 7(2), 261–274.

Béné, C., Fanzo, J., Prager, S. D., Achicanoy, H. A., Mapes, B. R., Alvarez Toro, P., y Bonilla Cedrez, C. (2020). Global drivers of food system (un) sustainability: a multi-country correlation analysis. *PloS one*, 15(4), e0231071.

Black, R. E., Victora, C. G., Walker, S. P., Bhutta, Z. A., Christian, P., De Onis, M., Ezzati, M., Grantham-McGregor, S., Katz, J., y Martorell, R. (2013). Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *The lancet*, 382(9890), 427–451.

Bonadeo, M. ; Repetto, L. ; Bessón, P. ; y Leo, D. (2017). La Agricultura Digital y los nuevos desafíos profesionales 1 1 2 3. En *Agromensajes Especial-diciembre*. <http://www.accionpyme.mecon.gob.ar/dna2bpm/use>

Brady, N. C., y Weil, R. R. (2013). *Nature and Properties of Soils, The: Pearson New International Edition PDF eBook*. Pearson Higher Ed.

Bragachini, M. (2012). *Agricultura de Precisión/Siembra Variable con Geoposicionamiento Satelital*.

Brundtland, G. H., y Mansour, K. (2010). World Commission on Environment and Development (WCED). 1987. *Our common future*, 2010.

Brynjolfsson, E., y McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & Company.

Bugge, M. M., Hansen, T., y Klitkou, A. (2016). What is the bioeconomy? A review of the literature. *Sustainability*, 8(7), 691.

Calva, J. L., Canales, A. I., Leonardo, C., Raúl, C., Wise, D., Estay, J., Gazol Sánchez, A.,

- Guillén, A., Héctor, R., Romo, G., Kuri, A., Humberto, G., Covarrubias, M., Morales, D. E., Rosa, R., Piñón, M., Jaime, A., Coronado, A. P., José, J., ... Wicab, O. (2010). *Análisis Estratégico para el Desarrollo CRISIS ECONÓMICA MUNDIAL Y FUTURO DE LA GLOBALIZACIÓN*.
- Campanella, O., Uva, M., Daniel Origlia, H., Maldonado, G., y Zuquette, L. V. (2005). Base de datos para cartografía geotécnica de áreas de llanura usando la tecnología de los sistemas de información geográfica: el caso de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. *Anais*.
- Carrasco Torrontegui, A., Pardo, R., Quispe, M., Aspaz, M., Cota, R., Bucini, G., McCune, N., Anderson, C., Gallegos, C. A., y Mendéz, E. (2024). Acción colectiva para la transición agroecológica en el altiplano Boliviano. *L'Ordinaire des Amériques*, 232.
- CEDRSSA. (2020). Tecnologías aplicadas en el sector agrícola. *PALACIO LEGISLATIVO DE SAN LÁZARO*, 4(1), 88–100.
- CEPAL. (2021a). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe, 2014*.
- CEPAL. (2021b). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las américas*.
- Chambers, R., y Conway, G. (1992). *Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century*.
- Chandrasekhar, C. P. (2013). Aspects of Demand in the Current Global Crisis. *Social Scientist*.
- Chapela, G. (2019). Innovación tecnológica en el sector aguacatero de Michoacán. En *Cuadernos Geográficos: Vol. 58(3)* (pp. 147–170).
- Chin, W. W. (1998). Commentary: Issues and opinion on structural equation modeling. En *MIS quarterly* (pp. vii–xvi). JSTOR.
- Chiriboga, M. (1997). Desafíos de la pequeña agricultura familiar frente a la globalización. *Perspectivas Rurales: Nueva Época*, 1, 9–24.
- Clapp, J. (2023). Concentration and crises: exploring the deep roots of vulnerability in the global industrial food system. *The Journal of Peasant Studies*, 50(1), 1–25.

- Collado, A. (2020). *La agricultura del futuro: cambios y desafíos*. CEPAL. <https://comunidades.cepal.org/ilpes/es/grupos/discusion/la-agricultura-del-futuro-cambios-y-desafios>
- CONAGUA. (2015). *Informe de extracciones de agua subterránea*.
- CONEVAL. (2021). Informe de Evaluación de la Política de Desarrollo Social 2020. *Evaluación de la Política Social*, 1–240. <https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/IEPSM/Paginas/IEPDS-2020.aspx>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3), 297–334.
- De-Janvry, A., y Sadoulet, E. (2001). Income strategies among rural households in Mexico: The role of off-farm activities. *World development*, 29(3), 467–480.
- De Grammont, H. C. (2004). La nueva ruralidad en América Latina. *Revista mexicana de sociología*, 279–300.
- De Grammont, H. C. (2010). *LA EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN EL*.
- De Janvry, A., y Sadoulet, E. (2010). Agricultural growth and poverty reduction: Additional evidence. *The World bank research observer*, 25(1), 1–20.
- de Paredes, O. R. M. (2017). Rentabilidad de la producción agrícola desde la perspectiva de los costos reales: municipios Pueblo Llano y Rangel del estado Mérida, Venezuela. *Visión gerencial*, 2, 217–232.
- de Salceda Ramírez, E. G., y López, F. (2022). La función directiva en la UPN Unidad 151 Toluca. *RILCO: Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional*, 14, 47–54.
- DeBoe, G., y Jouanjean, M. (2019). Digital Opportunities for Better Agricultural Policies. *Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France*.
- Deichmann, U., Goyal, A., y Mishra, D. (2016). Will digital technologies transform agriculture

- in developing countries? *Agricultural Economics*, 47, 21–33.
- Diago Soto, L., Hernández Morales, M. M., y Pérez Diago, Y. (2022). *The reconversions generalization agroecológica in the agriculture Avileña*. 11(2), 147–158. <http://revistas.unica.cu/uciencia>
- Drèze, J., y Sen, A. (1989). Entitlement and deprivation. *Hunger and public action*.
- Echeverri Perico, R., y Ribero, M. P. (2002). *Nueva ruralidad visión del territorio en América Latina y el Caribe*. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura (IICA).
- Ellis, F. (2000). *Rural livelihoods and diversity in developing countries*. Oxford university press.
- Ellis, F., y Biggs, S. (2005). La Evolución de los Temas Relacionados al Desarrollo Rural: desde la década de los años' 50 al 2000. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, 7(1), 60–69.
- Ericksen, P. J. (2008). Conceptualizing food systems for global environmental change research. *Global environmental change*, 18(1), 234–245.
- Escobar, G., y Berdegue, J. (1990). Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de finca: la experiencia de RIMISP. *Tipificación de sistemas de producción agrícola*, 13–44.
- Falk, R. F., y Miller, N. B. (1992). *A primer for soft modeling*. University of Akron Press.
- Falkenmark, M., y Rockström, J. (2004). *Balancing water for humans and nature: the new approach in ecohydrology*. Earthscan.
- FAO. (2012). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2012*.
- FAO. (2016). *Estadísticas sobre Costos de Producción Agrícola*. <https://www.fao.org/3/ca6411es/ca6411es.pdf>
- FAO. (2017). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2017*. FAO;
- FAO. (2018a). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo: fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición. En *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2021*. <https://hdl.handle.net/11537/27978>

- FAO. (2018b). The state of food and agriculture. En *The State of Food and Agriculture*.
- FAO. (2018c). Transformar la alimentación y la agricultura para alcanzar los ODS. En *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.
- Fereres, E., y Soriano, M. A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of experimental botany*, 58(2), 147–159.
- Fernández, J. (2015). Economía neo-schumpeteriana, innovación y política tecnológica. *Cuadernos de economía*, 38(107), 79–89.
- Fornell, C., y Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of marketing research*, 18(1), 39–50.
- Galindo-Domínguez, H. (2020). *Estadística para no estadísticos: una guía básica sobre la metodología cuantitativa de trabajos académicos* (Vol. 59). 3ciencias.
- García, J., y Ramírez, R. (2015). ¿Han estimulado el tlc y procampo la reconversión de la superficie agrícola de México? *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(3), 257–264. <https://doi.org/10.35196/rfm.2015.3.257>
- García, L. C. H., y Alfonso, F. D. (2024). Sistemas agroalimentarios, seguridad alimentaria y desarrollo rural: una mirada a la situación de las mujeres rurales en Colombia. *Revista Controversia*, 222, 129–179.
- Gereffi, G., Humphrey, J., y Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of international political economy*, 12(1), 78–104.
- Ghasemi, A., y Zahediasl, S. (2012). Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *International journal of endocrinology and metabolism*, 10(2), 486.
- Gliem, J. A., y Gliem, R. R. (2003). Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. *Midwest research-to-practice conference in adult, continuing, and community education*, 1, 82–87.
- Gliessman. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Catie.

- Gliessman, S. (2018). Defining agroecology. En *Agroecology and Sustainable Food Systems* (Vol. 42, Número 6, pp. 599–600). Taylor & Francis.
- Gliessman, S. R. (2020). Transforming food and agriculture systems with agroecology. *Agriculture and human values*, 37(3), 547–548.
- Gliessman, S., Rosado, J., Guadarramai, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Méndez, V. E., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C., y Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, 16(1).
- Gobierno de Michoacán. (2021). Región III Cuitzeo: Características de las Regiones de Michoacán Medio Ambiente y Patrimonio Cultural. *Coordinación general de gabinete y planeación*, 3.
- Gobierno de Michoacán de Ocampo. (2013). Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 2015-2021. *Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 2015-2021*, 122. <http://pladiem.michoacan.gob.mx/docs/pladiemDoc.pdf>
- Gómez-Brandón, M., Lazcano, C., Lores, M., y Domínguez, J. (2010). Detritivorous earthworms modify microbial community structure and accelerate plant residue decomposition. *Applied Soil Ecology*, 44(3), 237–244.
- Gómez Cruz, M. Á., Schwentesius Rindermann, R., Ortigoza Rufino, J., y Gómez Tovar, L. (2010). Situación y desafíos del sector orgánico de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(4), 593–608.
- Gómez Oliver, L., y Tacuba Santos, A. (2017). La política de desarrollo rural en México. ¿Existe correspondencia entre lo formal y lo real? *Economía unam*, 14(42), 93–117.
- González. (2010). *Innovation for Export Growth: Program in a Small Developing Country*.
- González, F. de J., Rebollar, S., Hernández, J., Morales, J. L., y Ramírez, O. (2011). Situación actual y perspectivas de la producción de berries en México. *Journal of Gender, Agriculture and Food Security*, 1(3), 1–22.
- González, J. R. (2014). Agricultura en el estado de Michoacán: Vol. I. Sistemas de producción.

