



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Facultad de Economía

TESIS

“Análisis económico y social de la producción de hongos comestibles como estrategia de adaptación al cambio climático: Caso Grupo Manos Mágicas”

para obtener el título de:

Maestro en Economía Ambiental y Ecológica

Presenta:

Christian Cancela Nava

Directora:

Dra. Ana Cecilia Travieso Bello

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación se desarrolló en el marco del “*Proyecto para la construcción de resiliencia climática en sistemas urbanos a través de la Adaptación basada en Ecosistemas en América Latina y el Caribe*” financiado por el PNUMA. Agradezco las facilidades otorgadas al responsable del Proyecto, Mtro. Sergio Alfredo Angón Rodríguez, así como la colaboración de las socias del Grupo Manos Mágicas Sociedad Cooperativa de R.L. para la realización de esta tesis y expreso mi profunda admiración y respeto a su labor.

Reconozco a la Universidad Veracruzana por ofertar programas educativos que desde una perspectiva interdisciplinaria respondan a la actual crisis medioambiental. Agradezco el financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para la realización de mis estudios de posgrado. Agradezco al Dr. Daniel Revollo Fernández, adscrito al Departamento de Economía de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), por brindarme las bases para la elaboración del Análisis Costo Beneficio Económico.

Agradezco al Ing. Víctor Manuel Palacios Pérez, representante de Fungitec y Hongos Xalapeños S.A., por la información proporcionada respecto a la producción y comercialización de hongos comestibles. De igual forma, agradezco las facilidades brindadas al Grupo Agroecológico SENDAS A.C. para la participación en los talleres de producción de hongos. Agradezco la orientación del Dr. Enrique Hipólito Romero, quien contribuyó a darle congruencia a la investigación. Mención especial requiere el apoyo proporcionado por la Dra. María Isabel Hernández Sánchez, quien resultó fundamental para el diseño de los instrumentos de recolección de información y una excelente guía en el proceso de investigación. Esta tesis de grado habría sido imposible sin el apoyo de la Dra. Ana Cecilia Travieso Bello, a quien agradezco su constancia como tutora académica y su clara visión del rumbo de la investigación; su labor como mentora perdurará en mi formación como investigador. Finalmente, agradezco a mi familia, sin la cual el logro de esta meta personal no se habría concretado.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	2
INTRODUCCIÓN	9
1. CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1 Antecedentes	11
1.2 Descripción del problema.....	12
1.3 Caso de estudio	17
1.4 Objetivos de investigación.....	18
1.5 Justificación.....	18
1.6 Pregunta de investigación	19
1.7 Hipótesis	19
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 Cambio climático y estrategias para enfrentarlo	20
2.1.1 Cambio climático: causas, consecuencias y proyecciones del fenómeno	20
2.1.2 Estrategias y esfuerzos para enfrentar el cambio climático: mitigación y adaptación.....	22
2.1.3 Adaptación basada en Ecosistemas (AbE).....	23
2.1.4 AbE en el bosque mesófilo de montaña	25
2.1.5 Adaptación basada en Comunidades: Complemento a las AbE	27

2.2	Producción de hongos comestibles como AbE	28
2.2.1	Características de la estrategia AbE de producción de hongos comestibles	28
2.2.2	Proceso productivo de hongos comestibles en ambientes controlados 30	
2.2.3	Situación del mercado de los hongos comestibles en México	33
2.2.4	Producción de hongos comestibles y autoconsumo	34
2.3	Valoración económica de las estrategias de adaptación al cambio climático.....	36
2.3.1	Métodos de valoración económica de las estrategias de adaptación	36
2.3.2	Consideraciones especiales de la valoración económica: Sustento económico, externalidades y tasa de descuento.....	39
2.3.3	Alcances y limitaciones de la valoración económica	42
2.3.4	Análisis Costo Beneficio Económico como método de valoración económica de las estrategias de adaptación	43
2.4	Valoración social de las estrategias de adaptación.....	45
2.4.1	Métodos de valoración social de las estrategias.....	46
2.4.2	Alcances y limitaciones de la valoración social	49
3.	CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	51
3.1	Técnicas de recolección de información	51
3.2	Análisis de diamante como herramienta de diagnóstico para la implementación de la estrategia AbE	52

3.3	Valoración económica por medio del Análisis Costo Beneficio Económico .	53
3.3	Análisis de los costos y beneficios no monetarios de la AbE	57
4.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
4.1	Diagnóstico integral del Grupo Manos Mágicas para la implementación de la estrategia AbE de producción de hongos comestibles	59
4.1.1	Caracterización de la producción de hongos comestibles como estrategia AbE.....	59
4.1.2	Caracterización del Grupo Manos Mágicas como actor de la estrategia AbE	62
4.1.3	Diagnóstico del Grupo Manos Mágicas para la implementación de la estrategia AbE.....	66
4.2	Valoración económica de la producción de hongos comestibles como estrategia AbE	70
4.2.1	Descripción de la intervención de producción de hongos comestibles como estrategia AbE	71
4.2.2	Diseño de los escenarios para la evaluación.....	71
4.2.3	Costos y beneficios asociados a cada proceso productivo.....	75
4.2.4	Cuantificación física y monetaria de los escenarios	78
4.2.5	Proyecciones de los escenarios	82
4.2.6	Flujos operativos e indicadores de rentabilidad	83
4.2.7	Análisis de sensibilidad.....	85

4.3	Costos y beneficios no monetarios de la implementación de la producción de hongos comestibles como estrategia AbE	91
4.3.1	Costos no monetarios de la estrategia AbE.....	92
4.3.2	Beneficios no monetarios de la estrategia AbE	92
5.	CONCLUSIONES	102
	REFERENCIAS.....	104
	ANEXOS	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre los tipos de Análisis Costo Beneficio.....	38
Tabla 2. Indicadores de Rentabilidad del Análisis Costo Beneficio	44
Tabla 3. Simbología para la elaboración de diagramas de flujo	55
Tabla 4. Aplicación de los criterios FEBA para caracterizar la estrategia de adaptación de estudio	60
Tabla 5. Costos y beneficios de la producción actual del Grupo Manos Mágicas .	75
Tabla 6. Costos y beneficios de la estrategia de adaptación de producción de hongos setas	76
Tabla 7. Costos y beneficios de la estrategia de adaptación de producción de hongos shiitakes.....	77
Tabla 8. Componentes para la construcción de un módulo de hongos comestibles	79
Tabla 9. Indicadores de rentabilidad de los escenarios del Análisis Costo Beneficio	84
Tabla 10. Análisis de costos de los proyectos.....	86
Tabla 11. Indicadores de Rentabilidad del análisis de sensibilidad 1	87
Tabla 12. Indicadores de Rentabilidad del análisis de sensibilidad 2.....	89
Tabla 13. Comparación de los beneficios no monetarios hallados en investigaciones análogas	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema metodológico para el diagnóstico del Grupo para la implementación de la estrategia de adaptación	53
Figura 2. Esquema metodológico para la valoración económica de la medida de adaptación.....	56
Figura 3. Esquema metodológico para el análisis de los costos y beneficios no monetarios.....	58
Figura 4. Diagnóstico de diamante Porter (1990) del Grupo para la implementación de la estrategia de adaptación	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de flujo de la producción actual del Grupo.....	121
Anexo 2. Diagrama de flujo de producción de hongos setas	122
Anexo 3. Diagrama de flujo de producción de hongo shiitake.....	123

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un fenómeno medioambiental con repercusiones globales (Olivier *et al.*, 2012). Para enfrentar sus efectos existen dos tipos de estrategias: mitigación y adaptación (IPCC, 2014). El Acuerdo de París (2015) señaló la insuficiencia de los compromisos en materia de mitigación de los países firmantes y la necesidad de intensificar las acciones de adaptación (CMNUCC, 2015). En el marco de la 13ª Conferencia de las Partes (COP) del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) se precisó la importancia de fortalecer la adaptación desde el enfoque de los ecosistemas (Consejo Europeo, 2018).

La presente investigación se enfoca en una estrategia de Adaptación basada en Ecosistemas (AbE). Este tipo de medidas aprovechan los servicios ecosistémicos para reducir la vulnerabilidad de las comunidades y los individuos (CDB, 2009) y pueden aplicarse en cualquier ecosistema. En este estudio de caso la AbE se aplica al Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) aledaño a Xalapa-Tlalnelhuayocan.

Por su parte, FEBA (2017) considera que una de las características que cumplen las estrategias AbE exitosas es la rentabilidad en su relación costo-beneficio. Aunque existen importantes estudios de valoración económica de este tipo de estrategias tales como: Aguirre *et al.* (2012), Vignola *et al.* (2015) y Expósito-Miranda (2017); no son suficientes para comprender la dinámica de las AbE.

Esta investigación se desarrolla en el marco del trabajo de tesis para obtener el grado de Maestro en Economía Ambiental y Ecológica. Analiza desde la perspectiva económica y social la producción de hongos comestibles como estrategia AbE. Su importancia radica en que permite entender la relación costo-beneficio de la implementación de la estrategia en una comunidad agrícola de la localidad de Otilpan, municipio de San Andrés Tlalnelhuayocan, en el Estado de Veracruz, México.

Este trabajo se vincula con dos sectores: el institucional y el productivo. Con el sector institucional porque se desarrolló en el marco de un proyecto implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con la

finalidad de realizar la valoración socioeconómica de una intervención que se implementará en una comunidad agrícola. La vinculación con el sector productivo surge del caso de estudio mismo, pues se analiza al Grupo Manos Mágicas, una sociedad mercantil que se dedica a la producción de maíz criollo y a su transformación en derivados.

El documento se compone de cinco apartados. En el primero, se plantea la problemática de estudio, contextualizando el fenómeno desde el contexto mundial hasta sus repercusiones locales. A continuación se integra el marco teórico que brinda las bases de la investigación. En el tercer apartado, se detallan los materiales y métodos empleados. Posteriormente se presentan los resultados, los cuales son contrastados con investigaciones previas y se elaboran las recomendaciones pertinentes. Por último, se presentan las conclusiones, donde se resaltan los principales hallazgos y aportes del estudio, así como los nichos de oportunidad que podrían ser abordados en investigaciones posteriores.

1. CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el presente apartado se desarrolla el planteamiento del problema mediante seis subtemas: antecedentes, descripción del problema, caso de estudio, objetivos de investigación, justificación del problema y pregunta de investigación.

1.1 Antecedentes

En el marco de los esfuerzos realizados por el municipio de Xalapa, para mitigar y adaptarse a los efectos adversos del cambio climático, en 2015 fue seleccionado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) para participar en el *“Proyecto construcción de resiliencia climática en sistemas urbanos a través de la Adaptación basada en Ecosistemas en América Latina y el Caribe”*. Para dicho proyecto se seleccionaron tres ciudades de la región América Latina y el Caribe, siendo estas: San Salvador, de la República del Salvador; Kingston en Jamaica y Xalapa en México (PNUMA, 2018).

El proceso de selección implicó cumplir con una serie de requisitos tales como: 1) las ciudades seleccionadas debían de tener un tamaño entre 500, 000 y 2 millones de habitantes, (Xalapa contaba con cerca de 700, 000 habitantes aproximadamente para el 2015), 2) vulnerabilidad al cambio climático de las comunidades locales, 3) amenazas del cambio climático en la ciudad, 4) posibilidad de intervenciones dentro de la ciudad, 5) disposición de las autoridades locales, 6) crecimiento poblacional, 7) presencia de comunidades urbanas en condiciones de pobreza, 8) influencia de la ciudad en la región (lo que permitiría la replicabilidad de las intervenciones) y 9) garantía de inversiones en infraestructura para reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático, al menos por \$750, 000 dólares americanos (PNUMA, 2018).

Con respecto al criterio 9, Xalapa cumplió mediante el *“Proyecto de reducción de vulnerabilidad por gestión de aguas pluviales en la cuenca del río Carneros: Proyecto Fernando Gutiérrez Barrios”*. Este proyecto se realizó con la colaboración del municipio de Xalapa, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el

Gobierno del Estado de Veracruz, en el periodo 2015 – 2017. El costo total aproximado fue de \$41, 000,000 pesos, beneficiando a las colonias: Luz del Barrio, Unidad y Progreso, Monte Video, Desarrollo Social San Bruno, 24 de Abril y de forma indirecta al municipio de San Andrés Tlalnahuayocan. La población beneficiada fue de 30,000 habitantes aproximadamente, con un área drenada de 2.23 km² y un gasto de diseño 13.8 m³/segundo (PNUMA, 2018).

En 2019, en el marco del Proyecto del PNUMA se llevó a cabo el estudio de vulnerabilidad al cambio climático de la región Xalapa-San Andrés Tlalnahuayocan. Dicho estudio documentó la necesidad de llevar a cabo estrategias de adaptación en la zona, con la finalidad de reducir los potenciales embates del cambio climático, entre los que se encuentran: incremento de riesgos de derrumbes, deslizamientos y deslaves, erosión, inundaciones, así como de la frecuencia e intensidad de las sequías. Además, el estudio de vulnerabilidad reconoce los principales servicios ecosistémicos del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), ecosistema presentes en la región: 1) provisión superficial del agua, 2) retención de sedimentos, 3) almacenamiento de carbono y 4) paisaje (ONU-PNUMA, 2019)

La aplicación de los fondos otorgados por el PNUMA a la zona Xalapa-Tlalnahuayocan para el proyecto de AbE, considera varias intervenciones; la que es objeto de estudio del presente trabajo tiene como finalidad el desarrollo de mejores prácticas productivas que reduzcan el impacto negativo sobre el BMM del centro de Veracruz. La estrategia consiste en la producción de hongos comestibles por parte de productores de la zona (PNUMA, 2018).

1.2 Descripción del problema

En el último siglo el crecimiento demográfico y de la actividad económica han derivado en el deterioro ambiental de los ecosistemas, lo que genera problemas ambientales de magnitudes globales, como es el caso del cambio climático (PNUMA, 2019). Este fenómeno se define como la variabilidad del clima durante un periodo prolongado, derivado de causas naturales y las atribuidas a

factores antrópicos (IPCC, 2007; 2014). A nivel global las repercusiones del cambio climático son visibles: fundición de los casquetes polares, elevación del nivel del mar, presencia de fenómenos meteorológicos extremos e inundaciones, cada vez más frecuentes, en las zonas costeras (PNUMA, 2019).

Entre 1980 y 2011 las inundaciones provocadas por el cambio climático afectaron a más de 5.5 millones de personas y causaron pérdidas económicas directas por más de 90 000 millones de euros (IPCC, 2014). Lo que provocó desplazamientos poblacionales a causa de los daños sufridos en las propiedades y la infraestructura de las zonas afectadas (PNUMA, 2019). Los sectores de la economía que se ven más afectados por las variaciones climáticas son aquellos que dependen en gran medida de la temperatura, como son la agricultura, la silvicultura y el turismo (IPCC, 2007). Ambientalmente el cambio climático ha generado repercusiones no sólo para los seres humanos sino también para varias especies terrestres, marinas y de agua dulce, las cuales se han trasladado a otros hábitats. Algunas especies de plantas y animales estarán aún más expuestas al riesgo de extinción si las temperaturas medias globales continúan incrementando (PNUMA, 2019).

Latinoamérica y el Caribe no escaparía de las repercusiones del cambio climático (IPCC, 2007). Esta región, es una de las más ricas y variadas del planeta, es megadiversa y posee un inmenso mosaico cultural (PNUD-SEMARNAT, 2013; PNUMA, 2019). En la última década, los efectos del cambio climático han estado presentes en la región con eventos climáticos extremos y pérdida de biodiversidad (PNUD-SEMARNAT, 2009). Aunado a lo anterior, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) ha generado escenarios proyectados para la región en los que se muestran las posibles repercusiones que traería aparejado el cambio climático, tales como: temperaturas máximas más elevadas, más días calurosos y oleadas de calor en casi todas las zonas terrestres, temperaturas mínimas más elevadas y menos días fríos, días de heladas y días de frío en casi todas las zonas terrestres, precipitaciones más

intensas, intensificación de las sequías e inundaciones asociadas con El Niño (PNUMA, 2019).