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

- Gutiérrez, E., y Marúm, E. (2015). Los sistemas regionales de innovación base para un sistema nacional sustentable de innovación en México. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3772–3779.
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., y Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European business review*, 31(1), 2–24.
- Hair Jr, J. F., M Hult, G. T., M Ringle, C., Sarstedt, M., Castillo Apraiz, J., Cepeda Carrión, G. A., y Roldán, J. L. (2019). *Manual de partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. OmniaScience.
- Haro, E. P., Héctor, P., y Berlanga, R. (2013). *Prospectiva de la agricultura en el desarrollo de México*.
- Hauke, J., y Kossowski, T. (2011). Comparison of values of Pearson's and Spearman's correlation coefficients on the same sets of data. *Quaestiones geographicae*, 30(2), 87–93.
- Hayami, Y., y Ruttan, V. W. (1985). *Agricultural Development. An Internatio Nal Perspective Revised and Expanded Edition*. Johns Hopkins UP.
- Hernández-Morales, J., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Herrera-Pérez, J., Rojas-García, A. R., Reyes-Vázquez, I., y Mendoza-Núñez, M. A. (2018). Composición química y degradaciones in vitro de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(1), 105–120.
- Hernández-Pérez, J. L. (2019). Sistema de innovación agrícola como estrategia de competitividad de los productores sonorenses en el contexto del TLCAN. En *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* (Vol. 29, Número 54). <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.828>
- Hernández, R. (2017). Panorama de la Agricultura y la producción de berries en México, Michoacán y Zamora. *Revista de la Universidad del Valle de Atemajac*, 89, 46–57.
- Hernández, R., Granados, G. R., Mora, G., Aguirre, R., y León, I. (2019). Reconversión de

- cultivos como resultado de la presencia de Huanglongbing en Colima, México. *Acta Universitaria*, 29, 1–13. <https://doi.org/10.15174/au.2019.1921>
- Hernández, R., y Mendoza, C. P. (2014). *Metodología de la investigación Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. (McGraw-Hill (ed.); 6a ed.).
- Herrera, F. (2006). Innovaciones tecnológicas en la agricultura empresarial mexicana: Una aproximación teórica. *Gaceta Laboral*, 12(1), 93–119. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-85972006000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Hoddinott, J. F., y Yohannes, Y. (2002). *Dietary diversity as a food security indicator*.
- Ibáñez, J. (2015). *Metodología de la investigación social* (Trotta (ed.)).
- INEGI. (2020). <https://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/agri/default.aspx?tema=e>. Cuentame INEGI.
- INEGI, E. (2021, septiembre 1). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2021*. <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2021/#Tabulados>.
- IPCC. (2022). *Availability of water resources*. Climate change: a threat to human wellbeing and health of the planet. Taking action now can secure our future. <https://www.ipcc.ch/2022/02/28/pr-wgii-ar6/>
- Islas, M. N. H., Novelo, A. F., y Serna, M. del C. M. (2024). Desarrollo sostenible a través de la innovación en seguridad alimentaria y hábitos alimenticios en familias marginadas. *Scientia et PRAXIS*, 4(8), 32–60.
- Kawagoe, T., Hayami, Y., y Ruttan, V. W. (1985). The intercountry agricultural production function and productivity differences among countries. *Journal of Development economics*, 19(1–2), 113–132.
- Kay, C. (2009). Estudios rurales en América Latina en el periodo de globalización neoliberal: ¿una nueva ruralidad? *Revista mexicana de sociología*, 71(4), 607–645.

- Kendrick, J. (1956). Productivity trends: capital and labor. En *Productivity trends: Capital and labor* (pp. 3–23). NBER.
- Krehbiel, J. N., Gabel, M. J., y Carrubba, C. J. (2017). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. *Routledge Handbook of Judicial Behavior*, 16301(October), 467–490. <https://doi.org/10.4324/9781843146575-59>
- Krugman, P. (1988). La nueva teoría del comercio internacional y los países menos desarrollados. *El trimestre económico*, 55(217 (1), 41–66.
- Lara-Lara, J. R., Arreola-Lizárraga, J. A., Calderón-Aguilera, L. E., Camacho-Ibar, V. F., de la Lanza-Espino, G., Escofet-Giansone, A., Espejel-Carbajal, M. I., Guzmán-Arroyo, M., Ladah, L. B., y López-Hernández, M. (2008). Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales. *Capital natural de México*, 1, 109–134.
- Llambí, L. (1996). Globalización y nueva ruralidad en América Latina: una agenda teórica y de investigación. *La sociedad rural mexicana frente al nuevo milenio*, 1, 55–58.
- Looney, L., Montgomery, P., Edwards, M., Arnall, B., y Raun, W. (2022). Producers' adoption behaviors for precision agriculture (PA) technologies to improve nitrogen use efficiency: Diffusion of Innovations theory as an explanatory lens. *Advancements in Agricultural Development*, null, null. <https://doi.org/10.37433/aad.v3i3.205>
- López. (2010). Reconversión productiva y ventajas comparativas. *Revista Mexicana de Economía*, 5(15), 37–45.
- López, R. E., del Carmen Valle, M., y Solleiro, J. L. (1996). *El cambio tecnológico en la agricultura y las agroindustrias en México: propuesta para una nueva dinámica en la actividad productiva*. Siglo XXI.
- MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy. *Journal of industrial ecology*, 2(1), 23–44.
- Macías, A. M. (2013). *Introducción. Los pequeños productores agrícolas en México*.
- Magaña, R. (2019). México: radiografía de la conectividad. *Revista Mexicana de Ciencias*

Agrícolas, 1165–1173.

Marroquín, W. (2021). *NUEVAS TECNOLOGÍAS Y AGRICULTURA 4.0: IMPACTO EN LOS RECURSOS HUMANOS DE LA INDUSTRIA AGRÍCOLA EN CENTROAMÉRICA*.

Madrid: Comillas. [https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle ...](https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle...)

Marshall, A. (1890). Principios de economía, Madrid, Aguilar. *Published originally in*.

Martínez, L., y Martínez, O. (2005). Cultivo de berries (frambuesa y zarzamora) en México. *Fundación Mexicana para la investigación Agropecuaria y Forestal, A.C.*, 1, 53.

Maxwell, S. (1996). Food security: a post-modern perspective. *Food policy*, 21(2), 155–170.

McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource technology*, 83(1), 37–46.

McMichael, P. (2013). *Food regimes and agrarian questions*. Fernwood Publishing Halifax.

Melgar, M. (2018). Digital Agriculture or Agriculture 4.0 Digital Agriculture or Agriculture 4.0 Agricultura Digital O Agricultura 4.0. *Cengicaña*, 1, 12–18. <https://cengicana.org/files/2018091813553326.pdf>

Mendenhall, W., Scheaffer, R. L., y Lyman Ott, R. (2006). *Elementos de muestreo*. Ediciones Paraninfo, SA.

Mendoza, M., Bocco, G., López Granados, E., y Bravo, M. (2002). Implicaciones hidrológicas del cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: una propuesta de análisis espacial a nivel regional en la cuenca cerrada del lago de Cuitzeo, Michoacán. *Investigaciones geográficas*, 49, 92–117.

Meny, Y., Thoenig, J.-C., y Morata, F. (1992). *Las políticas públicas*.

Miranda-Ramírez, J. M., Aguilar-García, O., y Miranda-Medina, D. (2020). Comparison of agricultural and economic productivity of sustainable and conventional papaya in Michoacan, Mexico. *Agronomia Mesoamericana*, 31(2), 385–403. <https://doi.org/10.15517/am.v31i2.38615>

- Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., y Keshri, A. (2019). Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Annals of cardiac anaesthesia*, 22(1), 67–72.
- Montiel-González, C., Gallegos-Tavera, Á., Ortega-Gómez, A. M., Bautista, F., Gopar-Merino, F., y Velázquez, A. (2021). Análisis climático para la agricultura de temporal en Michoacán, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(17), 307–316.
- Montiel-González, C., Gallegos, Á., Ortega Gómez, A. M., Bautista, F., Gopar-Merino, F., y Velázquez, A. (2019a). Análisis climático para la agricultura de temporal en Michoacán, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(17), 307. <https://doi.org/10.19136/era.a6n17.1972>
- Montiel-González, C., Gallegos, Á., Ortega Gómez, A. M., Bautista, F., Gopar-Merino, F., y Velázquez, A. (2019b). Análisis climático para la agricultura de temporal en Michoacán, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 6(17), 307–316. <https://doi.org/10.19136/era.a6n17.1972>
- Mooney, P. (2019). La insostenible Agricultura 4.0. *Grupo etc*, 50. www.rosalux.org
- Moreno Reséndez, A., Aguilar Durón, J., y Luévano González, A. (2011). Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Revista Mexicana de agronegocios*, 29(2011), 763–774.
- Moumtadi, F., Granados-Lovera, F., y Delgado-Hernández, J. C. (2014). Activación de funciones en edificios inteligentes utilizando comandos de voz desde dispositivos móviles. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 15(2), 175–186.
- Mundial, B. (2008). *Informe sobre el desarrollo mundial 2008: Agricultura para el desarrollo*.
- Mundo, V., Shamah, T., y Rivera, J. A. (2013). Epidemiología de la inseguridad alimentaria en México. *salud pública de méxico*, 55, S206–S213.
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*.
- Naude, A. Y., y Taylor, J. E. (2006). The effects of NAFTA and domestic reforms in the

- agriculture of Mexico: predictions and facts. *Région et Développement*, 23, 161–186.
- Navarro, J. M. G. (2023). *Drones agrícolas, clave para la adopción y transición hacia la agricultura 4.0 en México*.
- Nicholls, C. I., Altieri, M. A., y Vázquez, L. L. (2015). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1), 61–72.
- North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge university press.
- OCDE, y FAO. (2021). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2021-2030*. OECD. <https://doi.org/10.1787/47a9fa44-es>
- OMS. (2005). *Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias*. Roma.
- Ortíz-Paniagua, C. F. (2017). Agricultura y economía municipal en Michoacán desde una perspectiva de vulnerabilidad. *CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 6(12), 63–91. <https://doi.org/10.23913/ciba.v6i12.69>
- Ortíz-Paniagua, C. F., y Bonales-Valencia, J. (2017). Agricultura de Exportación de Aguacate y Turismo en Michoacán. Una perspectiva desde los Servicios Ecosistémicos. *El Periplo Sustentable*, 33, 452–485.
- Ortíz-Paniagua, C. F., Zamora-Torres, A. I., Bonales-Valencia, J., Ortiz-Paniagua, C. F., Zamora-Torres, A. I., y Bonales-Valencia, J. (2018). Vulnerabilidad económica municipal del impacto agrícola ante condiciones de cambio climático en Michoacán. *Análisis económico*, 33(82), 73–93. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-66552018000100073&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Ortíz, H., Montes, M. de L., y Jiménez, A. (2016). La reconversión productiva ¿desarrollo o retroceso? The productive reconversion ¿development or recoil? *Educateconciencia*, 10(No. 11), 13–25.
- Ortiz, J. (2021). Agricultura de precisión para el campo mexicano. *Ciencia Ergo Sum*, 28(1),

23–34.

Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422.

Peres, W., y Primi, A. (2009). Theory and Practice of Industrial Policy: Evidence from the Latin American Experience. *CEPAL2*.

Pérez. (2021). Innovación tecnológica para la reconversión agrícola de Michoacán. *Agricultura Técnica en México*, 47(2), 159–170.

Pérez, E. (2001). Hacia una nueva visión de lo rural. *Una nueva ruralidad en América Latina*, 3(2), 17–29.

Pérez, M., Anchondo, T., y Cuéllar, J. (2023). La fresa (*Fragaria X ananassa*): su valor económico y cultural en México e importancia en la producción de antioxidantes. *NUEVAS TERRITORIALIDADES-ECONOMÍA SECTORIAL Y RECONFIGURACIÓN TERRITORIAL*, 181.

Pham, H. G., Chuah, S. H., y Feeny, S. (2021). Factors affecting the adoption of sustainable agricultural practices: Findings from panel data for Vietnam. *Ecological Economics*, 184(March), 107000. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107000>

Pierpaoli, E., Carli, G., Pignatti, E., y Canavari, M. (2013). Drivers of precision agriculture technologies adoption: a literature review. *Procedia Technology*, 8, 61–69.

Pinstrup-Andersen, P. (2009). Food security: definition and measurement. *Food security*, 1(1), 5–7.

Pinstrup, P. (2009). Food security: definition and measurement. *Food security*, 1(1), 5–7.

PMA. (2023). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023: Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano* (Vol. 2023). Food & Agriculture Org.

Porras Solís, Á. J. (2018). Reconversión productiva como política de desarrollo agropecuario dirigida a la producción campesina en el marco de los procesos de apertura económica en

- Costa Rica (1996-2000). *Revista de Historia*, 77, 109. <https://doi.org/10.15359/rh.77.4>
- Porter, M. E. (1990). ¿ Dónde radica la ventaja competitiva de las naciones? *Harvard Deusto business review*, 44, 3–26.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 447–465.
- Pretty, J. (2018). Intensification for redesigned and sustainable agricultural systems. *Science*, 362(6417), eaav0294.
- Pretty, J., y Bharucha, Z. P. (2014). Sustainable intensification in agricultural systems. *Annals of botany*, 114(8), 1571–1596.
- Pretty, J. N., Noble, A. D., Bossio, D., Dixon, J., Hine, R. E., Penning de Vries, F. W. T., y Morison, J. I. L. (2006). *Resource-conserving agriculture increases yields in developing countries*. ACS Publications.
- Prowse, M. (2012). Contract farming in developing countries: a review. *A savoir*, 12.
- Qaim, M. (2020). Role of new plant breeding technologies for food security and sustainable agricultural development. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 42(2), 129–150.
- Rajendra K, P., y Meyer, L. (2014). Informe Del Grupo Intergubernamental De Expertos Sobre El Cambio Climático. En *PNUMA*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf
- Ramírez, E. L. (2012). El sistema poscosecha de granos en el nivel rural: problemática y propuestas. Moreno Ernesto, Felipe Torres e Isabel Chong (editores). *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 27(104).
- Raworth, K. (2017). *Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st-century economist*. Chelsea Green Publishing.
- Razali, N. M., y Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, 2(1), 21–33.

- Reardon, T., y Timmer, C. P. (2007). Transformation of markets for agricultural output in developing countries since 1950: How has thinking changed? *Handbook of agricultural economics*, 3, 2807–2855.
- Reganold, J. P., y Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature plants*, 2(2), 1–8.
- Ricardo, D. (1817). *Principios de economía política y tributación*. México DF. México: Fondo de Cultura Económica.
- Rocha, J., Maki, G., y Rodríguez, C. (2020). *Reconversión sustentable de la agricultura : el caso de un municipio de la región sur del estado de Guanajuato*. 237–248.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., y Schellnhuber, H. J. (2009). A safe operating space for humanity. *nature*, 461(7263), 472–475.
- Rodríguez, A. (2019). Industria 4.0: la gran oportunidad para el agro de Latinoamérica. *Revista Latinoamericana de Ingeniería Agrícola*, 3(1), 12–23.
- Rodrik, D. (2017). *Straight talk on trade: Ideas for a sane world economy*.
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of Innovations 5th*. Free press.
- Rosales, M. (2017). El desarrollo humano: una propuesta para su medición. *Aldea mundo*, 22(43), 65–75.
- Rose, D. C., Chilvers, J., y Christian, K. (2019). Agriculture 4.0: broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Sustain*, 3, 87.
- Rosendo-Chávez, A., Herrera-Tapia, F., Vizcarra-Bordi, I., y Baca-Tavira, N. (2018). Desarrollo territorial rural: agricultura y migración en el sur del Estado de México. *Economía Sociedad y Territorio*, 1243–1274. <https://doi.org/10.22136/est20191207>
- Rosset, P. M., y Altieri, M. A. (2017). *Agroecology: science and politics*.
- Ruel, M. T., Garrett, J. L., Hawkes, C., y Cohen, M. J. (2010). The food, fuel, and financial

- crises affect the urban and rural poor disproportionately: a review of the evidence. *the Journal of Nutrition*, 140(1), 170S-176S.
- Sabato, J. A., Mackenzie, M., y Instituto Latinoamericano de Estudios Transnacionales. (1982). *La producción de tecnología : autónoma o transnacional*. Instituto Latinoamericano de Estudios Transnacionales.
- SADER. (2024). *Avance de siembras y cosechas por estado*. (pp. 1–3).
- Sáenz, S., y Helfgott, S. (2009). Evaluación del impacto de la agricultura de conservación en la reconversión agropecuaria sustentable de la región centro-andina colombiana. *Equidad y Desarrollo*, 12, 111–128.
<https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ed/article/download/220/161>
- SAGARPA. (2017). *La expansión del cultivo de aguacate hass en México*.
<https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/la-expansion-del-cultivo-de-aguacate-hass-en-mexico?idiom=es>
- SAGARPA. (2021). *Capacitación y conocimiento agrícola*. Gobierno de México.
<https://www.gob.mx/agricultura/articulos/lo-mejor-de-la-semana-271290>
- SAGARPA. (2023). *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON).
<http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2012parcialsiacon-zip/> Consulta realizada el 01 de abril de 2016.
- SAGARPA, S. (2011). Servicio de información agroalimentaria y pesquera. *Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación*.
- Sánchez, R. G. (2008). La red de valor de la zarzamora, El cluster de Los Reyes, Michoacán un ejemplo de reconversión competitiva. *Sistema de Inteligencia de Mercados para el Desarrollo Competitivo del Sector Agropecuario en el estado de Michoacán*. Fundación Produce AC <http://www.siac.org.mx/tecno/14mich.pdf>.
- Santillán, O., y Rentería, M. (2018). *Agricultura de Presición*. 52(15), 1–6.
https://www.foroconsultivo.org.mx/INCyTU/documentos/Completa/INCYTU_18-

015.pdf

- Santini, S., y Ghezán, G. (2022). Importancia de las TIC en circuitos cortos de comercialización de alimentos. *RIVAR (Santiago)*, 9(26), 249–266.
- Sarkar, A., Azim, J. A., Asif, A. Al, Qian, L., y Peau, A. K. (2021). Structural equation modeling for indicators of sustainable agriculture: Prospective of a developing country's agriculture. *Land Use Policy*, 109(July), 105638. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105638>
- Scaramuzza, F., Vélez, J., y Villarroel, D. (2016). Adopción de Agricultura de Precisión en Argentina: Evolución en los principales segmentos. *Agricultura y Ganadería de precisión y agregado de valor en origen*". Ediciones INTA.
- Schejtman, A., y Berdegú, J. (2004a). Desarrollo rural territorial. *Santiago de Chile: RIMISP*.
- Schejtman, A., y Berdegú, J. (2004b). Desarrollo territorial rural. *Debates y temas rurales*, 1, 7–46.
- Schmidhuber, J., y Tubiello, F. N. (2007). Global food security under climate change. *Proceedings of the national academy of sciences*, 104(50), 19703–19708.
- Schober, P., Boer, C., y Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesthesia & analgesia*, 126(5), 1763–1768.
- Schumpeter. (1942). The creative destruction of socialisms. En *The making of modern economics* (3a ed., pp. 421–438). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003192954-17>
- Schumpeter, J. A. (1961). *Teoria do desenvolvimento económico*. Editora Nova Cultural.
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Debate.
- Sen, A. (1982). *Poverty and famines: an essay on entitlement and deprivation*. Oxford university press.
- Sen, A. (2010). Adam Smith and the contemporary world. *Erasmus Journal for Philosophy and Economics*, 3(1), 50–67.
- Sen, A., y Dreze, J. (1999). The Amartya Sen and Jean Drèze Omnibus:(comprising) poverty

- and famines; Hunger and public action; and India: Economic development and social opportunity. *OUP Catalogue*.
- Sen, A. K. (2000). What is development about. *Frontiers of Development Economics: The future in perspective, 1*, 506–513.
- SIAP. (2021). *Cierre de la producción agrícola por cultivo*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP. (2023a). “*Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*”. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP. (2023b). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Producción agrícola. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Sims, B., y Kienzle, J. (2017). Sustainable agricultural mechanization for smallholders: what is it and how can we implement it? *Agriculture*, 7(6), 50.
- Singh, H., Sharma, A., Bhardwaj, S. K., Arya, S. K., Bhardwaj, N., y Khatri, M. (2021). Recent advances in the applications of nano-agrochemicals for sustainable agricultural development. *Environmental Science: Processes and Impacts*, 23(2), 213–239. <https://doi.org/10.1039/d0em00404a>
- Sistema Michoacano TV. (2021). *México: estado de Michoacán produce casi 1 millón de toneladas de berries*. Chile alimentos. <https://chilealimentos.com/mexico-estado-de-michoacan-produce-casi-1-millon-de-toneladas-de-berries/>
- Smith, R. W., Joanis, T. L., y Maxwell, P. D. (1992). Great toe metatarsophalangeal joint arthrodesis: a user-friendly technique. *Foot & ankle*, 13(7), 367–377.
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65–94.
- Sonnino, A., y Ruane, J. (2013). La innovación en agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías agrícolas. *Bioteecnologías e innovación: el compromiso social de la ciencia*, 28.

- Spielman, D. J., y Birner, R. (2008). *How innovative is your agriculture?: Using innovation indicators and benchmarks to strengthen national agricultural innovation systems*. World Bank Washington, DC, USA.
- Suh, N., F. Njimanted, G., y Thalut, N. (2020). Effect of farmers' management practices on safety and quality standards of cocoa production: A structural equation modeling approach. *Cogent Food and Agriculture*, 6(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1844848>
- Swan. (2015). *Blockchain: Blueprint for a new economy*. “O'Reilly Media, Inc.”
- Swan, T. W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic record*, 32(2), 334–361.
- Tichenor, P. J., Donohue, G. A., y Olien, C. N. (1970). Mass media flow and differential growth in knowledge. *Public opinion quarterly*, 34(2), 159–170.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., y Befort, B. L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(50), 20260–20264.
- Tittonell, P. (2019). Las transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 51(1), 231–246.
- Toledo López, V. (2022). Agroindustrialización y “Nueva Ruralidad” en América Latina. Una reflexión para la comprensión de la realidad rural contemporánea. *Estudios Rurales*, 3(4). <https://doi.org/10.48160/22504001er4.274>
- Toledo, V. M. (2000). *Ecología y autosuficiencia alimentaria: hacia una opción basada en la diversidad biológica, ecológica y cultural de México*. Siglo XXI.
- Toledo, V. M., Ortiz-Espejel, B., Cortés, L., Moguel, P., y de Jesús Ordoñez, M. (2003). The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptive management. *Conservation Ecology*, 7(3).
- Trenc, J. E., García, D. L., Entretantos, F., Di Masso, M., León, U. A. P., Acin, G. T., y de Terra,

- A. (2019). Agroecología, conocimiento tradicional e identidades locales para la sostenibilidad y contra el despoblamiento rural. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 27(98), 108–131.
- Trendov, N., Varas, S., y Zeng, M. (2019). Tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales. *Tecnologías digitales*, 26. <http://www.jstor.org/stable/10.2307/j.ctvt6rmh6>
- Tuapanta Dacto, J. V., Duque Vaca, M. A., y Mena Reinoso, A. P. (2017). *Alfa de Cronbach para validar un cuestionario de uso de TIC en Docentes Universitarios*.
- Turrent, A., Cortés, J. I., Espinosa, A., Hernández, E., Camas, R., Torres, J. P., y Zambada, A. (2017). MasAgro o MIAF¿Cuál es la opción para modernizar sustentablemente la agricultura tradicional de México? *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(5), 1169–1185.
- UNESCO. (2021). *The United Nations world water development report 2021: valuing water*. United Nations.
- Unidas, N. (2019). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020*. www.fao.org/americas
- Valenzuela, J. (2020). Agricultura de precisión para el agro mexicano. *Ciencias del Agro*, 1(1), 45–55.
- Van der Ploeg, J. D. (2020). From biomedical to politico-economic crisis: the food system in times of Covid-19. *The Journal of Peasant Studies*, 47(5), 944–972.
- Van Deursen, A., y Van Dijk, J. (2011). Internet skills and the digital divide. *New media & society*, 13(6), 893–911.
- Vargas-Canales, J. M., Palacios-Rangel, M. I., Aguilar-Ávila, J., Ocampo-Ledesma, J. G., Kreimer, P., Ortiz-Martínez, G., y Palacios-Rangel, I. (2018). Technological innovation in a case of protected agriculture in Mexico. *Revista de Geografía Agrícola*, 61(2), 9–38.
- Velazquez, E., Trejo, H., Sandoval, O., y Palacios, A. (2019). Internet de las Cosas (IoT) para el Sector Agrícola. *Padi*, 62–67.