Los efectos proyectados para América Latina y el Caribe son diversos, destacan a nivel social: incidencia de defunciones, graves enfermedades en personas de la tercera edad y en población rural pobre, daños en los cimientos de los edificios provocados por la contracción del suelo, riesgo de epidemia de enfermedades infecciosas, entre otras (PNUD-SEMARNAT, 2013; CEPAL, 2019; PNUMA, 2019). A nivel ambiental se pueden mencionar: daños en los ecosistemas costeros, aumento en la incidencia de incendios forestales, estrés térmico en el ganado y en la flora y fauna silvestre (CEPAL, 2019). En la esfera económica se identifican consecuencias como las siguientes: presión sobre los sistemas públicos y privados de socorro en caso de desastre y de seguro frente a inundaciones, pérdida de bienes materiales e infraestructura y reducción de la productividad agrícola y de los pastizales en las regiones expuestas a la sequía y las inundaciones (PNUMA, 2019).

México no escapa de los embates del cambio climático, los cuales se han agudizado en los últimos cincuenta años, mostrando señales como el aumento de la desertificación y de extremos de la temperatura, cambios en los patrones de precipitaciones, adelanto de las épocas de calor, pérdida de los bosques y aparición de enfermedades (SEMARNAT-PNUMA, 2006; SEMARNAT-INECC, 2012). La entidad federativa de Veracruz por su ubicación geográfica se muestra especialmente vulnerable al cambio climático. Los escenarios proyectados muestran repercusiones tales como: sequías, lluvias e inundaciones derivadas de fenómenos hidrometeorológicos extremos, aumento en el nivel del mar y afectaciones en la agricultura y en la salud humana (Martínez y Fernández, 2004; Gobierno del Estado de Veracruz, 2013; SEDEMA-SEMARNAT, 2018).

A nivel local y como respuesta a los efectos del cambio climático, el H. Ayuntamiento del Municipio de Xalapa en conjunto con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) desarrollaron el Plan de Acción Xalapa Sostenible en el 2014, el cual reconoce como efectos adversos derivados del cambio climático en el

municipio: elevación de la temperatura, alteración en el régimen de precipitación (intensificación de la actividad ciclónica en la región del Golfo), inundaciones, alteración de los ecosistemas y mayor deterioro de la biodiversidad del municipio y la zona aledaña (H. Ayuntamiento del Municipio de Xalapa- BID, 2014). En el caso del municipio de San Andrés Tlalnelhuayocan, se documentó su vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos con posibles riesgos tales como: derrumbes, deslizamientos y deslaves, inundaciones, erosión del suelo y sequías (ONU-PNUMA, 2019).

Como medidas para enfrentar los embates del cambio climático existen dos tipos de estrategias: la mitigación y la adaptación (INECC, 2018). La mitigación está encaminada a reducir y limitar la emisión de gases de efecto invernadero y las medidas de adaptación buscan disminuir la vulnerabilidad de las personas ante los efectos del cambio climático (IPCC, 2007; 2014). Como parte de las medidas de adaptación se encuentra la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE), que implica utilizar la biodiversidad, los procesos ecológicos y los servicios de los ecosistemas como parte de una estrategia de adaptación que permita a las personas adaptarse a los efectos del cambio climático (CDB: 2009, 2011).

La AbE integra diversos enfoques como el manejo sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas para proporcionar servicios que permitan a los individuos adaptarse a los efectos adversos del cambio climático (UICN, 2012; Olivier *et al.*, 2012). Tiene como objetivo aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y las comunidades (UICN, 2012). Estas estrategias son accesibles a las poblaciones rurales y urbanas pobres, dada su interacción y dependencia de los ecosistemas. El enfoque AbE es holístico y puede integrarse con estrategias de mitigación (como la capacidad de los bosques saludables para el secuestro de carbono) u otras estrategias de adaptación, por ejemplo, la adaptación basada en comunidades (UICN, 2012; Andrade y Vides, 2014).

El estudio se desarrolla en la zona comprendida por los municipios de Xalapa y San Andrés Tlalnelhuayocan, delimitación territorial y geográfica que por sus

características ambientales permite la instrumentación de estrategias AbE para enfrentar al cambio climático (PNUMA, 2018; ONU-PNUMA, 2019). Esta estrategia tiene como objetivo el manejo integral del ecosistema con mayor presencia en el área de estudio; esto es el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) o Bosque de Niebla (H. Ayuntamiento del Municipio de Xalapa, 2014; PNUMA, 2018; ONU-PNUMA, 2019).

El bosque de niebla del centro de Veracruz es un ecosistema de gran valor por los servicios ecosistémicos que presta, destacan su contribución a la estabilidad del escurrimiento superficial, favoreciendo la infiltración del agua, biodiversidad, almacenamiento de carbono, aprovisionamiento de comunidades agrícolas y regulación del clima (Rzedowski, 1990; Gual y Rendón, 2014; ONU-PNUMA, 2019).

A pesar de los servicios ecosistémicos que presta el BMM es uno de los ecosistemas más amenazados de México y del estado de Veracruz (Rzedowski, 1990; Gual y Rendón, 2014). La deforestación y el reemplazo por tierras agrícolas y ganaderas son las principales causas de su destrucción (Muñoz-Villers *et al.*, 2015). Las estrategias de AbE ponen en manifiesto los cobeneficios para los pequeños agricultores derivados de la conservación de los ecosistemas (Vignola *et al.*, 2015). Con la finalidad de evitar las amenazas antrópicas que degradan el BMM y potencializar los cobeneficios derivados de su conservación; el PNUMA y los Ayuntamientos de Xalapa y San Andrés Tlalnahuayocan han desarrollado un conjunto de intervenciones encaminadas a implementar estrategias AbE de mejora de prácticas agrícolas en comunidades de la región (PNUMA, 2018; ONU-PNUMA, 2019).

La investigación se centra en el estudio de caso del Grupo Manos Mágicas, un colectivo integrado por mujeres campesinas, que desarrollan sus labores en la localidad de Otilpan en el municipio de Tlalnahuayocan. El grupo se dedica principalmente al cultivo de maíz criollo, el cual transforman para comercializarlo como alimentos derivados de la milpa. Para cumplir con el objetivo de la estrategia AbE, el manejo integral del BMM, se propone dotar al Grupo de una actividad

productiva adicional: la producción de hongos comestibles en ambiente controlado, particularmente las especies de hongos setas y shiitakes (PNUMA, 2018).

La producción de hongos comestibles dotaría al colectivo de un aumento en la seguridad alimentaria al obtener un producto comestible de alta calidad alimenticia (Gaitán-Hernández *et al.*, 2006). Aunado a lo anterior, la estrategia AbE permitiría diversificar y aumentar las fuentes de ingresos, aprovechar el conocimiento local y tradicional de la organización (Vignola *et al.*, 2015). Por lo que al aumentar el bienestar del colectivo estudiado y hacer patentes los cobeneficios del manejo integral del BMM de la región se pretende reducir los factores que ponen en riesgo dicho ecosistema y con ello preservar los servicios ambientales que permitirán a las comunidades adaptarse a los efectos adversos del cambio climático (Ayers *et al.*, 2012; Diesner, 2013; PNUMA, 2018).

1.3 Caso de estudio

La presente investigación estudia el caso del Grupo Manos Mágicas constituido bajo la figura legal de Sociedad Cooperativa de Responsabilidad Limitada. Se encuentra ubicado en la localidad de Otilpan en el municipio de San Andrés Tlalnelhuayocan. Se conforma por dieciséis mujeres campesinas, que cultivan maíz criollo, frijol, haba, entre otros; con los cuales producen tortillas, gorditas y tlacoyos; los cuales comercializan.

El Grupo Manos Mágicas fue seleccionado para participar en el “*Proyecto Construcción de Resiliencia Climática en sistemas urbanos a través de la Adaptación Basada en Ecosistemas en América Latina y el Caribe*”. Forma parte de la intervención de producción de hongos comestibles como estrategia AbE de mejoras de prácticas agrícolas.

Aunado a lo anterior, el grupo presenta importantes características que promueven el interés de su estudio, entre las que encontramos: 1) es un grupo formado exclusivamente por mujeres, 2) desarrollan actividad agrícola (principalmente el cultivo del maíz criollo), 3) añaden valor a su producción agrícola, 4) nivel de

organización y 5) comercializan su producción a través del Grupo Agroecológico Sendas A.C., lo que implica acceso a mercado para su comercialización.

1.4 Objetivos de investigación

Objetivo General:

Analizar desde la perspectiva económica y social la producción de hongos comestibles del Grupo Manos Mágicas, como estrategia de adaptación al cambio climático.

Objetivos específicos:

- Diagnosticar la capacidad del Grupo Manos Mágicas para la implementación de la estrategia AbE de producción de hongos comestibles.
- Valorar desde la perspectiva económica la producción de hongos comestibles como estrategia de adaptación al cambio climático.
- Analizar los costos y beneficios sociales de la producción de hongos comestibles como estrategia de adaptación al cambio climático.

1.5 Justificación

El desarrollo de la presente investigación aporta conocimiento en los niveles práctico y teórico. En el nivel práctico la investigación contribuirá a determinar si la producción de hongos comestibles del Grupo Manos Mágicas como estrategia de adaptación al cambio climático es rentable desde una perspectiva económica y social. En el nivel teórico, permitirá entender la relación costo-beneficio que existe en la implementación de las estrategias AbE lo que favorecerá la replicabilidad de esta clase de intervenciones con base en los resultados obtenidos. Los impactos negativos del cambio climático son cada día más evidentes en nuestra vida cotidiana, por lo que esta investigación contribuirá a que el individuo y la sociedad, se adapten a los efectos adversos del cambio climático, mediante el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos e incluso obtener beneficios de las condiciones climáticas cambiantes.

Los beneficiados de la presente investigación son, en primer lugar: el Grupo Mano Mágicas, porque brindará información que les permita comprender los cobeneficios derivados del manejo integral del BMM de la región, mediante el cultivo de hongos comestibles; en segundo lugar: los Ayuntamientos de los Municipios de Xalapa y San Andrés Tlaxnelhuayocan, porque podrán conocer la relación costo-beneficio de la intervención de producción de hongos comestibles como estrategia AbE y obtendrán recomendaciones que coadyuvarán a la formulación de políticas públicas de adaptación al cambio climático. Por último, el PNUMA conocerá la relación costo-beneficio de uno de los programas a los que destinó recursos como parte del “*Proyecto construcción de resiliencia climática en sistemas urbanos a través de la Adaptación basada en Ecosistemas en América Latina y el Caribe*”, y que permitirá la replicabilidad del proyecto.

1.6 Pregunta de investigación

A continuación se presenta la pregunta de investigación:

- ¿Cuáles son los costos y beneficios; económicos, ambientales y sociales, de la producción de hongos comestibles del Grupo Manos Mágicas como estrategia de adaptación al cambio climático en relación con el escenario de referencia?

1.7 Hipótesis

A continuación se presenta la Hipótesis de la investigación:

Los beneficios de la implementación de la producción de hongos comestibles del Grupo Manos Mágicas como estrategia de adaptación al cambio climático son el manejo integral del BMM de la región por parte de la agrupación, diversificación de ingresos, acceso a crédito y fuentes de financiamiento, reforzar la seguridad alimentaria y empoderamiento de la mujer. Por su parte, los costos de la implementación son erogaciones iniciales, redistribución organizacional y tiempo dedicado al aprendizaje de la actividad productiva propuesta. Los beneficios de la implementación de la intervención son mayores a los costos.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Cambio climático y estrategias para enfrentarlo

En el presente apartado se aborda de forma general la problemática asociada al cambio climático mediante elementos tales como: concepto, causas, consecuencias y proyecciones del fenómeno. Aunado a lo anterior, se presentan los esfuerzos y estrategias encaminados a enfrentar los efectos adversos del fenómeno ambiental. Culmina con la Adaptación basada en Ecosistemas como respuesta a la crisis climática.

2.1.1 Cambio climático: causas, consecuencias y proyecciones del fenómeno

El cambio climático es un problema global con implicaciones locales, con características particulares atendiendo a la región en la que se estudie (IPCC, 2014). Se define como una variación climática atribuida directa o indirectamente a causas antrópicas que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a las variaciones naturales durante períodos de tiempo comparables (CMNUCC, 2009).

Para poder comprender la problemática que representa el cambio climático, es necesario explicar, de forma simplificada, el mecanismo que regula la temperatura de nuestro planeta. Una parte de la radiación solar que recibe la Tierra se remite a la atmosfera en longitudes de onda infrarrojas, esta radiación es reflejada por las nubes y los gases de efecto invernadero (GEI) y devuelta a nuestro planeta, lo que permite que la temperatura promedio sea aproximadamente 35 grados (CMNUCC, 2009). Dicho proceso natural se convierte en un problema cuando, por causas antrópicas, aumenta la concentración de alguno de estos gases y el fenómeno descrito toma fuerza lo que conlleva a que se eleve la temperatura promedio del planeta (Ázqueta *et al.*, 2007).

Como consecuencias del cambio climático a nivel global se han podido observar el derretimiento de los glaciares, cambios en el nivel del mar, la presencia de eventos climatológicos extremos, entre otros (PNUD-SEMARNAT, 2013). La

región de Latinoamérica y el Caribe no escaparía de los repercusiones del fenómeno, destacando entre los impactos proyectados: temperaturas máximas más elevadas, más días calurosos y oleadas de calor en casi todas las zonas terrestres, menos días fríos, episodios de precipitaciones más intensas, mayor deshidratación veraniega en la mayor parte de las zonas continentales interiores, riesgo asociado de sequía, aumento de la intensidad de los ciclones tropicales, intensificación de las sequías e inundaciones asociadas con El Niño (PNUD-SEMARNAT, 2013; PNUMA, 2019).

Aunados a los efectos propios de la región, México, sufriría afectaciones en uno de sus principales sectores, el agrícola (PNUD-SEMARNAT, 2013). En 2005, el año más caluroso del que se tiene registro en los últimos cien años, el retraso en las lluvias de verano resultó en una caída de más de 13% en la producción agrícola del país (PNUMA, 2019). El área de cultivos dañada fue de 669 mil hectáreas y los costos de la sequía ascendieron a 779 millones de pesos (PNUD-SEMARNAT, 2009). Los efectos del cambio climático repercuten en la calidad de los cultivos, pues se encontró que el incremento de CO₂ en el aire reduce la concentración de proteínas, hasta en un 15%, en cultivos como: cebada, arroz, trigo y maíz (PNUD-SEMARNAT, 2009; PNUD-SEMARNAT, 2013; PNUMA, 2019).

Respecto a las afectaciones para el Estado de Veracruz se documentó que desde 1990 las temperaturas mínimas se han extremado 1° C, aunado a lo anterior los días calurosos se han incrementado y los frescos han sufrido una reducción notable y se registró mayor presencia de fenómenos meteorológicos extremos (Tejeda, 2009; 2010). Dicha variación climática repercutirá principalmente en los sectores turístico, ganadero y agrícola del estado (Tejeda, 2009).

A nivel local, en los municipios de Xalapa y San Andrés Tlaxelhuayocan, se reconocen como efectos adversos derivados del cambio climático: aumento de temperaturas, cambios en los patrones de precipitación, inundaciones, deterioro de los ecosistemas y pérdida de biodiversidad en la región (H. Ayuntamiento del Municipio de Xalapa- BID, 2014).. Lo que incrementa los riesgos de derrumbes,

deslaves, erosión en el suelo de uso agrícola y periodos agudos de sequía (ONU-PNUMA, 2019).

2.1.2 Estrategias y esfuerzos para enfrentar el cambio climático: mitigación y adaptación

Los esfuerzos por reducir los efectos adversos del cambio climático por parte de los Estados han quedado plasmados en diversos instrumentos legales entre los que se destacan a nivel internacional, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), considerado como el principal acuerdo internacional en materia climática, el Protocolo de Kyoto (1997) y el Acuerdo de París (2015) (CMNUCC 1997; 2015; Consejo Europeo, 2018).

A nivel región resalta el Acuerdo Regional sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales para América Latina y el Caribe, conocido como Acuerdo de Escazú (CEPAL, 2018). Por su parte, México recoge los esfuerzos nacionales en la Ley General de Cambio Climático (2012) y a nivel de la entidad federativa, Veracruz, en la Ley Estatal de Mitigación y Adaptación de los Efectos del Cambio Climático (2010) (H. Congreso de la Unión, 2019).

Los diversos instrumentos jurídicos contienen dos tipos de estrategias para encarar el cambio climático: la mitigación y la adaptación (Consejo Europeo, 2018). Las estrategias de mitigación se definen como toda intervención antrópica que tiene como objetivo reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero (CONAFOR, 2009). Por su parte, las estrategias de adaptación consisten en todas las iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y antrópicos ante los efectos reales o esperados del cambio climático (IPCC, 2014).

Se reconoce que la adaptación es un proceso de aprendizaje que requiere interdisciplinariedad, ser multidimensional y transversal, tomando en cuenta el conocimiento local y el papel de los individuos y las comunidades (SEMARNAT-

INEC, 2012). Existen diferentes tipos de adaptación: preventiva, reactiva, privada, pública e incluso basada en ecosistemas (IPCC, 2007; CDB, 2011).

Las estrategias de adaptación preventivas también denominadas proactivas, son aquellas que se adelantan a los efectos ocasionados por el cambio climático, por su parte las reactivas enfrentan los embates de la problemática ambiental una vez que se han presentado (IPCC, 2007; IPCC, 2014). Por otra parte, las estrategias de adaptación públicas son aquellas que se adoptan desde el marco del gobierno o las instituciones públicas, a diferencia de las privadas que obedecen a las iniciativas de la sociedad civil, por medio de acciones colectivas o individuales (IPCC, 2007; SEMARNAT-INEC, 2012; IPCC, 2014).

Existen tres enfoques para la implementación de las estrategias de adaptación: Reducción de Riesgos de Desastres (RRD), Adaptación basada en Comunidades (AbC) y Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) (INECC, 2018). La RRD tiene como finalidad reducir el riesgo asociado a fenómenos climáticos extremos (INECC, 2018). La AbC tiene por objetivo reducir la vulnerabilidad de las comunidades aprovechando el conocimiento tradicional y la innovación (Diesner, 2013). Finalmente, se encuentra la AbE la cual será abordada en el apartado siguiente.

2.1.3 Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)

Un tipo especial de estrategias de adaptación al cambio climático es aquella que se basa en los ecosistemas (AbE), se define como el uso de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como parte de una estrategia de adaptación para ayudar a la gente a enfrentar los efectos adversos del cambio climático (CDB, 2011). Este enfoque incluye el manejo sustentable, la conservación y la restauración de los ecosistemas para proteger los servicios ambientales que ayudan a las comunidades humanas a adaptarse al cambio climático (Zorrilla *et al.*, 2017).

La AbE es una Solución basada en la Naturaleza (SbN) para abordar los impactos del cambio climático; se centra en los beneficios para el ser humano que se

derivan de la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, y en la forma en que esos beneficios pueden utilizarse para hacer frente al cambio climático (Torrego, 2018). La AbE es un concepto antrópico, que reconoce que la resiliencia humana depende de forma crítica de la integridad de los ecosistemas (Zorrilla *et al.*, 2017).

Sin embargo, la salud del ecosistema por sí sola no garantiza la resiliencia humana, la mejor forma de implementar la AbE es como elemento integrado de una estrategia de adaptación más amplia (FEBA, 2017). Las estrategias AbE se basan en prácticas existentes empleadas por los sectores de conservación y desarrollo, tales como la gestión sostenible de los recursos naturales y la adaptación basada en comunidades.

Dichas prácticas incluyen los enfoques existentes a nivel de ecosistemas o de paisajes (Olivier *et al.*, 2012). Una de las prioridades de la AbE en el entorno urbano es la “infraestructura verde”, que complementa o reemplaza medidas infraestructurales “duras” o “grises”, tales como: diques, presas, reservas hídricas construidas por el ser humano, entre otros (IAvH, 2012). La AbE también puede actuar como complemento u ofrecer alternativas a las prácticas agrícolas convencionales como es el caso de la agricultura climáticamente inteligente (FEBA, 2017).

La biodiversidad tiene una expresión territorial concreta, en sus diferentes niveles de organización, las interacciones ecológicas complejas se expresan como servicios ecosistémicos, los cuales constituyen beneficios directos e indirectos que los seres humanos reciben de la biodiversidad (IAvH, 2012; Vignola *et al.*, 2015). En esta visión del medio ambiente toma relevancia el concepto de sistema complejo el cual hace referencia a los procesos de interacción entre los sistemas sociales (cultura, economía, organización social y política) y ecosistemas (IAvH, 2012).

Aunque, en los últimos años ha surgido desde el ámbito de las políticas públicas una tendencia de “lavado verde”, es decir, simular que una política pública es una estrategia AbE (FEBA, 2017). Debido a la amplitud del concepto original, dicha

situación ha sido denunciada desde la academia como estrategias AbE “espurias” (Vignola *et al.*, 2015). Para que una medida sea calificada como AbE, ésta debe de cumplir con un elemento de cada uno de los siguientes cinco criterios: 1) enfoque climático del proyecto, 2) finalidad de protección del ecosistema, 3) cobeneficios asociados a la AbE, 4) beneficios de la implementación de la estrategia y 5) apoyo institucional (FEBA, 2017).

El primer criterio, consiste en que la medida debe de tener un enfoque o finalidad climática, es decir, desde su diseño debió ser implementada con el fin de afrontar los embates del cambio climático (FEBA, 2017). El segundo, alude al objetivo de la medida que debe ser la conservación, el mantenimiento o la restauración de un ecosistema determinado (FEBA, 2017). Por su parte, el tercer criterio, mide la interacción del ser humano o la comunidad con el ecosistema, en términos de los cobeneficios (beneficios que se obtienen derivados de la conservación, el mantenimiento o la restauración ecosistémica) (FEBA, 2017).

El cuarto criterio, refleja los beneficios que obtiene el ser humano o la comunidad derivados de la implementación de la estrategia (beneficios que provienen de ámbitos diferentes al ambiental, como pueden ser el económico, social o cultural) (FEBA, 2017). Finalmente, el quinto criterio, es el apoyo que organismos internacionales, asociaciones civiles o el gobierno preste para la implementación de la estrategia AbE (FEBA, 2017). Al respecto, Vignola *et al.* (2015), consideran que los tres primeros criterios son vitales para calificar una AbE como “auténtica” y que los dos últimos pueden o no estar presentes y que dependen del tipo de medida AbE que se analice.

2.1.4 AbE en el bosque mesófilo de montaña

Las estrategias AbE son susceptibles de ser implementadas en cualquier ecosistema; desierto, montaña, bosque tropical, ciudades, selva o costero y pueden complementarse con estrategias de Adaptación basada en Comunidades (AbC) (Cruz-García y Vael, 2013; FWILC, 2015; Quezada e Ilieva, 2015). Cabe señalar que, esta investigación se centra en la implementación de estrategias de

adaptación en el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) también conocido como Bosque de Niebla.

El BMM posee gran relevancia biológica debido al importante número de especies que alberga (Rzedowski, 1978; 1990; Ortega y Castillo, 1996). Adquiere especial importancia ecológica porque presta el servicio ecosistémico de captura y control de los flujos de agua (Gual y Rendón, 2014). Las condiciones ecológicas del BMM son consecuencia de la presencia de neblina, sin embargo el cambio climático ha reducido drásticamente la humedad en las temporadas habituales (Ortega y Castillo, 1996). Al reducirse la neblina ocurre que existe menor precipitación y por consiguiente un aumento en la duración e intensidad de los periodos de sequía (Gual y Rendón, 2014).

El BMM es la comunidad vegetal en el país más vulnerable y amenazada por el cambio climático (CONABIO, 2010). Este fenómeno ambiental afecta los procesos naturales de las especies animales y vegetales que lo habitan: floración, fructificación, anidación y migración, entre otros (Gual y Rendón, 2014). El BMM alberga aproximadamente el 27% de la riqueza florística en México, cerca del 2% a nivel mundial. El ecosistema destaca por la representatividad de la fauna que alberga: aproximadamente 60% de las especies de anfibios, 55% de los reptiles y más del 40% de mamíferos (CONABIO, 2010).

El BMM en el estado de Veracruz tiene presencia en la parte centro de la entidad (Ortega y Castillo, 1996). Es representativo de un bosque de niebla de montaña baja (CONABIO, 2010). Entre los principales factores que amenazan su existencia se encuentran la deforestación y el reemplazo por tierras agrícolas y ganaderas (Muñoz-Villers *et al.*, 2015). Cerca del 50% de su cobertura original ha sido sustituida por los cambios de uso de suelo. Según proyecciones de continuar su deterioro amenaza con desaparecer en los próximos cuarenta años (Muñoz-Villers *et al.*, 2015). Esta región del BMM destaca por las grandes oportunidades para su mantenimiento y conservación debido a la presencia de grupos organizados de pequeños propietarios de parcelas a favor de la reforestación (CONABIO, 2010).

2.1.5 Adaptación basada en Comunidades: Complemento a las AbE

Las estrategias AbE deben ser parte de un plan integral de medidas de adaptación que permita su implementación de forma eficaz (FEBA, 2017; INECC, 2018). Como se señaló en el apartado anterior, en el BMM del Centro de Veracruz, se han documentado la presencia de grupos de agricultores que apoyan la reforestación de la zona (CONABIO, 2010). Por lo anterior, la AbC representa un estrategia complementaria a la de AbE.

La AbC es un proceso encabezado por la comunidad que busca empoderar a las personas para enfrentar los impactos del cambio climático, priorizando sus necesidades y aprovechando los conocimientos y capacidades comunitarias (Diesner, 2013). Por su parte, se define a la comunidad como el grupo de individuos en un espacio determinado, cuyos integrantes se relacionan por vínculos de solidaridad, con identidad de pertenencia al grupo y con un interés en común (Ayers *et al.*, 2012; Diesner, 2013).

Partiendo de lo anterior, para que la AbC sea exitosa requiere que las comunidades reúnan un conjunto de características entre las que se han documentado: organización dentro del grupo (estructuras jerárquicas definidas), experiencia (cohesión en el tiempo), sentimiento de pertenencia, interés en común, permanencia y solidaridad (Ayers *et al.*, 2012). De tal forma, que a medida que se cuente con mayor presencia de estas características se incrementa la probabilidad del éxito de la estrategia AbC (INECC, 2018).

Las comunidades custodian recursos compartidos como el conocimiento tradicional, recursos naturales, prospección de recursos genéticos, entre otros (Merino, 2012). A este tipo de recursos compartidos, la ciencia económica los designa “bienes comunes” (Merino, 2012). Los bienes comunes son bienes que un grupo o comunidad aprovecha de forma conjunta, cuyas principales características son que rivalizan y generalmente no son excluyentes (Ostrom, 1990; Merino, 2012).

Se ha documentado que las comunidades que tienen éxito en la administración de los bienes comunes poseen las siguientes características: límites claramente definidos, entre quienes pueden aprovechar el bien común; reglas definidas (de apropiación y de provisión); sistemas de supervisión entre los integrantes; mecanismos para resolver conflictos; sanciones graduadas por incumplimiento de reglas; posibilidad de modificar las reglas de forma colectiva; reconocimiento de la comunidad por parte de la autoridad pública e interacción activa con la sociedad (Ostrom, 1990; Ostrom *et al.*, 2008). Estas características aunadas a las que se presentaron en párrafos anteriores han demostrado que permiten el éxito de las estrategias AbC como complemento de la AbE (INECC, 2018).

2.2 Producción de hongos comestibles como AbE

En el presente apartado se aborda de forma particular la producción de hongos comestibles (setas y shiitakes) como estrategia AbE de mejora de prácticas agrícolas, mediante los subsecuentes apartados: características de la estrategia, proceso productivo de los hongos, análisis de mercado: comercio y consumo. Finalmente se aborda la estrategia AbE como alternativa de seguridad alimentaria para los grupos que la implementen.

2.2.1 Características de la estrategia AbE de producción de hongos comestibles

La estrategia AbE de estudio se enmarca como actividad productiva encaminada a reducir la presión que los agricultores ejercen sobre el BMM, para ello se deben ofrecer alternativas productivas que les permitan un medio de vida sostenible (PNUMA, 2018). La actividad económica es el cultivo de hongos comestibles en ambientes controlados. Lo que entrama una serie de conceptos que caracterizan a la estrategia AbE (PNUMA, 2018).

En ese tenor, los hongos son organismos vivos heterótrofos, pueden ser unicelulares o pluricelulares, tienen un núcleo definido (Morales, 2009). Los hongos pluricelulares poseen células alargadas que al alinearse forman filamentos llamados hifas, que se entrelazan para formar el micelio (Cuevas, 2016). Por su parte, los hongos comestibles, son el subconjunto que incluye varios tipos de

hongos que son recolectados o cultivados y que son apreciados en gastronomía o por sus propiedades medicinales (RAE, 2020). Cuando el hongo comestible crece en su ambiente natural sin intervención del ser humano y para su aprovechamiento debe ser recolectado se denomina hongo comestible silvestre. No obstante, los hongos comestibles pueden ser cultivados en ambientes controlados para su aprovechamiento (Vences, 2016).

La estrategia AbE se centra en dos tipos de hongos comestibles: las setas (*Pleurotus ostreatus*) y el hongo shiitake (*Lentinula edodes*). *P. ostreatus* se caracteriza por un sombrero de entre 5 a 20 centímetros de diámetro, crece junto a otros ejemplares superpuestos, de superficie limpia y brillante, su carne es firme, con un sabor y olor agradables (Gaitán-Hernández *et al.*, 2006). Por otro lado, *L. edodes* es un hongo de color marrón y aroma intenso originario de Asia Oriental, se caracteriza por un sombrero que rara vez rebasa los 5 centímetros de diámetro (Silva *et al.*, 2010).

Ambas especies se producirían en ambientes controlados. La justificación radica en que las características fenotípicas de los hongos los hacen especialmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático tales como: variaciones drásticas en la temperatura y fenómenos climatológicos adversos (Casadiego, 2011). Al producirse en ambientes controlados se reduce la vulnerabilidad del cultivo y se fortalece la adaptación de las comunidades agrícolas al cambio climático (Gordillo y Méndez, 2013).

La estrategia AbE emplea la biotecnología aplicada a la agricultura. Se define la biotecnología como toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos para obtener bienes y servicios con finalidades específicas (CMNUCC, 1992). En el caso de la estrategia se emplea la biotecnología para la inoculación del micelio (PNUMA, 2018). Se tiene registro de que el primer intento de cultivo de hongos comestibles data de 1650 en Francia, sin embargo, la técnica actual del micelio activado tiene sus orígenes en 1894 con las investigaciones de Constantin y Matruchot (López, 2016). Para el caso de México, el primer esfuerzo por establecer la fungicultura data de 1930, esfuerzo que se lleva a cabo por

empresarios alemanes. Finalmente, en 1974 investigadores de la Universidad Veracruzana desarrollan un método de activación del micelio que permitió el desarrollo del cultivo por productores mexicanos (López, 2016).