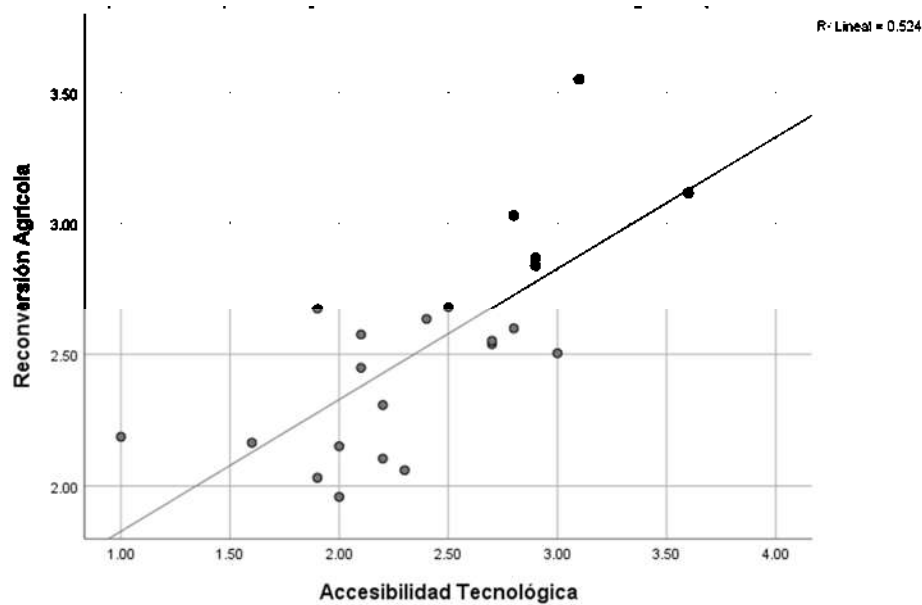
- Villafán-Vidales, K. B., Arellanes-Cancino, Y., López Paniagua, R., y Ayala-Ortiz, D. A. (2021). The socio-environmental situation in Lake Cuitzeo, Michoacan (Mexico), from a Social Responsibility approach. *Economía, Sociedad y Territorio*, 21(66), 599–629. <https://doi.org/10.22136/est20211694>
- Wandel Marroquín, M. (2021). *Nuevas tecnologías y agricultura 4.0: Impacto en los recursos humanos de la industria agrícola en Centroamérica*.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., y Bogaardt, M.-J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural systems*, 153, 69–80.
- Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K., y Swinton, S. M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological economics*, 64(2), 253–260.

ANEXOS

1.1. Gráficas

Figura 20.

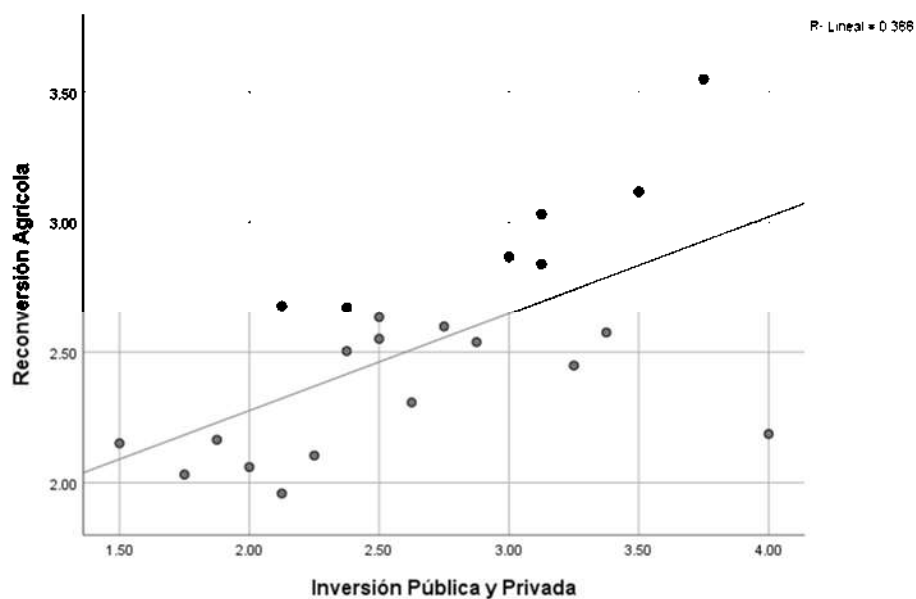
Dispersión simple con ajuste de línea de P-RA. Promedio de reconversión agrícola por P-AT. Promedio de accesibilidad tecnológica.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de SPSS (2024).

Figura 21.

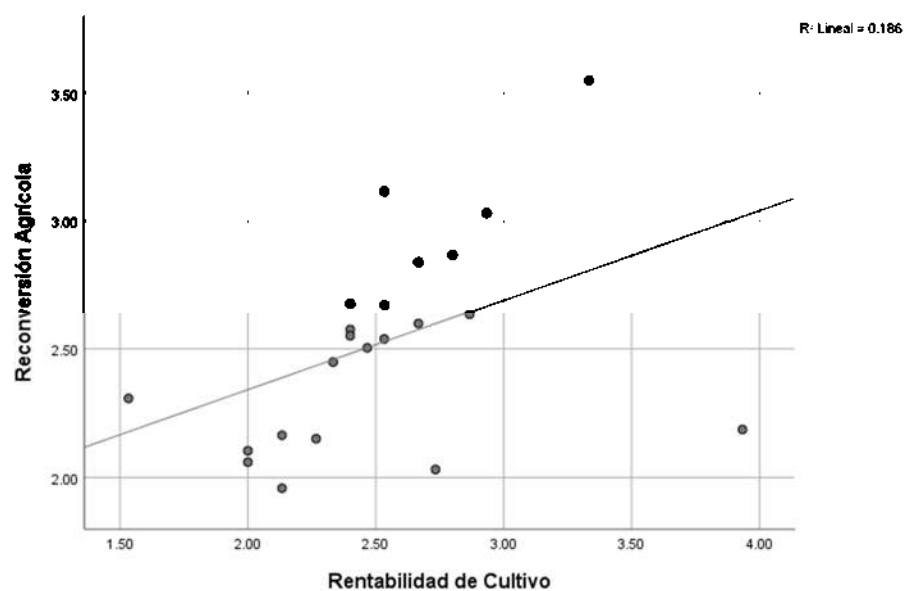
Dispersión simple con ajuste de línea de P-RA. Promedio de reconversión agrícola por P-IPP. Promedio de inversión pública y privada.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de SPSS (2024).

Figura 22.

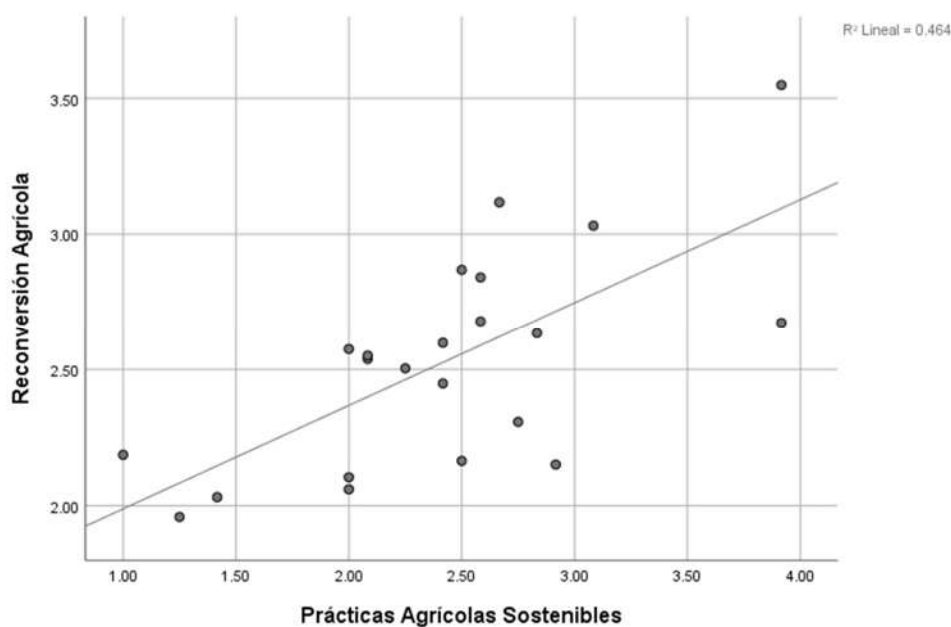
Dispersión simple con ajuste de línea de P-RA. Promedio de reconversión agrícola por P-RC. Promedio de rentabilidad de cultivo.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de SPSS (2024).

Figura 23.

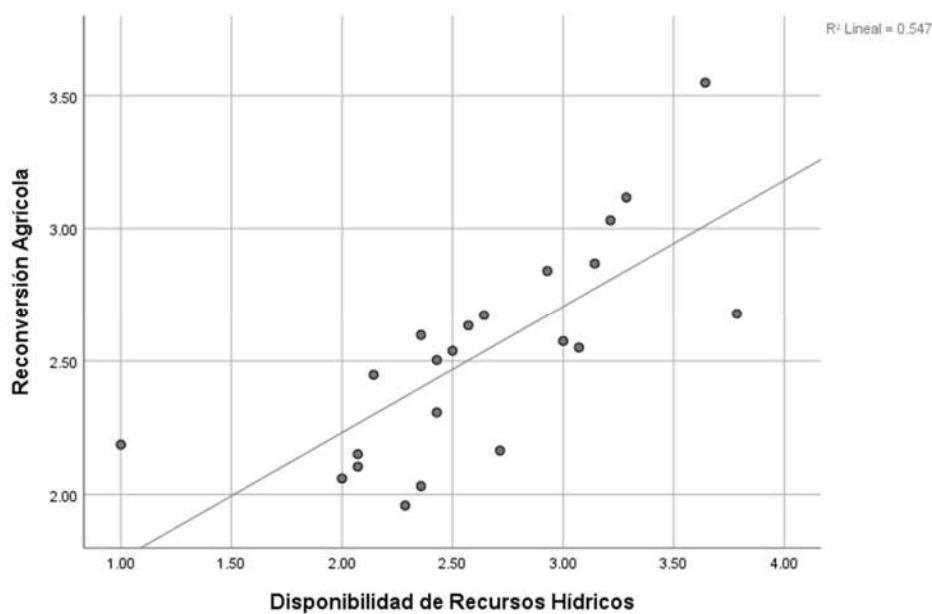
Dispersión simple con ajuste de línea de P-RA. Promedio de reconversión agrícola por P-PAS. Promedio de prácticas agrícolas sostenibles.



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de SPSS (2024).

Figura 24.

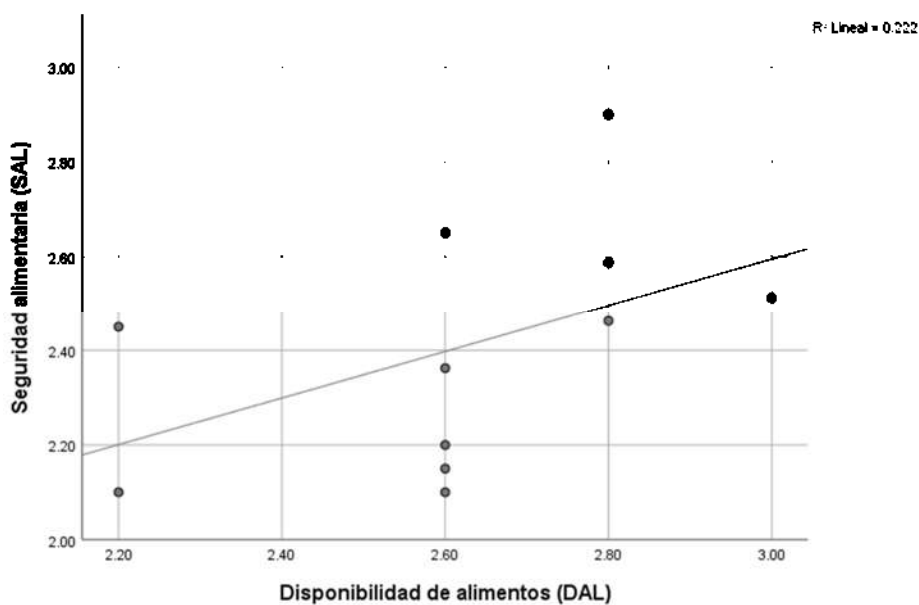
Dispersión simple con ajuste de línea de P-RA. Promedio de reconversión agrícola por P-DRH. Promedio de disponibilidad de recursos hídricos



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de SPSS (2024).