2.2.2 Proceso productivo de hongos comestibles en ambientes controlados

La producción de hongos comestibles en ambientes controlados puede dividirse para su estudio en dos fases, atendiendo a los actores que intervienen en el procedimiento (Flores y Contreras, 2012). La primera fase es la de la producción del micelio activado. El micelio es la parte vegetativa del hongo, se encuentra constituido por filamentos pluricelulares, llamados hifas (López, 2016). El micelio activado, es aquel que ha sido sometido a condiciones diferentes a las de su medio natural, se ha preparado y domesticado para el cultivo (Flores y Contreras, 2012). Existen empresas que se dedican a la producción de micelio activado que mantiene la calidad de producción y la pureza genética de la cepa del hongo (Gaitán-Hernández, 2006; Flores y Contreras, 2012; INDESOL, 2015; López, 2016).

El procedimiento para la producción del micelio activado comienza con la preparación del sustrato (generalmente semilla de trigo) (López, 2016). Los pasos para su preparación son los siguientes: 1) se coloca en frascos la semilla (aproximadamente a la mitad de su capacidad), 2) se agrega agua (hasta antes de cubrir la semilla), 3) se tapan los frascos y se cierran parcialmente, 4) en una olla de presión al fuego se añade agua hasta el nivel de la rejilla, 5) una vez que hierve el agua se colocan los frascos con las semillas y se tapa la olla (sin colocar la válvula de presión), 6) al salir el vapor de la olla se coloca la válvula (para mantener la presión constante), 7) esterilice los frascos y las semillas por 25 minutos a una presión de entre 15-20 libras, 8) apague la estufa y no destape la olla hasta que la presión marque cero, 9) abra la olla y retire los frascos, se deben cerrar completamente y agitarlos y 10) deje enfriar los frascos en un lugar limpio (López, 2016).

Para la obtención del micelio existen cuatro fuentes: una cepa, una espora, esporas en dilución y un micelio “madre” (INDESOL, 2015). En el primer caso, se toma un fragmento de medio de cultivo que contiene el micelio y se coloca en el sustrato. En el caso de las esporas, éstas se colocan directamente en el sustrato (López, 2016). En el tercer caso, las esporas son diluidas en agua esterilizada para luego agregar la solución en el sustrato (Flores y Contreras, 2012). Por último, en el caso del micelio madre, se conserva el micelio activado que se utilizó en procedimientos anteriores y se adapta al nuevo sustrato. Teniendo en consideración que el objetivo del presente texto no es exponer exhaustivamente las formas de producir micelio, sólo se expondrá el procedimiento de aquel que se obtiene a partir del micelio “madre”, por ser el método más utilizado en la actualidad (Gaitán-Hernández, 2006; Flores y Contreras, 2012; INDESOL, 2015; López, 2016).

El procedimiento para la producción de micelio activado, por el método de micelio “madre” es el siguiente: 1) agitar el frasco para que se fragmenten las aglomeraciones de micelio, 2) colocar la punta de siembra (aguja de disección) sobre la llama de la lámpara de alcohol, 3) esperar a que la punta de siembra se enfríe, 4) con la punta de siembra recoger pedazos de micelio e introducirlos en el frasco del sustrato, 5) agitar el frasco inoculador para que el micelio se distribuya en distintas partes del sustrato, 6) etiquetar los frascos anotando la fecha de inoculación, el tipo de sustrato y el tipo de hongo, 7) colocar los frascos en un lugar oscuro y de temperatura constante, 8) agitar el frasco a los 4 días para fomentar un crecimiento generalizado del micelio (repetir a los ocho días), 9) a los 15 días el sustrato será cubierto en su totalidad por el micelio. 10) traspasar a bolsas para su uso o comercialización, las cuales deberán refrigerarse hasta que se empleen. Con la obtención del micelio activado termina la primera fase de la producción de los hongos comestibles, la cual se realiza en laboratorios o lugares dotados con la infraestructura y medidas de higiene adecuadas (López, 2016).

La segunda parte del proceso se lleva a cabo directamente por los actores de la estrategia AbE, implica el cultivo del micelio para obtener el hongo seta o shiitake

(Gaitán-Hernández, 2006). En el proceso de activación del micelio no existe diferencia para el hongo seta o shiitake, sin embargo el cultivo de uno y otro si presenta notables diferencias, a continuación se describen los procesos productivos para cada especie de hongo (López, 2016).

La seta tiene distintas variedades: gris (la más común, por su resistencia), rosa (variedad resistente a temperaturas mayores) y blanca (la más apreciada comercialmente) (Gaitán-Hernández, 2006; INDESOL, 2015; Barba y López, 2017). Sin embargo, el proceso de cultivo en ambiente controlado de las setas es el mismo independientemente de la variedad de la cual se trate (Gaitán-Hernández, 2006; Flores y Contreras, 2012; INDESOL, 2015).

Para el cultivo de setas el procedimiento es el siguiente: 1) se selecciona el rastrojo que puede ser cualquier resto agrícola: avena, bagazo de café, totomoxtle, entre otros, 2) se corta el rastrojo en tiras uniformes (entre 5 y 10 centímetros), 3) el rastrojo se pasteuriza, posteriormente se deja secar y escurrir, 4) se mezcla el rastrojo con el micelio activado (en una proporción de 5 kilogramos de rastrojo por medio kilogramo de micelio), 5) la mezcla se almacena en bolsas de plástico con orificios cada 5 centímetros, 6) sellar la bolsa con cinta, 7) almacenar la bolsa en un lugar seco, limpio y oscuro, 8) entre el quinto y el octavo día se revisa que las fructificaciones puedan salir por los orificios de la bolsa, en caso de ser necesario, hacer orificios más grandes, 9) a los veinte días las fructificaciones de las setas son visibles, girar una en el sentido contrario de las manecillas del reloj y si se desprende, se procede a la cosecha y 10) las setas deben almacenarse en un lugar seco y que no rebase los 25° C (Gaitán-Hernández, 2006; Flores y Contreras, 2012; INDESOL, 2015; Wayne, 2015; Vences, 2016; Barba y López, 2017).

Para el cultivo de los hongos shiitakes el procedimiento es el siguiente: 1) seleccionar el rastrojo que debe ser un residuo maderable (preferentemente una especie que no contenga exceso de resina), 2) triturar el rastrojo en tiras uniformes (entre 5 y 10 centímetros), 3) el rastrojo se pasteuriza, posteriormente se deja secar y escurrir, 4) para la preparación del sustrato se mezcla el rastrojo

con cal (como fuente de proteína) y con azúcar o melaza (como fuente de energía), 5) mezclar el sustrato con el micelio activado (en una proporción de 2 kilogramos de rastrojo por medio kilogramo de micelio), 6) la mezcla se almacena en bolsas de plástico con orificios cada 5 centímetros, 7) sellar la bolsa con cinta, 8) almacenar la bolsa en un lugar seco, limpio y oscuro, 9) a los 60 días se revisa que las fructificaciones puedan salir por los orificios de la bolsa, en caso de ser necesario, hacer orificios más grandes, 10) a los 120 días las fructificaciones de los shiitakes son visibles, girar una en el sentido contrario de las manecillas del reloj y si se desprende, se procede a la cosecha y 11) los hongos shiitakes deben almacenarse en un lugar seco y que no rebase los 25° C (Rodríguez *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2010; Romero *et al.*, 2006).

2.2.3 Situación del mercado de los hongos comestibles en México

La estrategia de AbE de estudio tiene como finalidad ofrecer actividades productivas alternativas a los agricultores, en este caso la producción de hongos comestibles. La producción de cualquier bien tiene dos finalidades principales: el comercio y el autoconsumo (Ázqueta *et al.*, 2007). En este apartado se aborda el aspecto referente al mercado. A diferencia de actividades agrícolas, ganaderas y forestales que se han practicado en México a lo largo de siglos, la producción de hongos comestibles en ambientes controlados es reciente con apenas setenta años de antigüedad (Boa, 2005; Martínez-Cabrera y Mayett, 2019).

La producción de hongos comestibles en ambiente controlado ha aumentado más de treinta veces desde 1978 (Romero *et al.*, 2018). China es el mayor productor de hongos cultivados a nivel mundial con cerca del 87% de la producción, según datos del 2013 (Romero *et al.*, 2018; Martínez-Cabrera y Mayett, 2019). Por su parte, México es el mayor productor a nivel de América Latina y el Caribe con cerca del 80.8% de la producción regional para el 2011 (cerca del 5% de la producción mundial), produce cerca de 70,000 toneladas anuales (Sierra, 2012; Martínez-Cabrera y Mayett, 2019). Los estados que encabezan la producción de hongos comestibles en nuestro país son: Veracruz, Puebla y Querétaro (Romero *et al.*, 2018).

En el mercado internacional, México comercializa los hongos comestibles (incluidos los silvestres) bajo la fracción arancelaria 0709.59.00.00 (H. Congreso de la Unión, 2007). Los principales países destino de las exportaciones mexicanas de hongos comestibles son: Estados Unidos de América (98.7% de las exportaciones), Japón (0.7%), Canadá (0.6%), Guatemala (0.4%) y Reino Unido (0.3%), lo anterior con datos del 2018 (OMC, 2020). Se estima que México exporta cerca del 50% de su producción de hongos comestibles y medicinales (Martínez-Cabrera *et al.*, 2007). Por su parte, los principales países de los cuales México importa hongos comestibles (incluyendo las variedades silvestres) son: Estados Unidos de América (85% de las importaciones), Perú (13.3%), España (0.6%), Italia (0.6%) y Tailandia (0.5%) según datos del 2018 (OMC, 2020). Se estima que México importa cerca de 9 000 toneladas de hongos comestibles y medicinales (Martínez-Cabrera *et al.*, 2007).

En el 2020, el hongo seta se comercializa en México hasta en \$120.00 pesos por kilogramo, por su parte el hongo shiitake (fresco) se comercializa hasta en \$275.00 pesos por kilogramo y en su presentación deshidratada (la forma más común de encontrarlo en nuestro país) ronda los \$550.00 pesos por kilogramo (PROFECO, 2020). Respecto al consumo, México no se caracteriza por ser un gran consumidor de hongos comestibles, aunque es un ingrediente presente en la tradición culinaria mexicana (Martínez-Cabrera *et al.*, 2000). Se estima con datos de 2018, que el consumo de hongos comestibles per cápita es de 977 gramos anuales (Martínez-Cabrera y Mayett, 2019). Cifra que se encuentra por debajo de países como Alemania y Japón con cerca de 5 kilogramos per cápita anuales, lo que representa una ventana de oportunidad a la producción y comercialización de hongos comestibles en México (Martínez-Cabrera *et al.*, 2000; Boa, 2005; Martínez-Cabrera *et al.*, 2007; Martínez-Cabrera y Mayett, 2019)

2.2.4 Producción de hongos comestibles y autoconsumo

En el caso de este tipo de estrategias se documentó, como beneficio adicional al económico, el autoconsumo de los hongos comestibles por parte de las comunidades agrícolas (Vignola *et al.*, 2015). Este beneficio de la AbE se

enmarca en el concepto de seguridad alimentaria, la cual se define como la disponibilidad de alimentos y el acceso que tienen las personas a ellos, así como su aprovechamiento biológico (Gordillo y Méndez, 2013).

Un hogar se encuentra en posición de seguridad alimentaria cuando sus miembros disponen de forma sostenida de alimentos suficientes (en calidad y cantidad) atendiendo a sus necesidades biológicas (Gordillo y Méndez, 2013; Coleman *et al.*, 2018). La seguridad alimentaria incluye al menos dos elementos: disponibilidad de alimentos nutritivos y la habilidad asegurada para disponer de dichos alimentos en forma sostenida y socialmente aceptable (sin necesidad de robar, hurgar en la basura, entre otros) (Coleman *et al.*, 2018).

En el contexto de la seguridad alimentaria, los hongos comestibles son un alimento con alto valor nutricional (Martínez-Cabrera *et al.*, 2007). Se ha demostrado el alto contenido proteico de los hongos comestibles, entre el 19 al 35% sobre base seca; un contenido importante de aminoácidos esenciales como lisina, leucina, metionina y triptófano (Martínez-Cabrera y Mayett, 2019). Por su parte, poseen un bajo contenido en grasas, entre 1.1 y 8.3% sobre base seca; carbohidratos, entre el 46.6 y 81.8% sobre base seca, y una presencia importante de fibra dietética que puede oscilar entre el 10 y el 50% (Martínez-Cabrera *et al.*, 2000; Martínez-Cabrera y Mayett, 2019). Por otro lado, se documentó importantes cualidades medicinales de los hongos comestibles entre las que destacan: antiinflamatorias, antibacterianas, antiparasitarias y antihipertensivas (Martínez-Cabrera *et al.*, 2000).

Para concluir este apartado, la biotecnología que permite la producción de hongos comestibles en ambientes controlados acerca a las comunidades agrícolas a un estado de seguridad alimentaria, pues permite el acceso a una fuente de alimentos sostenible y socialmente aceptada (Coleman, 2018; Martínez-Cabrera *et al.*, 2019). Adicionalmente, como estrategia AbE, los hongos comestibles que se producen en ambiente controlado no están expuestos a los embates del cambio climático como lo estarían si la producción fuera silvestre, lo que implica la sostenibilidad en el tiempo de la fuente de alimentación (Coleman, 2018).

2.3 Valoración económica de las estrategias de adaptación al cambio climático

El cambio climático es un problema ambiental cuyos efectos se han comenzado a percibir en el mundo (PNUMA, 2019). Para hacerle frente se han desarrollado estrategias de adaptación (IPCC, 2014). Sin embargo, en un entorno con recursos escasos no basta con la implementación de las estrategias, estas deben ser valoradas para determinar si se llevó a cabo una asignación eficiente de recursos (Suárez *et al.*, 2016).

La valoración económica de las estrategias de adaptación tiene tres objetivos: determinar la contribución económica de las estrategias de adaptación a los diversos sectores de la sociedad; contribuir a la evaluación de prioridades identificando estrategias con una relación costo-efectividad favorable que se puedan adoptar y ayudar a diseñar incentivos económicos y convenios institucionales que promuevan las estrategias de adaptación individuales o en las comunidades (FAO, 2010).

Los métodos que la ciencia económica proporciona para la valoración de las estrategias de adaptación al cambio climático tienen la finalidad de priorizar las alternativas que se pueden adoptar para resolver la problemática planteada en un entorno de escasez y determinar la rentabilidad de cada uno de los escenarios que se establecen (Ázqueta *et al.*, 2007).

2.3.1 Métodos de valoración económica de las estrategias de adaptación

El enfoque de adaptación al cambio climático presenta una amplia gama de estrategias que permiten enfrentar los embates de esta problemática ambiental (FAO-PNUD, 2019). Sin embargo, los recursos económicos son escasos, lo que implica elegir entre las alternativas aquella que resulte más rentable, financiera, económica o socialmente (OCDE, 2006). Es por ello que los métodos más adecuados para realizar la valoración económica de este tipo de estrategias son aquellos que confrontan diversos escenarios, tales métodos son: análisis costo-eficiencia (ACE) y el análisis costo-beneficio (ACB), en sus variantes financiera y económica (Suárez *et al.*, 2016).

El ACE parte de la premisa de que ante las alternativas planteadas, los beneficios superan los costos de no llevar a cabo la estrategia (Rivera y Mendoza, 2009). El escenario en el que no se implementa la estrategia no es una opción (Ázqueta *et al.*, 2007). Este método de valoración económica es ampliamente utilizado en el sector salud por las implicaciones éticas que las decisiones entrañan (Hutubessy *et al.*, 2003).

En el análisis costo-eficiencia se establecen las alternativas de acción (sin considerar la opción “no hacer”) (Rivera y Mendoza, 2009). Los costos de dichas alternativas se valoran monetariamente con la finalidad de que se expresen en la misma unidad de medida (Ázqueta *et al.*, 2007). Se escoge aquella alternativa que representa la menor erogación para lograr el objetivo planteado (Hutubessy *et al.*, 2003).