Figura 25.

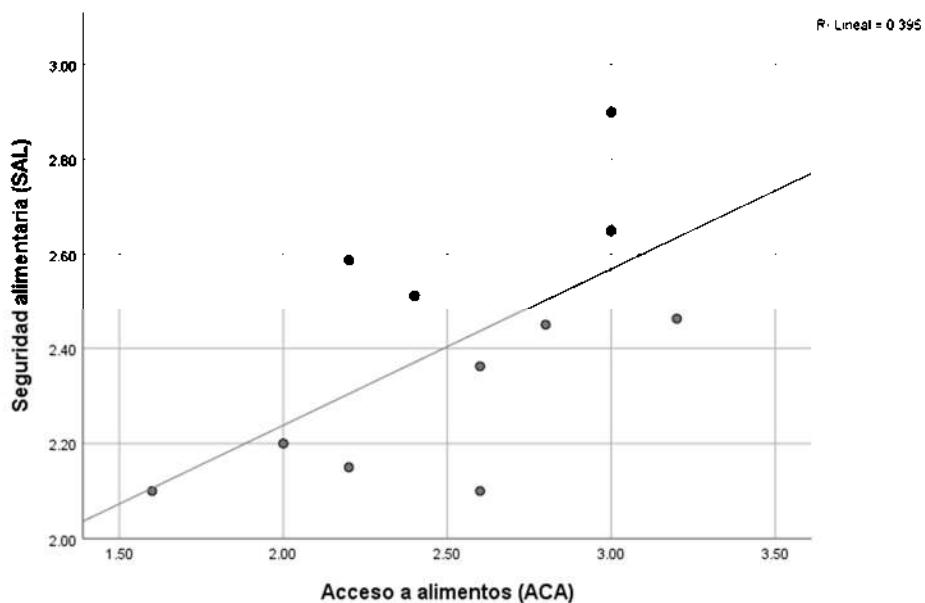
Dispersión simple con ajuste de línea de P-SAL. Promedio de seguridad alimentaria por P-DAL. Promedio de disponibilidad de alimentos



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de SPSS (2024).

Figura 26.

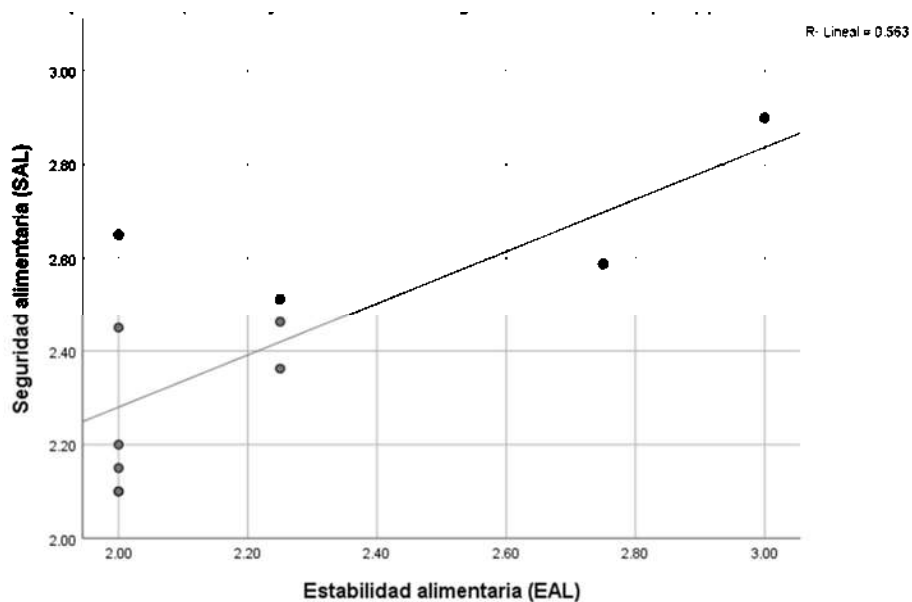
Dispersión simple con ajuste de línea de P-SAL. Promedio de seguridad alimentaria por P-DAL. Promedio del acceso a alimentos



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de SPSS (2024).

Figura 27.

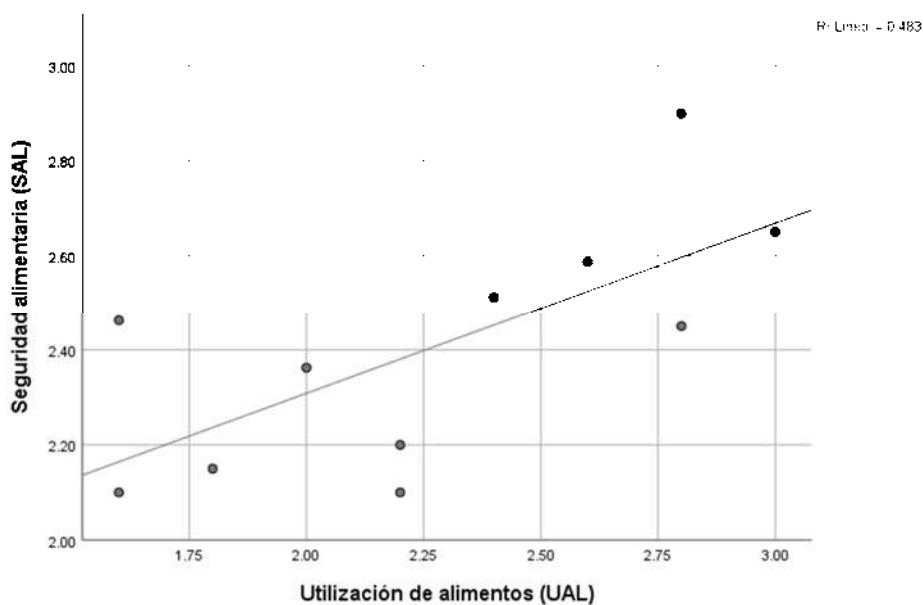
Dispersión simple con ajuste de línea de P-SAL. Promedio de seguridad alimentaria por P-DAL. Promedio de la seguridad alimentaria



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de SPSS (2024).

Figura 28.

Dispersión simple con ajuste de línea de P-SAL. Promedio de seguridad alimentaria por P-DAL. Promedio de la utilización de alimentos



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de SPSS (2024).

1.2. Matriz de congruencia

Objetivos	Preguntas	Marco referencial	Hipótesis	Variables
Reconversión Agrícola				
General	General		General	Dependiente
Determinar los factores de la reconversión agrícola y seguridad alimentaria inciden en la reconversión en la región de Cuitzeo, Michoacán.	¿De qué manera incide la reconversión agrícola y la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán?		La reconversión agrícola y seguridad alimentaria tiene efectos positivos en la región de Cuitzeo.	Y1. La incidencia de la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán. Y2. La incidencia de la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán.
Específicos	Específicas		Específicas	Independientes
O1 Establecer de qué manera la accesibilidad tecnológica influye en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán.	P1 ¿Cómo influye la accesibilidad tecnológica en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán?		H1 La accesibilidad tecnológica determina la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán.	V1 Accesibilidad tecnológica

Objetivos	Preguntas	Marco referencial	Hipótesis	Variables
O2 Diagnosticar cuáles es el impacto de las características socioeconómicas de los productores en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán.	P2 ¿De qué manera afectan las características socioeconómicas de los productores en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán?		H2 Las características socioeconómicas de los productores son un factor para la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán.	V2 Características socioeconómicas de los productores
O3 Establecer la incidencia de la inversión pública y privada en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán.	P3 ¿En qué forma trasciende la inversión pública y privada en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán?		H3 La inversión pública y privada incide en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán.	V3 Inversión pública y privada
O4 Determinar cómo incide la rentabilidad del cultivo en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán.	P4 ¿De qué manera incide el tipo de cultivo en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán?		H4 La rentabilidad del cultivo es un factor determinante en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán.	V4 Rentabilidad del cultivo
O5 Estipular cómo inciden las prácticas agrícolas sostenibles en la reconversión agrícola en la	P5 ¿De qué manera afectan las prácticas agrícolas sostenibles en la reconversión agrícola en la región		H5 Las prácticas agrícolas sostenibles inciden en la reconversión agrícola en la	V5 Prácticas agrícolas sostenibles

Objetivos	Preguntas	Marco referencial	Hipótesis	Variables
región de Cuitzeo, Michoacán.	de Cuitzeo, Michoacán?		región de Cuitzeo, Michoacán.	
O6 Definir cómo influye la disponibilidad de recursos hídricos en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán.	P6 ¿De qué manera repercuten la disponibilidad de recursos hídricos en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán?		H6 La disponibilidad de recursos hídricos afecta en la reconversión agrícola en la región de Cuitzeo, Michoacán.	V6 Disponibilidad de recursos hídricos
Seguridad Alimentaria				
Específicos	Específicas		Específicas	Independientes
O7 Determinar cómo fortalece la disponibilidad de alimentos en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán.	P7 ¿De qué manera influye la disponibilidad de alimentos en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán?		H7 La disponibilidad de alimentos fortalece la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán.	V7 Disponibilidad de alimentos
O8 Definir cómo influye el acceso a alimentos en la seguridad alimentaria en la	P8 ¿Cómo mejora el acceso a alimentos en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán?		H8 El acceso a los alimentos mejora la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán.	V8 Acceso a alimentos

Objetivos	Preguntas	Marco referencial	Hipótesis	Variables
región de Cuitzeo, Michoacán.				
O9 Estipular como incide la estabilidad alimentaria en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán.	P9 ¿En que forma la estabilidad alimentaria incide en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán?		H9 La estabilidad alimentaria afecta positivamente la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán.	V9 Estabilidad alimentaria
O10 Diagnosticar como fortalece la utilización de alimentos en la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán.	P10 ¿Cómo fortalece la utilización de alimentos la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán?		H10 La utilización de alimentos aumenta la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán.	V10 Utilización de alimentos

1.3. Matriz de literatura (estado del arte)

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
Estados Unidos	D'souza, Gerard Cyphers, Douglas Phipps, Tim	1993	Factors Affecting the Adoption of Sustainable Agricultural Practices	Determinar las características asociadas con la decisión de adoptar prácticas agrícolas sostenibles y explorar las implicaciones políticas resultantes. Específicamente, el artículo analiza el papel de factores específicos en la adopción de prácticas agrícolas sostenibles utilizando datos de una encuesta realizada a productores de West Virginia y un modelo de adopción de agricultura sostenible.	Cita estudios previos (Feder y Slade; Feder, Just y Zilberman; Thirtle y Ruttan) que han analizado los procesos de adopción tecnológica a nivel de las explotaciones agrícolas o que han identificado características significativas asociadas con los adoptantes de tecnologías individuales. El artículo agrupa los factores que afectan la adopción tecnológica en cuatro categorías guiadas por la literatura previa: 1. Características de capital humano 2. Características estructurales y financieras 3. Características institucionales 4. Características ambientales	Se utilizaron datos de una encuesta por correo realizada en 1990 a 600 productores agrícolas de West Virginia. Modelo econométrico logit para analizar los factores que afectan la adopción de prácticas agrícolas sostenibles. Se utilizó el método de máxima verosimilitud para estimar los coeficientes del modelo logit. Se reportan el R^2 de McFadden, la prueba de razón de verosimilitud y el porcentaje de predicciones correctas para evaluar el ajuste del modelo.	El productor es un adoptante o un no adoptante de prácticas de agricultura sostenible	1. Características de capital humano: Edad Educación 2. Características estructurales y financieras: Ventas Deudas/activos Empleo Mano de obra 3. Característica institucional: Programas de gobierno 4. Característica ambiental: Agua subterránea