Por su parte, el ACB se utiliza para sopesar los costos y los beneficios de las alternativas que se presentan (OCDE, 2006). A diferencia del ACE, no se parte de la premisa de que los beneficios superen a los costos y se desarrolla la opción “no hacer”. La similitud entre ambos métodos de valoración económica radica en dos aspectos claves, son análisis comparativos (contrastan por lo menos dos opciones) y la unidad de medida es la moneda (no procesan costos o beneficios que no hayan sido cuantificados monetariamente), pues requieren que todo se exprese en la misma unidad de medida (Ázqueta *et al.*, 2007).

Respecto al ACB, tiene dos variantes: la financiera y la económica (también llamado social) (Ázqueta *et al.*, 2007). Ambos enfoques presentan diferencias significativas (Tabla 1). El primer aspecto a considerar es que el ACB es un instrumento para la toma de decisiones por parte de un decisor final. En el caso del ACB financiero, el decisor pertenece al sector privado (la empresa, el individuo) mientras que el ACB económico, el decisor es un agente del sector público, por ejemplo, una dependencia de gobierno u organismo internacional (OCDE, 2006).

Tabla 1. Comparación entre los tipos de Análisis Costo Beneficio

Concepto	ACB Financiero	ACB Económico
Decisor Final	Agente del Sector Privado	Agente del Sector Público
Perspectiva	Perspectiva Privada	Perspectiva Pública
Tipo de alternativas a valorar	<ul style="list-style-type: none"> • Inversiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversiones • Políticas Públicas • Regulaciones
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Rentabilidad financiera 	<ul style="list-style-type: none"> • Rentabilidad Económica • Rentabilidad Social
Aspecto ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • No se considera 	<ul style="list-style-type: none"> • Relevancia directa • Relevancia indirecta

Fuente. Elaboración propia con base en Ázqueta et al. (2007)

Por su parte, la perspectiva del ACB financiero es privada, pues analiza las repercusiones de la decisión sobre el agente privado que aplica el instrumento (Ázqueta *et al.*, 2007). En cambio el ACB económico analiza las repercusiones de la decisión en la sociedad. El ACB es un comparativo por naturaleza, contrasta por lo menos dos opciones (OCDE, 2006). El ACB financiero evalúa opciones relacionadas con alternativas de inversión. Por su parte el ACB económico, además de las inversiones, puede emplear la herramienta para evaluar alternativas de políticas públicas o regulaciones (Ázqueta *et al.*, 2007).

El ACB financiero persigue determinar si las alternativas evaluadas son rentables financieramente, es decir, el decisor final tiene como objetivo generar ganancia en un plazo determinado. Por su parte, el ACB económico puede medir dos tipos distintos de rentabilidad (Ázqueta *et al.*, 2007). La rentabilidad económica mide el impacto que tienen sobre la sociedad, considerada como un todo, las alternativas valoradas (Suárez *et al.*, 2016). La rentabilidad social mide el impacto de las alternativas planteadas en la sociedad, cuando a diversos grupos sociales se les asigna un factor de ponderación diferenciado (OCDE, 2006; Ázqueta *et al.*, 2007). Como puede observarse, aquí subyace la diferencia más importante entre el ACB financiero y el económico, el primero tiene un enfoque de generar utilidades para

el inversor, mientras que en el segundo, las ganancias no son el criterio preponderante (Suárez *et al.*, 2016).

En el ACB financiero tradicionalmente no se incluye esa consideración. Por su parte, el ACB económico, la incluye como una externalidad (positiva o negativa) (Suárez *et al.*, 2016). Se enfatiza que en el ACB económico siempre debe de considerarse pues su impacto puede ser directo, cuando las alternativas están vinculadas con las cuestiones medioambientales, o en su caso indirecto, cuando si bien las alternativas versan sobre cuestiones ajenas al medio ambiente, siempre es necesario considerar los efectos indirectos que en éste ocasionan (Suárez *et al.*, 2016). Por lo que para efectos de este apartado son dos los métodos que permiten valorar económicamente las medidas de adaptación: el ACE y el ACB Económico (Ázqueta *et al.*, 2007).

2.3.2 Consideraciones especiales de la valoración económica: Sustento económico, externalidades y tasa de descuento

Los métodos de valoración económica para las medidas de adaptación expuestos en este apartado, son relevantes cuando se debe tomar una decisión sujeta a restricciones presupuestarias (Suárez *et al.*, 2016). Para ello se debe seleccionar un método que compare los costos y los beneficios esperados a lo largo del horizonte temporal de la alternativa planteada (Ortega, 2012). Se debe seleccionar aquella alternativa que proporcione un mayor beneficio neto a la sociedad (Ázqueta *et al.*, 2007).

Los métodos de valoración económica comparativos tienen fundamento en la economía del bienestar, rama de la ciencia económica que estudia proposiciones éticas útiles para determinar la conveniencia de una alternativa concreta o de una asignación de recursos específica (Ortega, 2012). Dichos métodos tienen como objetivo maximizar el bienestar social, promoviendo la asignación eficiente de recursos (Londero, 1991).

El criterio de medición utilizado por los métodos de valoración económica propuestos proviene de la teoría neoclásica (Londero, 1991). Dicho criterio se

conoce con el nombre de variación compensatoria (VC) (Londero, 1991). Consiste en ubicarse en la situación resultante de la alternativa propuesta y plantear la pregunta: “¿En cuánto es necesario cambiar el ingreso monetario de la persona (o comunidad) para que considere que disfruta del mismo nivel de bienestar que disfrutaba sin los efectos de la alternativa cuya contribución a su bienestar económico se desea medir?” La respuesta a la interrogante es una suma de numerario, la llamada VC de la alternativa propuesta que se utiliza como medida monetaria del cambio en el bienestar económico (Londero, 1991).

Una vez expuesto el fundamento de los métodos de valoración económica dentro de la teoría económica es necesario introducir el concepto de externalidades (Ázqueta *et al.*, 2007; Labandeira *et al.*, 2007). Además de los costos y los beneficios inherentes a los diferentes escenarios propuestos, cada alternativa presenta un conjunto de efectos adicionales que inciden sobre el bienestar de la población, de los que habrá de incluir en el modelo la valoración correspondiente (Romero, 1997; Ázqueta *et al.*, 2007; Labandeira *et al.*, 2007).

Los efectos adicionales que inciden en el bienestar de la población se denominan externalidades (Ázqueta *et al.*, 2007; Labandeira *et al.*, 2007). Cuando la incidencia incrementa el bienestar de la población, la externalidad es positiva, caso contrario es negativa (Ázqueta *et al.*, 2007; Labandeira *et al.*, 2007). Como se puede recordar el ACB financiero no incluye el aspecto referente a las externalidades. En el caso de las estrategias de adaptación al cambio climático, en particular de las AbE, el impacto que las alternativas tienen sobre el medio ambiente es considerado una externalidad (Ázqueta *et al.*, 2007; Labandeira *et al.*, 2007).

Otro concepto que debe definirse es de los precios de cuenta (también llamados precios sombra) (Londero, 1991; Ortega, 2012). Para ello se debe considerar que, los costos y los beneficios expresados en términos monetarios, se encuentran valorados a precio de mercado (Londero, 1991; Ortega, 2012). Suponiendo que los precios de mercado fueran los precios de equilibrio no habría mayor inconveniente, sin embargo la valoración con precios de mercado distorsiona la

contribución al bienestar social, lo anterior porque existen los siguientes desequilibrios: desequilibrio en el mercado de bienes y servicios (debido a competencia imperfecta e intervención estatal); desequilibrio en el mercado de factores de producción (debido al desempleo y economía informal), desequilibrio en el mercado de divisas (depreciaciones y apreciaciones de la moneda) y desequilibrio en la tasa de interés (no refleja el costo de oportunidad) (Ázqueta *et al.*, 2007; Labandeira *et al.*, 2007).

El efecto de los factores de desequilibrio varía entre la economía de un país y otro, pero adquiere importancia en economías en vías de desarrollo (Londero, 1991; Ortega, 2012). Para solucionar los efectos de estas distorsiones, organismos internacionales como el Banco Mundial han construido un conjunto de precios de cuenta de eficiencia (factores de conversión que permiten transformar los precios de mercado a precios de cuenta por medio de una multiplicación) para sustituir los precios utilizados de forma convencional y que reflejen en mayor medida el cambio en el bienestar social que provocan (Londero, 1991; Ortega, 2012). Los principales precios de cuenta son: mercancías, tipo de cambio de cuenta, salario de cuenta y tasa social de interés (Ázqueta *et al.*, 2007; Labandeira *et al.*, 2007).

Por otro lado, el horizonte temporal es uno de los aspectos más importantes en los métodos de valoración económica expuestos en este apartado. No basta con determinar el valor económico actual de una alternativa (Ortega, 2012). Debe de proyectarse en el tiempo, para lo cual se utiliza una tasa de descuento (también llamada tasa social de descuento) (Ortega, 2012). Descontar el futuro, desde la perspectiva social, implica que cualquier cambio tiene un menor valor en el futuro que si se produjera en la actualidad (Ázqueta *et al.*, 2007).

La tasa de descuento contrasta la preferencia de los costos y los beneficios actuales en relación con los costos y beneficios futuros (Ortega, 2012). Implica la selección apropiada de la tasa de descuento, lo cual ha sido motivo de controversia, aunque la literatura coincide en que se debe de usar una tasa diferenciada atendiendo al país en que se emplee (países desarrollado y en vías de desarrollo) y atendiendo al tipo de alternativa planteada (Ortega, 2012).

2.3.3 Alcances y limitaciones de la valoración económica

Presentados los métodos que proporciona la ciencia económica para valorar las distintas alternativas de estrategias de adaptación al cambio climático; es necesario describir sus alcances y las limitaciones. Conocer estas precisiones permite entender la información que puede proporcionar el método y en su caso complementarlo (Ázqueta *et al.*, 2007).

En primer lugar, todos los métodos presentados en este apartado se basan en la ética antropocéntrica, es decir, la premisa de que el medio ambiente tiene valor en cuanto que el ser humano se lo asigna (Romero, 1997; Ázqueta *et al.*, 2007; Labandeira *et al.*, 2007). Dicho valor se introduce en el modelo por medio de las externalidades, valoradas por métodos directos (valoración contingente) o indirectos (costo de viaje, costo de reposición, precios hedónicos, entre otros) (Romero, 1997; Ázqueta *et al.*, 2007; Labandeira *et al.*, 2007).

En segundo lugar, se debe de considerar el criterio del usuario de la herramienta, pues en él radica la selección de los costos y los beneficios que se incluirán en el modelo (Ázqueta *et al.*, 2007; Labandeira *et al.*, 2007). Se debe ser cuidadoso en sólo considerar costos y beneficios directos, pues todas las alternativas traen aparejados costos y beneficios indirectos que al incluirse pueden sesgar el resultado obtenido (Romero, 1997; Ázqueta *et al.*, 2007; Labandeira *et al.*, 2007).

Por su parte una de las críticas más fuertes a estos métodos, proviene de la economía ecológica y la sustentabilidad (Naredo, 2002). Dicha crítica radica en el hecho de que para que estos métodos arrojen resultados de rentabilidad, todos los costos y los beneficios que se introduzcan al modelo deben de encontrarse expresados en la misma unidad de medida, es decir, en términos monetarios (Naredo, 2002, 2003). Lo que deja de lado que se consideren costos y beneficios no susceptibles de ser reducidos a esta unidad de medida, como los sociales (Naredo, 2002, 2003).

2.3.4 Análisis Costo Beneficio Económico como método de valoración económica de las estrategias de adaptación

El Análisis Costo Beneficio Económico es una de las herramientas de valoración económica más empleadas en el campo de la política ambiental (Ázqueta *et al.*, 2007). Este método permite priorizar entre las estrategias de adaptación a fin de lograr un uso eficiente de los recursos, dado que valora monetariamente los costos y los beneficios de cada una de ellas (Suárez *et al.*, 2016).

Como se mencionó en apartados anterior el ACB Económico implica contrarrestar los costos y los beneficios, seleccionando la opción más rentable económica o socialmente (Ázqueta *et al.*, 2007). Las etapas que integran el ACB varían atendiendo al autor, sin embargo en este apartado se desarrollan aquellas que se encuentran presentes en las principales fuentes consultadas.

La primera etapa del ACB consiste en señalar de forma precisa la estrategia de adaptación que se implementará, detallando los alcances y limitaciones que implique (OCDE, 2006). En segundo lugar, es necesario identificar el escenario de referencia (estado actual de las cosas), que servirá de base para medir los resultados. De igual forma, es necesario determinar los escenarios hipotéticos, es decir, las opciones con las que se comparará el escenario de referencia (Suárez *et al.*, 2016). Es importante mencionar que el ACB es un análisis comparativo por naturaleza, pues incluso en las situaciones más simples siempre existe la alternativa de “hacer” y “no hacer” (Ázqueta *et al.*, 2007).

La tercera etapa del análisis permite distinguir los costos de los beneficios en cada uno de los escenarios y discriminar entre ellos, aquellos que sean susceptibles de valoración monetarios (OCDE, 2006). El ACB tiene como una limitante importante el hecho de que sólo puede valorar aquellos costos y beneficios monetarios (OCDE, 2006). Esta tercera etapa reviste especial importancia en el ACB Económico, pues a diferencia del ACB privado permite incluir externalidades (positivas o negativas) dentro de la valoración (Ázqueta *et al.*, 2007). La siguiente etapa permite cuantificar los costos y beneficios identificados en términos de

cantidades físicas (horas, metros, kilogramos, unidades, entre otros) (Massimo *et al.*, 2003).

La quinta etapa consiste en valorar monetariamente las diversas partes del proceso con la finalidad de que costos y beneficios queden expresados en la misma unidad de medida (FAO-PNUD, 2019). A continuación, se debe considerar el horizonte temporal de la estrategia de adaptación, para proyectar los costos y beneficios en el tiempo; para ello se aplica una tasa descuento, con el objetivo de cuantificar en términos del valor presente (OCDE, 2006).

En la séptima etapa se calculan los indicadores de rentabilidad (Tabla 2). Los autores revisados recomiendan tres: 1) Indicador de Valor Presente Neto (VPN), cuyos resultados pueden adoptar los siguientes valores: a) iguales a cero, cuando los costos son iguales a los beneficios, b) mayores que cero, cuando los beneficios son superiores y c) menores que cero, cuando los costos son superiores; 2) Indicador de relación costo-beneficio, cuyos resultados pueden adoptar valores a) iguales a la unidad, cuando los costos son iguales a los beneficios, b) mayores a uno cuando los beneficios son superiores y c) menores que la unidad, en el caso de que los costos sean superiores; y 3) Tasa Interna de Retorno (TIR), permite identificar el valor de la tasa de referencia en la cual el VPN adquiere el valor de cero, más allá de esta tasa el proyecto no es rentable (Ázqueta *et al.*, 2007; FAO-PNUD, 2019).

Tabla 2. Indicadores de Rentabilidad del Análisis Costo Beneficio

Formula del Indicador de rentabilidad	Componentes del Indicador
$VPN = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$ <p>Valor Presente Neto</p>	<p>VPN: Valor Presente Neto B_t: Beneficios en el año t C_t: Costos en el año t T: Horizonte temporal del proyecto r: Tasa de descuento o de interés</p>

$VPN = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} = 0$ <p style="text-align: center;">Tasa Interna de Retorno</p>	<p>VPN: Valor Presente Neto</p> <p>B_t: Beneficios en el año t</p> <p>C_t: Costos en el año t</p> <p>T: Horizonte temporal del proyecto</p> <p>TIR: Tasa Interna de Retorno</p>
$B/C = \left[\sum_{i=1}^n Y_i / (1+r)^n \right] / \left[I_0 + \sum_{i=1}^n c_i / (1+r)^n \right]$ <p style="text-align: center;">Relación Costo Beneficio</p>	<p>B/C: Relación Beneficio Costo</p> <p>r: Costo de Oportunidad del Capital</p> <p>N: Último año del periodo de la estrategia</p> <p>I₀: Inversión Original</p> <p>Y: Ingresos brutos de la estrategia</p> <p>C: Costos de la estrategia</p>

Fuente. Elaboración propia con base en Ázqueta et al. (2007)

La última etapa consiste en determinar las variables más sensibles en el tiempo (costo de los insumos, precio final de un producto, entre otras). Las variables más sensibles deben someterse a escenarios (optimista, pesimista y realista) y observar cómo fluctúan e interactúan con las demás variables en cada uno de los escenarios (Massimo *et al.*, 2003). En caso de ser necesario desarrollar guías de acción para enfrentar las fluctuaciones (Massimo *et al.*, 2003).

Finalmente, se toma la decisión, atendiendo al escenario que haya resultado con mayor rentabilidad económica (atendiendo a los indicadores de rentabilidad y al análisis de sensibilidad) (Ázqueta *et al.*, 2007). La rentabilidad económica se refiere al impacto que la medida de adaptación tiene sobre el bienestar de la comunidad; trasciende la rentabilidad financiera porque incluye las externalidades más relevantes que se generan como parte del proceso (Ázqueta *et al.*, 2007).

2.4 Valoración social de las estrategias de adaptación

En un contexto de escasez la valoración de las estrategias de adaptación al cambio climático resulta crucial con el objetivo de incentivar aquellas medidas que demuestren el uso eficiente de los recursos asignados (Meixueiro y Pérez, 2008). La evaluación tradicional de proyectos, incluidos los de corte climático, se basa en determinar la rentabilidad económica de las alternativas que se presentan con el

objetivo de demostrar la conveniencia de la realización del proyecto (Meixueiro y Pérez, 2008).

Para determinar la rentabilidad de un proyecto generalmente se siguen tres pasos, el primero, consiste en identificar aquellos conceptos que se consideran costos y beneficios; el segundo paso, permite estimar la magnitud física (dimensiones) de los conceptos identificados y por último, valorar económicamente los costos y los beneficios (Ministerio Español de Medio Ambiente, 2015; Sarquis y Parada, 2015). El tercer paso es el de mayor dificultad, pues para que exista comparabilidad entre los conceptos deben de ser expresados en la misma unidad, es decir, en términos monetarios (Sarquis y Parada, 2015).

La dificultad radica en el hecho de la imposibilidad de expresar los costos y beneficios en términos monetarios principalmente por dos razones: 1) el bien o servicio no cuenta con un valor asignado por el mercado y 2) razones éticas que no permiten reducir a numerario el costo o beneficio (Ázqueta *et al.*, 2007). Esta limitante de los métodos de valoración económica tradicionales, aunado a la complejidad que entraña la evaluación de las medidas de adaptación, han puesto en relieve la necesidad de contar con métodos de valoración que permitan apreciar criterios adicionales a los económicos (Ministerio Español de Medio Ambiente, 2015; Sarquis y Parada, 2015).

2.4.1 Métodos de valoración social de las estrategias

Los métodos de valoración social de las estrategias de adaptación al cambio climático se consideran complementarios de los métodos cuantitativos o económicos para la evaluación de una AbE (Guido-Aldana y Ramírez-Campero, 2016). Se recomienda combinarlos con la finalidad de soslayar los alcances y las limitaciones que entrañan cada una de las valoraciones. Existe una gran cantidad de variaciones de los métodos de valoración social, los cuales suelen adaptarse a las circunstancias particulares del proyecto o la estrategia (Magrin, 2015; Magallanes, 2016). Sin embargo, los métodos que se presentan son comparativos, es decir, confrontan las implicaciones de por lo menos dos opciones o cursos de

acción. Se pueden clasificar en dos grupos, atendiendo al valorador de las alternativas: valoración vertical y horizontal (Magrin, 2015; Magallanes, 2016).

Los métodos de valoración vertical son aquellos en los que la valoración de los costos y beneficios de cada una de las alternativas es asignado por expertos o investigadores ajenos al grupo de estudio (Magrin, 2015; Magallanes, 2016). Por su parte, la valoración horizontal implica que el grupo o comunidad de estudio asigne la ponderación a cada una de las alternativas atendiendo a su percepción y conocimiento de las circunstancias particulares que los rodean (Magrin, 2015; Magallanes, 2016). Dentro de los métodos de valoración vertical se describen el análisis multicriterio y el análisis costo utilidad. Como parte de la valoración horizontal se detalla el análisis de proyectos comunitario (Magrin, 2015; Magallanes, 2016).

El Análisis Multicriterio (AMC), también conocido como análisis multiobjetivo, es una herramienta que permite evaluar posibles alternativas de solución a un determinado problema, atendiendo a un conjunto de criterios definidos (Contreras, 2009; Guido-Aldana y Ramírez-Campero, 2016). El procedimiento de aplicación del AMC para la evaluación de estrategias de adaptación al cambio climático es el siguiente: 1) selección de las alternativas de adaptación a implementar, 2) formación del comité de expertos o participación ciudadana (conformado por los principales actores involucrados), 3) establecimiento de los criterios para priorizar las estrategias de adaptación, 4) determinación de la ponderación de los criterios seleccionados, 5) asignación de ponderación a cada uno de los criterios y 6) resultado del AMC y recomendación del comité (Contreras, 2009; Guido-Aldana y Ramírez-Campero, 2016). El AMC es una técnica con una carga importante de subjetividad que intenta corregir por medio de la conformación del comité de expertos o de participación ciudadana (Ázqueta et al., 2007; Guido-Aldana y Ramírez-Campero, 2016).

Dentro de los análisis de tipo vertical, se encuentra el Análisis Costo Utilidad (ACU), también llamado Análisis Costo Efectividad, es un método de valoración mixto, pues mezcla elementos monetarios con aquellos que no pueden

monetizarse con facilidad (Hutubessy *et al.*, 2003). Es un método ampliamente difundido en la economía de la salud y con aplicaciones recientes en economía ambiental, principalmente aplicado a estudios de transporte (Castillo *et al.*, 2012). El ACU se utiliza cuando alguna de las variables no puede reducirse a términos monetarios (principalmente por cuestiones éticas: años de vida, mejora en la calidad de vida, entre otros), generalmente las relacionadas con los beneficios. Los costos suelen expresarse en términos monetarios (Drummond *et al.*, 2001).

El procedimiento para aplicar el ACU es el siguiente: 1) selección de alternativas o cursos de acción, 2) identificación de los costos de cada una de las alternativas, 3) identificación de la utilidad que aporta cada curso de acción, 4) determinación del horizonte temporal, 5) elaboración de árbol de decisiones, 6) análisis de sensibilidad, 7) elaboración de matriz ACU y 8) interpretación de los resultados. Una de las limitaciones del ACU es que los beneficios deben poder expresarse en una misma unidad de medida (años de vida ganada, reducción de horas en el transporte público, entre otros) (Drummond *et al.*, 2001).

Como se señaló, la principal diferencia entre los métodos horizontales y verticales, es el evaluador (Úcar *et al.*, 2014). En el caso de las metodologías horizontales es el grupo social, empresa o comunidad, quien se erige como evaluador de los cursos de acción ante una determinada problemática (Úcar *et al.*, 2014). Existe una variedad importante de métodos de evaluación comunitaria, los cuales se clasifican atendiendo a un mayor o menor grado de participación del investigador en la evaluación de la intervención (Úcar *et al.*, 2014). En el extremo se encuentra la Investigación Acción Participativa (IAP) en la cual el investigador es un participante más de la comunidad y su única labor es la de facilitador, es el grupo quien define la necesidad de cambio y los rumbos a seguir (Carroll y Pérez, 2004).

Dentro del abanico de posibilidades de la evaluación comunitaria, se encuentra la Evaluación Participante (EP) que es una metodología híbrida de valoración social, la cual por medio de herramientas comunitarias permite investigar e intervenir en grupos o comunidades para medir acciones o proyectos que puedan afectarlos (Carroll y Pérez, 2004; Úcar *et al.*, 2014; Rebollo *et al.*, 2016; FAO, 2019). Se

considera una metodología híbrida porque en la mayoría de los casos el proyecto que se presenta a consideración de la comunidad ha sido diseñado por investigadores o por algún grupo institucional o gubernamental, sin embargo, el proceso deliberativo de adopción de la propuesta o proyecto y su evaluación lo lleva a cabo el grupo o la comunidad, siempre acompañados por un investigador o el coordinador del proyecto (Carroll y Pérez, 2004; Úcar *et al.*, 2014; Rebollo *et al.*, 2016; FAO, 2019).

La EP permite que las personas asignen valor colectivamente a las actividades o proyectos comunitarios (FAO, 2019). Implica un proceso reflexivo y deliberativo de valorar los cursos de acción que pueden tomar cada una de las posibles propuestas con base en el autoconocimiento de las potencialidades y limitaciones como organización (FAO, 2019). La metodología EP contribuye al empoderamiento individual y colectivo de la agrupación, al evaluar los proyectos que pueden afectarlos y tomar decisiones con base en un proceso ordenado y con herramientas deliberativas que se adecuen a sus necesidades (Rebollo *et al.*, 2016; FAO, 2019).

2.4.2 Alcances y limitaciones de la valoración social

La valoración social presenta importantes ventajas respecto a la valoración típica de proyectos, generalmente de tipo económico, los alcances varían en función del tipo de valoración: vertical u horizontal (Drummond *et al.*, 2001; Contreras, 2009). La valoración social vertical, como es el caso del AMC o ACU, tiene ventajas tales como: permite considerar diversos puntos de vista de expertos en diferentes campos que trascienden a criterios monetarios; establece redes multidisciplinarias de cooperación; aprovecha el conocimiento técnico del proyecto o alternativa a implementar; utiliza canales de comunicación definidos entre los evaluadores; impone filtros técnicos a la información y a los criterios para solventar la evaluación y generalmente surge como una acción planificada (Drummond *et al.*, 2001; Contreras, 2009).

Por su parte, en el caso de la valoración horizontal, especialmente la EP, entre las ventajas de su aplicaciones se encuentran: las decisiones son más acordes a la

realidad de la agrupación; los miembros del grupo desarrollan la habilidad de la evaluación; permite que el personal externo (investigadores, organismos internacionales, entre otros) comprenda mejor la dinámica del grupo; fortalece la comunicación entre los miembros de la comunidad; genera información útil y de fuente directa para la gestión del proyecto y favorece el empoderamiento grupal frente a otras organizaciones e individual, lo que permite el surgimiento de líderes comunitarios (Drummond *et al.*, 2001; Contreras, 2009).

La principal limitación del método de valoración social, con independencia de si es horizontal o vertical, está asociado a la subjetividad de los evaluadores (Carroll y Pérez, 2004; Ázqueta *et al.*, 2007; Úcar *et al.*, 2014). En el caso de la valoración horizontal, los miembros del grupo, transmitirán sus miedos, prejuicios o creencias a la valoración (Carroll y Pérez, 2004; Ázqueta *et al.*, 2007; Úcar *et al.*, 2014). Para el caso de la valoración vertical, la formación académica y sesgo ideológico de los técnicos o especialistas designados para llevar a cabo la evaluación, puede llevar a imprimir una mayor ponderación a determinado factor en la toma de decisiones (Carroll y Pérez, 2004; Ázqueta *et al.*, 2007; Úcar *et al.*, 2014). De igual forma la selección del criterio al que se reducen los costos y beneficios para ser expresados en una misma unidad entraña subjetividad o arbitrariedad por parte del investigador, por lo que la justificación de la selección cobra especial relevancia en estos tipos de mediciones (Rebollo *et al.*, 2016; FAO, 2019).

La literatura científica pone en relieve la importancia de la complementariedad de los métodos de valoración económica y social, pues la aplicación de ambas mediciones permite conocer el contexto y de forma más cercana a la realidad los resultados esperados de la implementación de un determinado proyecto (Ázqueta *et al.*, 2007). Sin embargo, la realidad de la evaluación de los proyectos pone en evidencia la preponderancia de los métodos de valoración económica y la marginación de la metodología social. Situación que prevalece en los estudios realizados hasta el momento que documentan la implementación de las estrategias AbE (Carroll y Pérez, 2004; Úcar *et al.*, 2014; Rebollo *et al.*, 2016; FAO, 2019).

3. CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

El presente capítulo se divide en tres apartados en estos se desarrollan los materiales y métodos para la consecución de los tres objetivos específicos que constituyen esta investigación, se justifican las razones que condujeron a su elección, se precisa si el método aplicado se ejecutó en su diseño original, del cual se refiere la fuente, o en su caso implicó adaptaciones.

3.1 Técnicas de recolección de información

Para el desarrollo de la presente investigación se emplearon tres técnicas de recolección de información. La primera consistió en la revisión de la literatura acerca de las estrategias AbE, los criterios que deben cumplir para ser consideradas como tales, las características que deben reunir las comunidades agrícolas para la implementación exitosa de estrategias AbE productivas y los métodos de valoración de las estrategias (Calle, 2016).

La segunda técnica empleada fue la observación participante (Jociles, 2018), la cual se utilizó en tres momentos específicos. El primero, tuvo lugar en la asamblea del grupo de fecha 28 de febrero de 2019 a las 17:00 horas, con trece de las integrantes presentes; la información obtenida se clasificó en categorías (Jociles, 2018), las cuales fueron: forma de organización del grupo, características de sus integrantes, antigüedad, actividad productiva, valor agregado a la producción, y forma en la que se insertan en la cadena de valor.

La segunda ocasión, en un Taller sobre la producción de hongos setas que se desarrolló el día 29 de noviembre de 2020 de las 9:00 a las 14:00 horas. En tercer lugar en un Taller sobre la producción de hongos shiitake que se desarrolló el día 29 de noviembre de 2020 de las 16:00 a las 21:00 horas. La información obtenida durante los talleres se clasificó en categorías (Jociles, 2018), las cuales fueron: generalidades del hongo shiitake, proceso productivo, particularidades y medidas de higiene y valor añadido a la producción.

Finalmente, la tercera técnica fue la entrevista. Se aplicaron dos entrevistas semiestructuradas (Díaz-Bravo *et al.*, 2013). La primera al Coordinador del

proyecto del PNUMA para la implementación de las estrategias AbE en Xalapa-Tlalnelhuayocan, la cual tuvo lugar el día 23 de mayo de 2019 a las 10:00 horas; posteriormente, a la información obtenida se le aplicó un análisis vertical del discurso (Sayago, 2014). La segunda fue una entrevista grupal a diez socias del Grupo Manos Mágicas, la cual tuvo lugar el día 06 de febrero de 2020 a las 16:00 horas; posteriormente, a la información obtenida se le aplicó un análisis horizontal del discurso (Vidales, 2013).

3.2 Análisis de diamante como herramienta de diagnóstico para la implementación de la estrategia AbE

El diagnóstico de la capacidad del Grupo Manos Mágicas para la implementación de la estrategia AbE se compone de tres elementos. El primero, corresponde a la caracterización de la estrategia AbE, con base en los criterios propuestos por FEBA (2017); los cuales son: enfoque climático, finalidad: Restauración, conservación o manejo sostenible del ecosistema; cobeneficios proporcionados por la estrategia AbE, beneficios de la implementación de la estrategia y apoyo institucional. Cabe señalar que se eligieron los criterios considerados por FEBA (2017) por ser los más rigurosos para calificar una estrategia como AbE. El segundo elemento corresponde a la caracterización del grupo de estudio, con base en las categorías: historia y formación del grupo; forma de organización; características de sus integrantes; actividad productiva; valor agregado a la producción y forma en la que se insertan en la cadena de valor.