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
	Mutyasira, VineHoag, DanaPendell, Dustin	2018	The adoption of sustainable agricultural practices by smallholder farmers in Ethiopian highlands: An integrative approach	Examinar las relaciones entre las principales construcciones conductuales de la Teoría del Comportamiento Planificado (actitudes, normas subjetivas y control conductual percibido) y las intenciones de los agricultores para implementar SAPs. Evaluar la importancia relativa de las variables socioeconómicas y psicosociales como predictores del número de SAPs adoptadas por los agricultores. Proporcionar información para diseñar instrumentos de política e intervenciones de extensión más efectivos para promover la adopción generalizada de SAPs entre los pequeños agricultores.	Teoría del Comportamiento Planificado la cual postula que la intención de una persona de realizar un determinado comportamiento es el principal predictor de su conducta real. A su vez, esta intención está determinada por tres factores como : 1. Actitud 2. Norma subjetiva 3. Control conductual percibido Teoría de Norma-Valor- Creencia Modelo de Aceptación Tecnológica	1. Modelado de ecuaciones estructurales con mínimos cuadrados parciales. 2. Modelo probit ordenado.	El número de prácticas agrícolas sostenibles (SAPs por sus siglas en inglés) adoptadas por los agricultores. Específicamente	Variables Psicosociales: 1. Actitud hacia las prácticas agrícolas sostenibles (SAPs) 2. Norma subjetiva 3. Control conductual percibido 4. Intención de adoptar SAPs 5. Normas personales

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
Ecuador	Cevallos-Suárez, Marco Polo; Urdaneta, Fátima Jaimes, Edgar Rodríguez-Balza, Mairrett	2020	Transición agroecológica de los sistemas de producción agrícola de la provincia de Imbabura Ecuador.	Analizar el estado de la transición agroecológica de los sistemas de producción en la provincia de Imbabura, Ecuador, centrándose en las dinámicas de cooperación social, manejo de recursos naturales y políticas públicas.	Se basa en el modelo de transición social agroecológica, que considera tres dimensiones: 1. Dinámicas de cooperación social 2. manejo de recursos naturales 3. Políticas públicas para la transformación de los sistemas agrícolas.	Enfoque empírico inductivo basado en la inducción probabilística. El tipo de investigación es analítico, descriptivo y de campo, con un diseño transversal y ex post facto. Se emplea el programa SPSS V21 (IBM, 2020) para realizar los análisis estadísticos.	La transición agroecológica de los sistemas de producción en la provincia de Imbabura, Ecuador, considerando las dinámicas de cooperación social, manejo de recursos naturales y políticas públicas.	1. Las dinámicas de cooperación social (confianza, participación y reciprocidad) 2. Las dinámicas de manejo de recursos naturales (conservación de suelos y agua) 3. Prevención de la erosión y biodiversidad) 4. Las dinámicas de políticas públicas para la transformación de los sistemas agrícolas.
	Diago Soto, Lázara Hernández Morales, María Magdalena Pérez Diago, Yanet	2022	The reconversions agroecológica in the agriculture	demostrar que es pertinente la generalización de lastécnicas agroecológicas para obtener producciones limpias, orgánicas y amigables con el medio ambiente que contribuya a elevar la producción agrícola en Ciego de Ávila y el país.	"El tema de la agroecología tiene una trascendencia importancia y actualidad, ha sido objeto de estudios en el VI congreso del PCC y en sus lineamientos está incluido en la política económica del Partido y la revolución en función del incremento de las producciones agrícolas para resolver el problema de la alimentación de la	métodos del nivel teórico el dialectico materialista; y la revisión de documentos, la encuesta y el procesamiento estadístico de los datos aportados en los talleres de sensibilización, de capacitación y de socialización."	No específicas	No específicas

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
					población. (PCC, 2011)			
	ONUAA	2017	El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos	Analizar las tendencias globales y desafíos que afectarán el futuro de la alimentación y la agricultura en el siglo XXI, con el fin de contribuir a la comprensión común de estos desafíos y movilizar acciones específicas para abordarlos.	1. Marco general de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2. Eventos globales como la Agenda de Acción de Addis Abeba, el Acuerdo de París sobre el cambio climático, la Cumbre Humanitaria Mundial y la Agenda para la Humanidad del secretario general de las Naciones Unidas.	1. Se basa en el análisis de tendencias globales, desafíos y oportunidades relacionadas con la alimentación y la agricultura en el contexto del siglo XXI. 2. Se enfoca en la comprensión de los principales impulsores de cambio y la necesidad de acciones concertadas para abordar los desafíos identificados.	No especifica	No especifica

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
	Fritscher, Magda	1990	Los dilemas de la reconversión agrícola en América Latina.	El objetivo es analizar la modernización agrícola en América Latina, identificando las razones del cambio tecnológico, las políticas y consecuencias de este proceso, así como las posibles regresiones en el modelo productivo.	La investigación se centra en la modernización del agro latinoamericano, destacando la dependencia tecnológica, las políticas de ajuste y austeridad, y los cambios en los mercados de exportación como factores clave en la evolución del sector.	La metodología utilizada en la investigación se basa en un enfoque analítico y descriptivo. Se realiza un análisis detallado de la modernización agrícola en América Latina, centrándose en la dependencia tecnológica, las políticas de ajuste y austeridad, y los cambios en los mercados de exportación. Se examinan casos específicos de países como México, Brasil, Chile y Argentina para identificar los impactos de la modernización en el sector agrícola.	Regresiones en el modelo productivo, impacto en la estructura de cultivos, cambios en la rentabilidad agrícola, desarrollo de la agricultura de pequeños productores.	Modernización del agro latinoamericano, dependencia tecnológica, políticas de ajuste y austeridad, cambios en los mercados de exportación.

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
	Alberto García-Salazar, J. Ramírez-Jaspeado, Rocío	2015	¿Han estimulado el tlcan y procampo la reconversión de la superficie agrícola de México?	Analizar el impacto del Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) en la producción agrícola en México, centrándose específicamente en su influencia en la producción de maíz y en la distribución del ingreso entre los productores beneficiarios del programa.	1. La evaluación de los efectos de las transferencias directas del Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) en la producción agrícola. 2. La distribución del ingreso y la reconversión de la superficie agrícola en México. 3. La teoría económica para validar los coeficientes de las variables independientes y calcular las elasticidades que afectan a la producción de maíz.	Estimación de dos modelos: 1. Uno para la superficie de granos básicos y otro para la superficie de frutas y hortalizas. 2. Se utilizan series de tiempo con datos anuales y nacionales del periodo 1980-2008. 3. Se validan los modelos con la teoría económica y se calculan las elasticidades para cada factor que afecta a la variable dependiente, considerando el impacto de PROCAMPO y del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en la producción agrícola.	Es la superficie cosechada de granos básicos, la cual se utiliza para analizar el impacto del Programa de Apoyos Directos al Campo (PROCAMPO) y otros factores en la producción agrícola en México.	1. El precio de los granos 2. El pago de PROCAMPO 3. El precio de las frutas y hortalizas 4. El precio de la mano de obra 5. El precio de los fertilizantes y la precipitación pluvial.

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
	Ortiz-Paniagua, Carlos Francisco	2017	Agricultura y economía municipal en Michoacán desde una perspectiva de vulnerabilidad	Identificar la vulnerabilidad económico-agrícola a nivel municipal en Michoacán, considerando la especialización agrícola, concentración económica y factores de riesgo como competencia, inestabilidad de precios y cambio tecnológico.		El estudio emplea análisis de componentes principales y regresión para validar los índices de vulnerabilidad y analizar la relación entre especialización y concentración económica municipal.	Índice de Vulnerabilidad de los Productores Agrícolas (IVUPA), Índice de Especialización Agrícola Relativo (ERM), Índice de Concentración Económica Municipal (IHH).	Tecnicidad, Riego, Tracción, Instalaciones, Calidad de la Superficie, Acceso a Financiamiento, entre otras.

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
	Mansilla, A Hernández	2013	Reconversión Agroecológica En La Unidad Básica De Producción Cooperativa "La Estrella". Ciego De Ávila. Cuba. Pasos	Diseñar un sistema de producción sostenible basado en principios agroecológicos con enfoque de género para la Unidad Básica de Producción Cooperativa "La Estrella" en Cuba. El trabajo se enmarca en el proyecto "Articulación Agroecológica, diseño de alternativas sostenibles para la seguridad alimentaria" y se centra en la reconversión de sistemas agrícolas convencionales a modelos productivos que apliquen técnicas agroecológicas. El objetivo principal es facilitar la transición hacia una agricultura más sostenible y resiliente al cambio climático.	1. Teorías de la agroecología y la sustentabilidad agrícola. 2. Referencia a los principios y enfoques de la agroecología como ciencia de la complejidad, que proporciona las bases adecuadas para transformar los sistemas agrícolas hacia modelos más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. 3. Revisiones bibliográficas con Autores como Altieri y Nicholls, Altieri y Gliessman.	1. Diagnóstico de suelo, fitosanidad y subsistemas de producción (vegetal, animal, energético, económico) para determinar el diseño de la reconversión hacia una agricultura sostenible. 2. Se destaca la integración con los productores a través de talleres de socialización y métodos de educación popular para establecer un diálogo efectivo y construir colectivamente el conocimiento agroecológico.	El proceso de reconversión de sistemas agrícolas convencionales hacia modelos agroecológicos y sostenibles.	1. La implementación de medidas y acciones agroecológicas 2. El diseño de reconversión de los sistemas agrícolas 3. La educación e innovación local 4. La integración de principios agroecológicos en la producción agrícola.

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
	Rocha Jesús, Díaz, Griselda MakiAzucena, ClaraSánchez, Rodríguez	2020	Reconversión sustentable de la agricultura : el caso de un municipio de la región sur del estado de Guanajuato	El objetivo es analizar cuantitativamente el programa de reconversión agrícola en Valle de Santiago, evaluando la cantidad de hectáreas sembradas, el impacto económico y social, especialmente en la producción de garbanzo.	El artículo se enfoca en la reconversión agrícola como estrategia para mejorar la productividad en zonas rurales. Se menciona la importancia de factores como el capital humano, la autogestión, la calidad del agroecosistema y la transformabilidad en este proceso.	Se utilizó el cálculo del Índice de Productividad Específico (IPE) en dos escenarios para medir el retorno de la inversión. Se analizó la producción por hectárea sembrada y su valor de mercado a precios constantes, considerando variables como el rendimiento, el precio y el área sembrada.	Índice de Productividad Específico (IPE) para evaluar el rendimiento de los cultivos.	Área sembrada, rendimiento cosechado, precio promedio por tonelada y monto de inversión.