Por su parte, el tercer elemento consiste en un Análisis de Diamante (Porter, 1990) aplicado al Grupo Manos Mágicas. Dicha herramienta se eligió porque permite analizar la interacción de factores internos y externos de manera concreta. Para el análisis se identificaron los cuatro factores internos del modelo: condiciones de los factores de producción, condiciones de la demanda, sectores relacionados y de apoyo y aspectos de estrategia, estructura y rivalidad; por otro lado se identificaron los factores externos: gobierno e Instituciones y azar o aspectos imprevistos. Posteriormente se realizó un diagnóstico de la situación actual de la agrupación y su capacidad para la implementación de la estrategia

AbE; enfatizando aquellos factores, internos y externos, que puede aprovechar y aquellos que deberá modificar. Finalmente, se determinó la estrategia de ventaja competitiva (Porter, 1985) que el grupo debía de seguir.

Cabe señalar que la investigación documental aportó información para caracterizar la estrategia AbE y los factores externos del análisis de diamante. La entrevista semiestructurada al Coordinador del Proyecto PNUMA proporcionó datos para la caracterización de la estrategia AbE, del grupo de estudio y el desarrollo del análisis de diamante; por su parte, la entrevista grupal de las socias permitió documentar información para la caracterización del grupo y los factores internos del análisis de diamante. Finalmente la observación participante de la asamblea del grupo abonó a la caracterización de la agrupación y al desarrollo del análisis de diamante, particularmente de los factores internos (Figura 1).

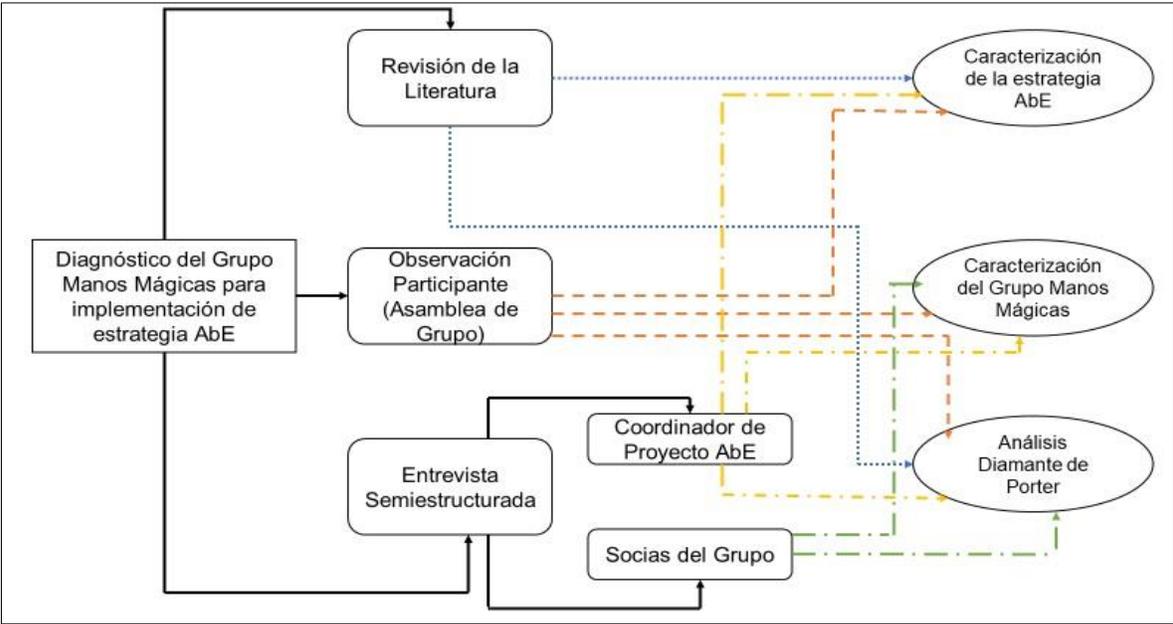


Figura 1. Esquema metodológico para el diagnóstico del Grupo para la implementación de la estrategia de adaptación

Fuente. Elaboración Propia

3.3 Valoración económica por medio del Análisis Costo Beneficio Económico

Para la valoración económica de la implementación de la estrategia AbE, se seleccionó como método el Análisis Costo Beneficio Económico (OCDE, 2006;

Ázqueta *et al.*, 2007; FAO-PNUD, 2019). Para la aplicación del ACB se siguieron ocho etapas. La primera etapa consistió en señalar de forma precisa la estrategia AbE que se implementará, detallando los alcances y limitaciones que implica. Esta primera etapa se consideró cumplida con la caracterización de la estrategia AbE que se lleva a cabo como parte del diagnóstico del Grupo para la implementación de la estrategia AbE (Objetivo Específico 1) y no se reprodujo nuevamente en el apartado correspondiente a los resultados del ACB por considerarlo redundante.

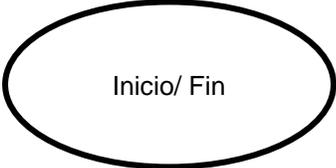
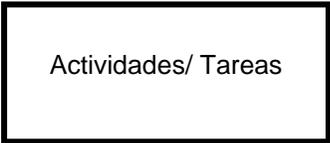
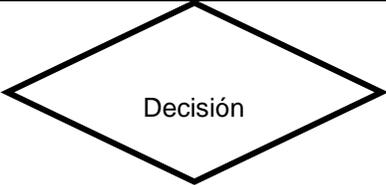
En segundo lugar, se identificó el escenario de referencia, estado actual de las cosas, que sirvió de base para medir los resultados. De igual forma, fue necesario determinar los escenarios hipotéticos, es decir, las opciones con las que se comparó el escenario de referencia. Para la representación gráfica de los escenarios de referencia e hipotéticos se emplearon diagramas de flujo (Ortega, 2017) con la simbología empleada en los procesos administrativos y de producción (Tabla 3). La tercera etapa del análisis permitió identificar los costos y beneficios en cada uno de los escenarios y se discriminó entre ellos, aquellos que fueron susceptibles de valoración monetaria.

La cuarta etapa permitió cuantificar los costos y beneficios identificados en términos de cantidades físicas: horas de trabajo, metros, kilogramos, unidades, entre otros. La expresión de los costos y beneficios en unidades físicas se llevó a cabo para cada uno de los escenarios (referencia e hipotéticos). La quinta etapa consistió en valorar monetariamente las diversas partes del proceso con la finalidad de que costos y beneficios queden expresados en la misma unidad de medida. El método de valoración monetaria fue valuación a precio corriente de mercado (OCDE, 2006; Ázqueta *et al.*, 2007; FAO-PNUD, 2019).

Posteriormente, como parte de la sexta etapa del ACB, se realizaron las proyecciones. El horizonte temporal considerado fue de 10 años. El primer año se proyectó mensualmente, el resto sólo anualmente. La tasa de descuento aplicada fue de 5.03% que corresponde a la tasa anual de los CETES (Certificados de la Tesorería) a mayo de 2020. La información en esta etapa se proyectó mediante el

uso del software de gestión de información financiera SAP ERP 6.0, última versión del año 2016.

Tabla 3. Simbología para la elaboración de diagramas de flujo

Símbolo	Significado
 <p>Inicio/ Fin</p>	Representa el Inicio o Fin de un Proceso
 <p>Actividades/ Tareas</p>	Representa actividades o tareas dentro de un Proceso
 <p>Decisión</p>	Representa una disyuntiva dentro del proceso. Implica un elección
 <p>Entrada/ Salida</p>	Representa la entrada de un insumo y su salida, previa transformación

Fuente. Elaboración propia con información de Ortega (2017)

En la séptima etapa se calcularon los indicadores de rentabilidad. Se seleccionaron los tres principales: 1) Indicador de Valor Presente Neto (VPN), 2) Indicador de relación costo-beneficio (C/B) y 3) Tasa Interna de Retorno (TIR) (OCDE, 2006; Ázqueta *et al.*, 2007; FAO-PNUD, 2019). Los indicadores de rentabilidad se calcularon mediante el uso del software SAP ERP 6.0, última versión del año 2016. La última etapa consistió en realizar un análisis de sensibilidad. Para ello se identificó como variable sensible el costo de oportunidad de la mano de obra. Una vez detectada la variable sensible se diseñaron tres escenarios de variación: optimista, neutro y pesimista. Posteriormente, se observó la fluctuación de las variables y el impacto que sobre los indicadores ejerció. Por último, se informó el escenario que desde la perspectiva económica obtuvo mayor

rentabilidad. Adicionalmente a los indicadores del ACB se calculó el retorno de la inversión (ROI) y el tiempo de recuperación de la inversión (Massimo *et al.*, 2003).

Cabe señalar que la revisión de la literatura aportó información para las siguientes etapas del ACB: descripción del Proyecto AbE, cuantificación física de escenarios (referencia e hipotéticos), valoración monetaria de los escenarios, elaboración de proyecciones, obtención de indicadores de rentabilidad y análisis de Sensibilidad (Figura 2). La observación participante de los talleres de producción de hongos comestibles aportó información para la etapas: diseño de escenarios (referencia e hipotético), identificación de costos y beneficios, cuantificación física de los escenarios y valoración monetaria de los escenarios.

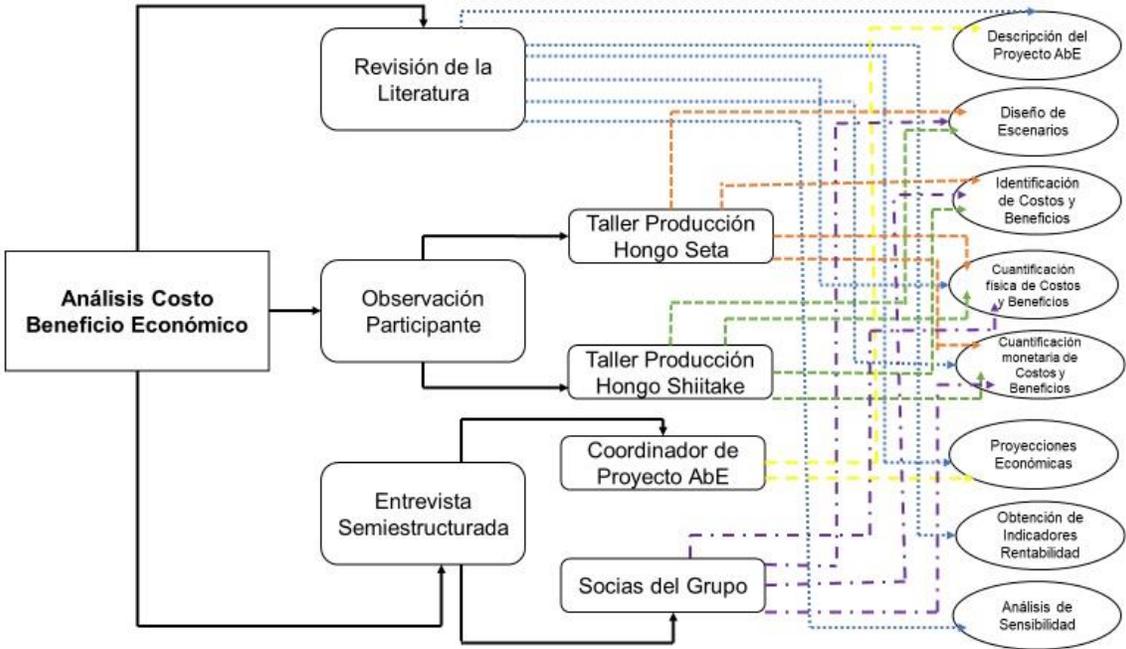


Figura 2. Esquema metodológico para la valoración económica de la medida de adaptación

Fuente. Elaboración propia

Por su parte, la entrevista al Coordinador del Proyecto PNUMA aportó información para las etapas: planteamiento del Proyecto AbE y elaboración de Proyecciones Económicas. Por último, la entrevista grupal socias del Grupo Manos Mágicas aportó información para la etapas: diseño de escenarios (referencia e hipotético),

identificación de costos y beneficios, cuantificación física de los escenarios y valoración monetaria de los escenarios.

3.3 Análisis de los costos y beneficios no monetarios de la AbE

Para el análisis de los costos y beneficios no monetarios de la implementación de la estrategia AbE, se seleccionó como método el Análisis Discursivo (Sayago, 2014). Para su aplicación se siguieron cuatro fases. La primera, consistió en señalar de forma precisa la estrategia AbE que se implementará, detallando los alcances y limitaciones que implica. Esta primera fase se consideró cumplida con la caracterización de la estrategia AbE que se lleva a cabo como parte del diagnóstico del Grupo para la implementación de la estrategia AbE (Objetivo Específico 1).

Posteriormente, se definieron los escenarios comparativos, para ello se describió la situación actual en la que se encuentra el Grupo Manos Mágicas y las alternativas para la implementación de la estrategia AbE. Esta segunda fase se consideró cumplida con el diseño de escenarios (referencia e hipotéticos) que se llevó a cabo como parte del ACB (Objetivo Específico 2), mediante la representación de los procesos en los diagramas de flujo.

En la tercera etapa se identificaron los costos y beneficios asociados a cada una de las alternativas de acción planteadas, posteriormente se clasificaron atendiendo a su naturaleza en monetarios y no monetarios. Se discriminó para el Análisis discursivo aquellos que son de naturaleza monetaria. Por último, se analizaron los costos y beneficios no monetarios, para ello se caracterizaron y contrastaron con los hallazgos encontrados en estudios similares.

Cabe señalar que la revisión de la literatura aportó información para todas las etapas del análisis discursivo (Figura 3). La observación participante de los talleres de producción de hongos comestibles aportó información para la etapas: definición de escenarios comparativos e identificación de costos y beneficios no monetarios. Por su parte, la entrevista al Coordinador del Proyecto PNUMA aportó información para las etapas de planteamiento del Proyecto AbE y análisis del Discurso. Por

último, la entrevista grupal a las socias aportó información para la etapas: definición de escenarios comparativos, identificación de costos y beneficios no monetarios y análisis del discurso.

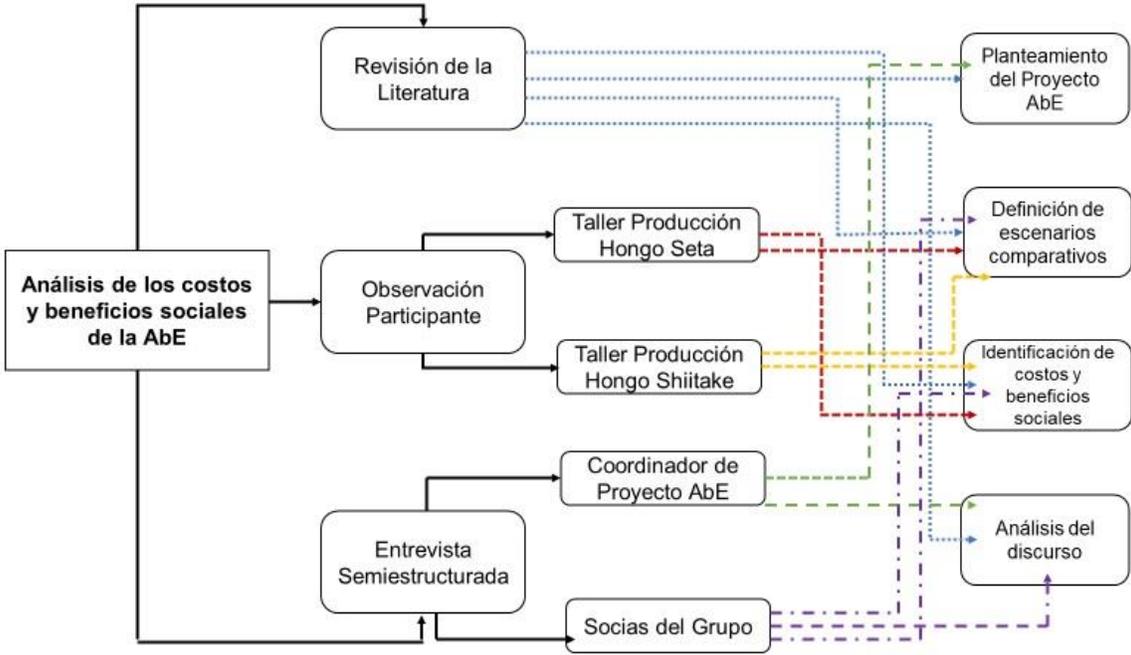


Figura 3. Esquema metodológico para el análisis de los costos y beneficios no monetarios

Fuente. Elaboración propia

4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diagnóstico integral del Grupo Manos Mágicas para la implementación de la estrategia AbE de producción de hongos comestibles

En el presente apartado se desarrollan los resultados y la discusión correspondientes al Objetivo específico 1 de esta investigación. Para ello se han segmentado en tres apartados. En el primero se caracterizó la producción de hongos comestibles, setas y shiitakes como una estrategia AbE. En el segundo apartado, se caracterizó al Grupo Manos Mágicas como actor de la estrategia. Finalmente se presenta un análisis de Diamante Porter que permite realizar un diagnóstico acerca de la implementación de la AbE en el Grupo.