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
	Pham, Huong GiangChuah, Swee HoonFeeny, Simon	2021	Factors affecting the adoption of sustainable agricultural practices: Findings from panel data for Vietnam	Analizar los factores que influyen en la adopción de Prácticas Agrícolas Sostenibles (SAPs) en Vietnam, centrándose en características de la parcela, factores socioeconómicos del hogar, restricciones de recursos y capital social.	1. La teoría de la racionalidad limitada de Simon (1972) y el modelo de aprendizaje de Conley y Udry (2010) respaldan la investigación, considerando que los agricultores toman decisiones de adopción de tecnología de manera satisfactoria en lugar de maximizar beneficios. 2. La teoría de la racionalidad limitada reconoce que los individuos tienen información limitada sobre nuevas técnicas y tecnologías, lo que influye en sus decisiones de adopción. 3. El modelo de aprendizaje destaca la importancia del acceso a la información y el nivel cognitivo de los agricultores en sus decisiones de adopción de prácticas agrícolas sostenibles.	1. Se emplean modelos probit de efectos aleatorios con el enfoque de Mundlak y modelos de probabilidad lineal fija para abordar la correlación entre características no observadas a nivel de parcela y variables explicativas. 2. Se controla la heterogeneidad no observada y se evita el problema de parámetros incidentales al agregar las medias de características variables a nivel de parcela y hogar como variables independientes. 3. Se utilizan modelos probit multivariados con el enfoque de Mundlak para datos de sección cruzada agrupados y se aplican a los datos de cada ola de la encuesta como comprobaciones de robustez.	La adopción de Prácticas Agrícolas Sostenibles (SAPs) por parte de los agricultores vietnamitas.	1. Características de la parcela. 2. Características del hogar. 3. Restricciones de recursos. 4. Capital social.

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
	Singh, Harpreet Sharma, Archita Bhardwaj, Sanjeev K. Arya, Shailendra Kumar Bhardwaj, Neha Khatri, Madhu	2021	Recent advances in the applications of nano-agrochemicals for sustainable agricultural development	El objetivo es explorar el potencial de la nanotecnología en la agricultura sostenible y sus implicaciones en la seguridad alimentaria.	El artículo aborda el uso de nanotecnología en la agricultura sostenible, destacando aplicaciones en tecnologías de almacenamiento y protección de alimentos.	Se emplea un enfoque de revisión crítica para analizar investigaciones previas y tendencias en el uso de nanomateriales en la agricultura y la seguridad alimentaria.	la eficacia de los nanomateriales en la conservación de alimentos	concentración y tipo de nanomateriales utilizados
Malasia	Rathakrishnan, ThanujaSuntharalingamb, ChubashiniShern, Lim YiKeng, Loong ShihYen, Lee HaiKok, Tee KengThanarajoo, Sathis SriBalasundram, Siva K	2022	Adoption of Sustainable Agricultural Practices Among Smallholder Dairy Farmers in Malaysia: Contributing Factors and Smart Farming Prospects	Factores psicosociales que influyen en la intención de los agricultores lecheros en Malasia de adoptar prácticas agrícolas sostenibles (SAP) mediante el uso del Modelo de Ecuaciones Estructurales de Mínimos Cuadrados Parciales (PLS-SEM).	1. Teoría del Comportamiento Planificado (TPB) como el marco teórico principal para identificar los factores que influyen en las prácticas agrícolas de los agricultores lecheros.	Modelo de Ecuaciones Estructurales de Mínimos Cuadrados Parciales (PLS-SEM) para analizar la influencia de los factores psicosociales en las decisiones de adopción de prácticas agrícolas sostenibles por parte de los agricultores lecheros en Malasia.	La intención de los agricultores lecheros en Malasia de adoptar prácticas agrícolas sostenibles (SAP).	1. Los factores psicosociales que incluyen la actitud2. Las creencias3. El conocimiento4. La conciencia percibida por los agricultores lecheros en relación con la adopción de prácticas agrícolas sostenibles.

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
	Sáenz, Santiago Helfgott, Salomón	2009	Evaluación del impacto de la agricultura de conservación en la reconversión agropecuaria sustentable de la región centro-andina colombiana	El objetivo es analizar el impacto de la innovación en la agricultura de conservación en la región centro-andina de Colombia, evaluando sus efectos en diferentes aspectos como recursos humanos, economía, técnicas agrícolas, interacción social y ambiental.	El artículo se enfoca en la agricultura de conservación en la región centro-andina de Colombia, destacando la importancia de la innovación y la investigación participativa en la reconversión agrícola sostenible.	Se realizó una encuesta en Cundinamarca y Boyacá, recopilando información sobre los impactos de la innovación en diversos aspectos. Se utilizó el programa SPSS 13 para el análisis estadístico, aplicando técnicas como análisis de correspondencias para visualizar asociaciones de manera gráfica.	Impacto de la innovación en la capacidad de los recursos humanos, impacto económico, impacto técnico, impacto social, impacto ambiental, impacto organizativo, impacto político e impacto investigativo.	Desarrollo de metodologías novedosas, investigación participativa, prestigio personal o institucional, motivación y satisfacción de los trabajadores, interacción entre agricultores innovadores, comunicación entre trabajadores y directivos, contribuciones de los trabajadores, impacto en comunidades de escasos recursos, participación de la mujer en el proceso.

Matriz de literatura								
País o región	Autor	Año	Título de la obra	Objetivo de la obra	Marco Teórico	Metodología	Variable Y	Variables X
	Sarkar, Apurbo	2021	Structural equation modeling for indicators of sustainable agriculture: Prospective of a developing country's agriculture	El objetivo del artículo es evaluar la sostenibilidad ambiental, económica y social de la agricultura en Bangladesh mediante el uso de un modelo de medición en PLS-SEM.	El marco teórico se basa en la utilización de múltiples variables observadas para capturar los impactos de los indicadores en variables latentes, con un enfoque en la interconexión entre aspectos ambientales, económicos y sociales en la agricultura sostenible.	La metodología del estudio combina enfoques cuantitativos y cualitativos, centrándose principalmente en el modelo PLS-SEM para evaluar las relaciones entre variables latentes en agricultura sostenible.	sostenibilidad ambiental, económica y social de la agricultura en Bangladesh.	indicadores ambientales, económicos y sociales utilizados para medir la sostenibilidad de la agricultura en el contexto de Bangladesh.
	N. Suh, NevilleF. Njimanted, GodfreyThalut, Nashipu	2020	Effect of farmers' management practices on safety and quality standards of cocoa production: A structural equation modeling approach.	Estudiar la actitud general de los agricultores de cacao en la adopción e implementación de prácticas sostenibles de gestión agrícola, con el fin de servir como instrumento de política para eliminar malas prácticas de gestión agrícola y fomentar cambios de comportamiento orientados a resultados.	1. Teoría del Comportamiento Planificado (TPB) de Ajzen (1991)2. Teoría de la Razón de la Acción (Ajzen, 1980)	1. Modelo de ecuaciones estructurales de mínimos cuadrados parciales (PLS-SEM) para medir las interrelaciones entre variables en el modelo conceptualSe emplea un enfoque similar al marco de trabajo SEM utilizado en estudios anteriores, y se utilizan múltiples ítems para construir mediciones más precisas y probar modelos causales lineales y aditivos teóricamente respaldados.	La Calidad y Seguridad de los Granos de Cacao (QSD), que se ve influenciada por las prácticas de gestión de los agricultores y su comportamiento en la producción de cacao.	1. Good Agricultural Practices (GAP)2. Good Post Harvest Management Practices (GPHMP)3. La interacción entre GAP y GPHMP (GAP*GPHMP).

1.4. Encuestas



Encuesta para determinar la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán

Sus respuestas son confidenciales, el estudio se realiza sin fines de lucro y los resultados serán de acceso abierto, las respuestas se utilizarán sólo con fines académicos, sólo se publicarán de manera agregada, los resultados ayudarán al diseño de mejores políticas y programas para el sector.

Instrucciones: Lea la pregunta y marque su respuesta que considere correcta.

Nombre _____

Edad _____ Sexo _____ Hombre _____ Mujer _____

Municipio _____

Ítem Accesibilidad tecnológica

El precio de compra inicial de su maquinaria y/o equipo es razonable.

- 1 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Los costos de mantenimiento y reparación son accesibles.

- 2 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Los costos de energía asociados con uso de maquinaria y equipo son bajos.

- 3 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La tecnología de la maquinaria está fácilmente disponible en mi región.

- 4 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La tecnología está disponible en mi idioma.

- 5
- | | | | |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|
| a) Muy de acuerdo | b) De acuerdo | c) En desacuerdo | d) Muy en desacuerdo |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|

La tecnología maquinaria y equipo es compatible con mi forma de trabajo.

- 6
- | | | | |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|
| a) Muy de acuerdo | b) De acuerdo | c) En desacuerdo | d) Muy en desacuerdo |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|

El diseño de la maquinaria y el equipo son fácil de usar.

- 7
- | | | | |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|
| a) Muy de acuerdo | b) De acuerdo | c) En desacuerdo | d) Muy en desacuerdo |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|

El soporte técnico está fácilmente disponible cuando lo necesito.

- 8
- | | | | |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|
| a) Muy de acuerdo | b) De acuerdo | c) En desacuerdo | d) Muy en desacuerdo |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|

Hay opciones de capacitación personalizada disponibles.

- 9
- | | | | |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|
| a) Muy de acuerdo | b) De acuerdo | c) En desacuerdo | d) Muy en desacuerdo |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|

¿Qué tan a menudo utiliza tecnologías en su vida diaria?

- 10
- | | | | |
|----------|------------------|-------------------|------------|
| a) Nunca | b) Algunas veces | c) Frecuentemente | d) Siempre |
|----------|------------------|-------------------|------------|

¿Cómo calificaría su comprensión de la tecnología?

- 11
- | | | | |
|-----------|---------------|-------------|------------|
| a) Básica | b) Intermedia | c) Avanzada | d) Experto |
|-----------|---------------|-------------|------------|

¿Qué tipo de tecnología utiliza?

- 12
- | | | | |
|------------------------|--------------|---------------------|---------|
| a) Maquinaria y equipo | b) Celulares | c) Riego programado | d) Otro |
|------------------------|--------------|---------------------|---------|

Ítem Características socioeconómicas de los productores

1	Ingreso mensual (en la moneda local):
2	Ingreso familiar total (en la moneda local):
3	Número total de años de escolaridad:
4	Grado máximo de escolaridad alcanzado: a) Primaria b) Secundaría c) Universidad d) Posgrado
5	Tipo de escuela: a) Pública b) Privada c) Mixta d) Otro
6	Edad promedio de los miembros de su hogar:
7	Cantidad de hombres en el hogar
8	Número de mujeres de mujeres en el hogar:
9	Número total de años de experiencia en la agricultura:
10	Tipo de experiencia (agrícola, técnica, administrativa):

11 Área de especialización:

12 Superficie total del área de cultivo (en hectáreas):

13 Número de hectáreas cultivadas:

14 Número de parcelas de cultivo:

Ítem Inversión pública y privada

1 El valor total de la inversión pública o privada en la región es adecuado para sus necesidades de desarrollo.

a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

2 El valor anual de la inversión muestra un crecimiento constante.

a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

3 La inversión pública en la región es eficiente y bien dirigida.

a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

4 La inversión privada está contribuyendo significativamente al desarrollo de la región.

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

¿Hay inversión extranjera para su actividad agrícola?

5

- a) Si b) No

La inversión nacional está fortaleciendo los sectores clave de la economía regional.

6

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La inversión en infraestructura está mejorando la calidad de vida en la región.

7

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La inversión en educación está aumentando las oportunidades para los residentes locales.

8

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La inversión en salud está mejorando el acceso y la calidad de los servicios médicos.

9

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La inversión en seguridad está reduciendo efectivamente la tasa de criminalidad.

10

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Las inversiones están promoviendo el desarrollo económico de manera equilibrada.

11

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

El impacto económico de la inversión es visible en el aumento del empleo y los ingresos.

12

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

El impacto social de la inversión está mejorando el bienestar de la comunidad.

13

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

Ítem Rentabilidad del cultivo

El precio al que normalmente vendo mi producto es justo.

1

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

El precio más alto al que he vendido mi producto es razonable.

2

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

El precio más bajo al que he tenido que vender mi producto es aceptable.

3

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

Los precios de venta de mi producto cambian mucho durante el año.

4

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

El costo de las semillas, fertilizantes y otros materiales que uso es razonable.

5

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

El costo de pagar a los trabajadores es adecuado.

- 6 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

El costo de comprar o mantener la maquinaria que uso es razonable.

- 7 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

El costo de la tierra para cultivar es adecuado.

- 8 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La diferencia entre lo que gasto en producir y lo que gano al vender es suficiente.

- 9 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

El porcentaje de ganancia que obtengo sobre lo que invierto es satisfactorio.

- 10 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Los cambios en el precio de mi producto durante el año son predecibles.

- 11 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Entiendo por qué los precios de mi producto cambian en diferentes épocas del año.

- 12 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

- 13 Es probable que ocurran problemas climáticos que afecten mi cosecha.

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Los problemas climáticos, cuando ocurren, afectan mucho mi producción.

- 14 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La cantidad de producto que obtengo por hectárea es buena.

- 15 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La calidad de mi producto es generalmente alta.

- 16 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Hay suficiente gente interesada en comprar mi producto.

- 17 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La cantidad de producto similar al mío en el mercado es adecuada.

- 18 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Los caminos, bodegas y mercados que uso para mi negocio son buenos.

- 19 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La tecnología que uso en mi producción es moderna y útil.

- 20 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La forma en que manejo mi negocio agrícola es eficiente.

- 21
- | | | | |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|
| a) Muy de acuerdo | b) De acuerdo | c) En desacuerdo | d) Muy en desacuerdo |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|

Ítem Prácticas agrícolas sostenibles

Nuestra huerta utiliza agua de manera eficiente.

- 1
- | | | | |
|----------|------------------|-------------------|------------|
| a) Nunca | b) Algunas veces | c) Frecuentemente | d) Siempre |
|----------|------------------|-------------------|------------|

Implementamos técnicas para reducir el desperdicio de agua.

- 2
- | | | | |
|----------|------------------|-------------------|------------|
| a) Nunca | b) Algunas veces | c) Frecuentemente | d) Siempre |
|----------|------------------|-------------------|------------|

Usamos pesticidas y fertilizantes de manera responsable para minimizar su impacto ambiental.

- 3
- | | | | |
|----------|------------------|-------------------|------------|
| a) Nunca | b) Algunas veces | c) Frecuentemente | d) Siempre |
|----------|------------------|-------------------|------------|

Conocemos los efectos ambientales de los pesticidas y fertilizantes que usamos.

- 4
- | | | | |
|----------|------------------|-------------------|------------|
| a) Nunca | b) Algunas veces | c) Frecuentemente | d) Siempre |
|----------|------------------|-------------------|------------|

Tomamos medidas efectivas para prevenir la erosión del suelo.

- 5
- | | | | |
|----------|------------------|-------------------|------------|
| a) Nunca | b) Algunas veces | c) Frecuentemente | d) Siempre |
|----------|------------------|-------------------|------------|

Monitoreamos regularmente la salud del suelo para evitar su degradación.

- 6
- | | | | |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|
| a) Muy de acuerdo | b) De acuerdo | c) En desacuerdo | d) Muy en desacuerdo |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|

Nuestra huerta apoya la biodiversidad, incluyendo plantas y animales nativos.

- 7
- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

Cultivamos una variedad de cultivos para reducir riesgos económicos.

- 8
- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

La diversificación de cultivos es una parte clave de nuestra estrategia económica.

- 9
- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

Ofrecemos igualdad de oportunidades para hombres y mujeres en el ámbito agrícola.

- 10
- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

Fomentamos la participación equitativa de mujeres y hombres en la toma de decisiones.

- 11
- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

Proporcionamos formación y recursos educativos a nuestros agricultores.

- 12
- | | | | |
|----------|---------------------|-------------------|------------|
| a) Nunca | b) Algunas
veces | c) Frecuentemente | d) Siempre |
|----------|---------------------|-------------------|------------|

Realizamos pruebas para asegurar la calidad y seguridad de nuestros alimentos.

- 13
- | | | | |
|----------|---------------------|-------------------|------------|
| a) Nunca | b) Algunas
veces | c) Frecuentemente | d) Siempre |
|----------|---------------------|-------------------|------------|

- 14
- Cultivamos una amplia variedad de alimentos para asegurar una dieta equilibrada.

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La mayoría de nuestros cultivos se producen sin el uso de pesticidas y fertilizantes químicos.

15

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Promovemos la agricultura orgánica para proteger la salud de los consumidores.

16

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Los alimentos saludables son accesibles para la comunidad local.

17

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Mantenemos y utilizamos técnicas agrícolas tradicionales en nuestra finca.

18

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Las prácticas agrícolas tradicionales son una parte importante de nuestro enfoque.

19

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Integramos conocimientos y prácticas culturales en nuestra agricultura moderna.

20

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

21

Promovemos el reconocimiento de prácticas culturales agrícolas en nuestra comunidad.

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

Ítem Disponibilidad de recursos hídricos

La precipitación anual en nuestra región es suficiente para nuestras necesidades de agua.

1

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

El caudal de ríos y arroyos es adecuado para abastecer nuestras demandas de agua.

2

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

Los niveles de agua en los acuíferos son estables y suficientes para el uso agrícola.

3

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

La capacidad de almacenamiento de nuestras presas y reservorios es adecuada para gestionar el suministro de agua.

4

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

La variabilidad estacional en el suministro de agua no afecta significativamente nuestra gestión del agua.

5

- | | | | |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|
| a) Muy de
acuerdo | b) De acuerdo | c) En
desacuerdo | d) Muy en
desacuerdo |
|----------------------|---------------|---------------------|-------------------------|

6 El pH del agua en nuestra región es adecuado para el cultivo de nuestros productos.

- a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La conductividad eléctrica del agua es apropiada para el riego de nuestros cultivos.

- 7 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Las concentraciones de nitratos y fosfatos en el agua son seguras para la salud de los cultivos.

- 8 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

El agua utilizada no presenta niveles preocupantes de contaminantes químicos como pesticidas o metales pesados.

- 9 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La turbidez del agua es baja y no afecta negativamente a la calidad del agua para riego.

- 10 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Nuestras técnicas de riego son altamente eficientes en el uso del agua.

- 11 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

La productividad del agua en términos de kg de cultivo por m³ de agua es alta.

- 12 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

- 13 Las pérdidas de agua por evaporación y filtración son mínimas.

a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Una gran proporción de nuestra área cultivada utiliza tecnologías de ahorro de agua.

14 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Reutilizamos una cantidad significativa de aguas residuales tratadas en nuestra operación.

15 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Contamos con planes de gestión hídrica bien definidos y efectivos.

16 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo

Existen suficientes asociaciones de usuarios de agua que facilitan la gestión y el uso compartido del recurso.

17 a) Muy de b) De acuerdo c) En d) Muy en
acuerdo desacuerdo desacuerdo



Encuesta para determinar la seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán

Sus respuestas son confidenciales, el estudio se realiza sin fines de lucro y los resultados serán de acceso abierto, las respuestas se utilizarán sólo con fines académicos, sólo se publicarán de manera agregada, los resultados ayudarán al diseño de mejores políticas y programas para el sector.

Instrucciones: Lea la pregunta y marque su respuesta que considere correcta.

Nombre _____

Edad _____

Sexo

Hombre

Mujer

Municipio _____

Ítem Disponibilidad de alimentos

¿Cuál es su nivel de producción de granos básicos?				
1	a) Muy bajo	b) Bajo	c) Alto	d) Muy alto
¿Cuál es su nivel de producción de hortalizas?				
2	a) Muy bajo	b) Bajo	c) Alto	d) Muy alto
¿Qué capacidad de almacenamiento tiene?				
3	a) Muy bajo	b) Bajo	c) Alto	d) Muy alto
¿Cómo considera su rendimiento por hectárea?				
4	a) Muy bajo	b) Bajo	c) Alto	d) Muy alto
¿Qué porcentaje de pérdidas post-cosecha tiene?				
5	a) menos al 10%	b) de 25 a 40%	c) de 40 a 25%	d) mayor al 40%

Ítem Acceso a alimentos

Su ingreso familiar mensual es:

- 1 a) menor a b) de \$5,000 a c) de \$10,000 a d) mayor a
\$5,000 10,000 \$15,000 \$15,000

El costo mensual de su alimentación representa de su ingreso:

- 2 a) menor a b) de 20 a 50% c) de 50 a 80% d) mayor a
20% 80%

La distancia al mercado más cercano es:

- 3 a) menor a 5 b) de 5 a 10 km c) de 10 a 15 km d) mayor a 15
km km

La disponibilidad de transporte es:

- 4 a) Muy mala b) Mala c) Buena d) Muy buena

¿Con qué frecuencia compra alimentos?

- 5 a) Diaria b) Semanal c) Quincenal d) Mensual

Ítem Estabilidad alimentaria

¿Cuántos meses puede mantener reservas alimentarias?

- 1 a) menor a 1 b) entre 1 y 2 c) entre 2 y 4 d) mayor a 4
mes meses meses meses

La variación de precios en el año es:

- 2 a) menor a b) entre 20 a c) entre 30 a 40% d) mayor a
20% 30% 40%

- 3 ¿Cuántos tipos diferentes de cultivos produce?

- a) menor a 2 b) entre 3 y 5 c) entre 5 y 7 d) mayor a 7

Su acceso a riego es:

4

- a) Nulo b) Temporal c) Parcialmente d) Permanente

Ítem Utilización de alimentos

¿Cuántos grupos de alimentos consume regularmente?

1

- a) menor a 2 b) entre 2 y 5 c) entre 5 y 8 d) mayor a 8

La calidad nutricional de su dieta es:

2

- a) muy mala b) mala c) buena d) muy buena

Su acceso a agua potable es:

3

- a) Nulo b) Regular c) Bueno d) Permanente

Sus condiciones de almacenamiento son:

4

- a) muy mala b) mala c) buena d) muy buena

Sus conocimientos sobre nutrición son:

5

- a) Nulos b) Básicos c) Buenos d) Excelentes

María Edith Chávez González

Reconversión agrícola y seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.pdf

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:595047175

Fecha de entrega

27 may 2026, 12:03 p.m. GMT-6

Fecha de descarga

27 may 2026, 12:31 p.m. GMT-6

Nombre del archivo

Reconversión agrícola y seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México.pdf

Tamaño del archivo

3.6 MB

290 páginas

75.228 palabras

468.762 caracteres

16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 15%  Fuentes de Internet
- 10%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
35 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
1432 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión

Programa educativo	Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional	
Título del trabajo	Reconversión agrícola y seguridad alimentaria en la región de Cuitzeo, Michoacán, México	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	M.C. María Edith Chávez González	maria.chavez@umich.mx
Director	Dr. Carlos Francisco Ortiz Paniagua	carlos.ortiz@umich.mx
Codirector		
Coordinador del programa	Dr. Antonio Favila Tello	Antonio.favila@umich.mx

Uso de Inteligencia Artificial

Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	si	Apoyo para sugerencias en la mejora de la fluidez y refinamiento.

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	no	
Traducción a otra lengua	si	Auxiliar en traducción de artículos.
Revisión y corrección de estilo	no	
Análisis de datos	si	Se utilizó la IA de manera auxiliar y complementaria, ya que como autora interprete y realicé el análisis crítico de documento.
Búsqueda y organización de información	si	Herramienta para localizar publicaciones relacionadas con el tema de la tesis.
Formateo de las referencias bibliográficas	no	
Generación de contenido multimedia	no	
Otro	no	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	
Lugar y fecha	Morelia, Michoacán a 26 de mayo de 2026

Apoyo para el desarrollo de la tesis y el aprendizaje