4.1.1 Caracterización de la producción de hongos comestibles como estrategia AbE

La estrategia AbE de estudio tiene por objetivo el desarrollo de mejores prácticas agrícolas que reduzcan el impacto en el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) del Centro de Veracruz. Además, aporta a las comunidades agrícolas de la región de fuente de ingresos adicionales a través de la producción de hongos comestibles, setas y shiitakes, en ambientes controlados. Esto potencialmente reducirá las dos principales amenazas al ecosistema: la tala immoderada y el cambio de uso de suelo para fines agrícolas. Es preciso mencionar que hasta el momento en que se redacta este documento esta intervención aún se encuentra en fase de implementación.

Para la selección de las intervenciones como estrategias AbE, incluyendo la que se estudia, el PNUMA convocó a expertos de sectores académicos y de investigación (Universidad Veracruzana, Colegio de Veracruz, entre otros) y representantes del gobierno estatal y municipal. Se optó por la producción de hongos comestibles como estrategia AbE dos razones principalmente. La primera, las características fenotípicas de los hongos los hacen especialmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático por lo que al producirse en ambientes controlados se reduce la vulnerabilidad del cultivo y se fortalece la adaptación de

las comunidades agrícolas a la problemática ambiental. La segunda, los hongos comestibles cuentan con gran aceptación en el mercado nacional, forma parte de la dieta familiar mexicana y poseen un alto valor nutricional.

A continuación se caracteriza la estrategia AbE de estudio, aplicando el enfoque de FEBA (2017) de los cinco criterios (Tabla 4). El primer criterio se refiere al enfoque climático con el que debe concebirse la estrategia de adaptación, el cual acredita, pues dicha estrategia nace en el marco del “*Proyecto Construcción de Resiliencia Climática en sistemas urbanos a través de la Adaptación basada en Ecosistemas en América Latina y el Caribe*”, que tiene como objetivo incrementar la resiliencia al cambio climático de las comunidades que habitan en la proximidad del BMM, en Xalapa-Tlalnelhuayocan, zonas que se caracterizan por su alta vulnerabilidad a fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Tabla 4. Aplicación de los criterios FEBA para caracterizar la estrategia de adaptación de estudio

Criterio de calificación	Aplicación en estrategia AbE de Estudio
Enfoque climático (Planificada para hacer frente al cambio climático)	Se enmarca dentro de un proyecto desarrollado por el PNUMA (2018) para enfrentar los embates del cambio climático
Finalidad (Conservación, manejo integral o restauración de un ecosistema)	La finalidad es el manejo integral del BMM del Centro de Veracruz, aledaño a Xalapa-Tlalnelhuayocan
Cobeneficios esperados (derivados de la finalidad de la AbE)	<ul style="list-style-type: none"> • Captación agua de lluvia • Regulación del clima • Aprovechamiento • Protección contra erosión del suelo
Beneficios esperados (derivados de la finalidad de la AbE, no provenientes del aspecto ambiental)	<ul style="list-style-type: none"> • Diversificación de ingresos • Aprovechamiento del conocimiento local y tradicional • Empoderamiento de las socias • Acceso a créditos y fuentes de ahorro • Seguridad alimentaria
Apoyo Institucional	Cuentan con el apoyo del Ayuntamiento y de organismos internacionales como el PNUMA

Fuente. Elaboración propia con base en FEBA, 2017

Por su parte, el segundo criterio hace referencia a la finalidad de la estrategia AbE, en este caso en particular el manejo integral del BMM. Criterio que se cumple al tomar en consideración el objetivo con el que fue diseñada la estrategia, es decir, la reducción del impacto negativo en el BMM aledaño a Xalapa-Tlalnelhuayocan, a través de la dotación de una fuente adicional de ingresos a los agricultores de la región para reducir las potenciales amenazas sobre el ecosistema. El tercer criterio, versa sobre los cobeneficios esperados del manejo integral del BMM, encuentra sustento en los servicios ecosistémicos que el bosque provee, entre los cuales destacan: captación de agua de lluvia, regulación del clima, aprovisionamiento de frutos y protección contra la erosión del suelo.

El cuarto criterio hace referencia a los beneficios obtenidos por la implementación de la estrategia, en este caso, la medida busca dotar a los agricultores de la zona de una actividad productiva adicional, mediante el cultivo de hongos comestibles (setas y shiitakes), por tanto, los beneficios esperados son: diversificación de ingresos, empoderamiento de grupos vulnerables, aprovechamiento del conocimiento local y tradicional, acceso a créditos y fuentes de ahorro y seguridad alimentaria de las comunidades agrícolas. El último criterio alude al apoyo institucional, en este caso se cuenta con el apoyo técnico y económico del PNUMA y de los Ayuntamientos de Xalapa y San Andrés Tlalnelhuayocan.

Los resultados hallados en la caracterización de la estrategia AbE de producción de hongos comestibles (setas y shiitakes) muestran que cumple con los cinco criterios FEBA (2017), por tanto, es una auténtica estrategia AbE. Estos hallazgos son consistentes con otros estudios que buscan definir las características con las que debe cumplir una estrategia AbE y que se resumen en tres: 1) objetivo encaminado a reducir la vulnerabilidad de las comunidades frente al cambio climático, 2) la finalidad de la estrategia: conservación, restauración o manejo integral y 3) los cobeneficios esperados del cuidado de los ecosistemas (Olivier *et al.*, 2012; Andrade y Vides, 2014; Vignola *et al.*, 2015). Sin embargo, para la caracterización se optó por el enfoque de FEBA por considerarlo el más riguroso. De igual forma se justifica que la producción de hongos comestibles se realice en

ambientes controlados y no en sistemas agroecológicos, pues los hongos en dichos sistemas son especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático por sus características fenotípicas (Martínez-Carrera *et al.*, 2000; Martínez-Carrera *et al.*, 2007; Casadiego, 2011; Gordillo y Méndez, 2013).

4.1.2 Caracterización del Grupo Manos Mágicas como actor de la estrategia AbE

El Grupo Manos Mágicas se encuentra constituido bajo la figura legal de Sociedad Cooperativa de Responsabilidad Limitada, del tipo de producción en términos de lo que señala la Ley de Sociedades Cooperativas. Se ubica en la localidad de Otilpan (Coordenadas 19°32'47.1"N 96°58'30.73"O) en el municipio de San Andrés Tlalnelhuayocan, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave en México. El grupo se conformó en el año 2008, con el objetivo de organizar a las mujeres productoras de tortillas de la zona con el apoyo del gobierno municipal de Tlalnelhuayocan. El Ayuntamiento además dotó a la agrupación de un molino eléctrico, con la finalidad de facilitar sus labores.

En un principio, el grupo se conformó con cuarenta mujeres productoras. Para el año 2020 la agrupación está conformada por dieciséis mujeres campesinas. Las socias atribuyen la paulatina reducción de la organización la pérdida de apoyo por parte del Ayuntamiento, derivado del cambio de gobierno municipal, situación que desmotivó a algunas integrantes. El año 2015 fue decisivo para la agrupación, pues redefinieron sus objetivos, establecieron las bases de la actual organización y definieron elementos administrativos como el logo de su empresa.

Cabe señalar que si bien el Grupo Manos Mágicas se constituyó hace doce años como una Sociedad Cooperativa, previo a ello las socias ya participaban en actividades relacionadas con el cultivo del maíz, y su transformación. Por tanto, la figura legal formalizó la estructura organizacional que existía con anterioridad; actualmente cuenta con una mesa directiva, integrada por Presidenta, Secretaria y Vocal. La formalización del grupo incrementó el interés de algunos miembros de la comunidad por integrarse al mismo, así como el de algunas instituciones para interactuar con ellos.

El grupo se dedica principalmente al cultivo de maíz criollo. Aproximadamente el 50% de su producción cerca del 50% lo comercializan sin procesar, en mazorca, a productoras de tortillas de la comunidad de Rancho Viejo, Veracruz; el resto lo transforman para la elaboración y venta de tortillas, gorditas y tlacoyos. Además del maíz criollo, siembran frijol, calabaza, guayaba, garbanzo y tomatillo. El frijol lo utilizan como insumo para la producción de los derivados de la milpa y los demás productos los comercializan en el municipio de Xalapa, Veracruz.

En 2018, el grupo recibió la invitación para participar en el “*Proyecto Construcción de Resiliencia Climática en sistemas urbanos a través de la Adaptación basada en Ecosistemas en América Latina y el Caribe*”, como parte de un programa piloto que propone la intervención de la producción de hongos comestibles, de las especies setas y shiitakes, en ambiente controlado, como medida AbE. Para la implementación de la estrategia el PNUMA se comprometió a financiar la inversión inicial del proyecto, dar capacitación y seguimiento técnico para que las integrantes del grupo desarrollen esta nueva actividad productiva.

Entre las características que el PNUMA tomó en consideración para incluir al grupo en el proyecto fueron: ubicación geográfica, pues se encuentran en la zona en la que se lleva a cabo el proyecto; habitan y desarrollan sus labores en una zona de alta vulnerabilidad a fenómenos hidrometeorológicos extremos; desarrollan su actividad productiva en una zona colindante con el BMM y la agricultura constituye la principal actividad productiva de la organización.

Aunado a lo anterior, el grupo presenta características particulares que hacen de interés su estudio, entre las que destacan: 1) su composición, ya que se encuentra formado exclusivamente por mujeres, lo que permite introducir al estudio variables relacionadas con el género y sus implicaciones sociales; 2) está constituido legalmente, lo que permite un mayor acceso a apoyos institucionales, además tienen claramente definida sus funciones y relaciones de mando; 3) se rigen por un reglamento, el cual fue acordado de forma colectiva, en el cual se estipulan la obligación de asistir a las reuniones semanales. De igual forma, establece la forma en la que se reparten las utilidades del grupo y las sanciones en caso de no

cumplir las reglas. Los conflictos entre las socias se dirimen en votaciones colectivas; 4) se dedican a la producción de maíz criollo, producto agrícola más representativo de nuestro país; 5) incorporan valor agregado a su producción de maíz criollo, por la venta de productos derivados de la milpa, obteniendo un mayor margen de utilidad; 6) la mesa directiva constituye un órgano supervisor de la producción, auxiliado de las socias con mayor experiencia o reconocidas por sus conocimientos culinarios; 7) cuentan con una alianza estratégica con el Grupo Agroecológico Sendas A.C. que les permite hacer llegar su producto a los consumidores finales; 8) tienen bajo su custodia el manejo un “recurso común no tradicional” porque comparten el uso de la semilla de maíz que conservan cosecha tras cosecha, preservando aquellas que han incrementado la producción o han demostrado ser más resistentes a plagas y 9) comparten el conocimiento local y tradicional propio de su quehacer agrícola.

Respecto a las integrantes del Grupo, todas las socias son madres de familia y se dedican principalmente al comercio y complementan sus ingresos con las actividades del Grupo. Lo que les permite aportar ingresos para el sustento familiar. Con respecto al aprovechamiento de los servicios ecosistémicos proporcionados por el BMM, señalaron que principalmente se aprovisionan de madera, frutos o animales de caza. Por otro lado, reconocen la pérdida de estabilidad de las laderas a raíz de la deforestación del bosque, lo que provoca mayor exposición a fenómenos hidrometeorológicos adversos. Además, algunas de las integrantes poseen experiencia en la producción de hongos comestibles y mostraron disposición para transmitirla a sus compañeras.

Por otra parte, el coordinador del Proyecto PNUMA para Xalapa-Tlalnelhuayocan, señaló que al término del acompañamiento de cuatro años que contempla la intervención calificaría como exitosa la estrategia AbE si: a) se reduce la vulnerabilidad climática del Grupo, es decir, que ante la presencia de fenómenos hidrometeorológicos adversos que dañen la cosecha de maíz, las socias pueden subsistir con la producción de hongos; b) se reducen actividades como la caza, el aprovisionamiento de madera, la venta de plantas y vegetación sustraídas del

BMM; c) concluido el apoyo económico para el funcionamiento del módulo de hongos, la producción es sostenible con los recursos propios del grupo; d) la relación costo-beneficio es rentable económicamente y e) la cadena de valor de la agrupación permite posicionar la producción de hongos comestibles.

Los resultados hallados en la presente investigación coinciden con lo documentado por CONABIO (2010), en donde se pone de manifiesto que en la región del BMM del Centro de Veracruz, destaca por las grandes oportunidades para su mantenimiento y conservación debido a la presencia de grupos organizados de pequeños propietarios de parcelas a favor de la reforestación. El Grupo Manos Mágicas se enmarca como parte de las comunidades agrícolas que reconocen la importancia del ecosistema y están a favor de adoptar estrategias para el manejo sostenible del BMM.

De igual forma, los resultados de este apartado demostraron que el grupo cuenta con las características necesarias para el éxito de la estrategia AbE implementada en una comunidad, entre las que destacan: estructuras jerárquicas definidas, cohesión en el tiempo, sentimiento de pertenencia, intereses en común y solidaridad y cooperación (Ayers *et al.*, 2012; INECC, 2018). Aunado a lo anterior, entre los resultados que se hallaron se encontró que el Grupo resguarda bienes comunes tales como: la semilla conservada cosecha tras cosecha y el conocimiento tradicional (preservado generación tras generación) (Merino, 2012).

Partiendo del supuesto de que el Grupo resguarda bienes comunes, los hallazgos de esta investigación permiten señalar que la agrupación cuenta con las características necesarias para la administración exitosa de los comunes y su supervivencia en el tiempo, éstas son: límites claramente definidos, reglas definidas, sistemas de supervisión entre los integrantes, mecanismos para resolver conflictos, sanciones graduadas por incumplimiento de reglas, posibilidad de modificar las reglas de forma colectiva, reconocimiento de la agrupación por la autoridad pública y la comunidad interactúa activamente con la sociedad (Ostrom, 1990; Ostrom *et al.*, 2008). Estas características aunadas a las que se presentaron

en párrafos anteriores han demostrado que permiten el éxito de las estrategias AbE y la supervivencia de las organizaciones.

4.1.3 Diagnóstico del Grupo Manos Mágicas para la implementación de la estrategia AbE

El análisis de Diamante (Porter, 1990) identifica dos factores de la organización: internos y externos. Los componentes que integran el análisis interno del Grupo Manos Mágicas son: condiciones de los factores de producción, condiciones de la demanda, sectores relacionados y de apoyo y aspectos de estrategia, estructura y rivalidad (Figura 4). A continuación se describen:

Condiciones de los factores de producción

El Grupo dispone de la infraestructura necesaria para la actividad productiva que realizan, pues cuentan con cuatro parcelas para el cultivo de maíz criollo y otros vegetales, un molino eléctrico para la transformación del grano, dieciséis cocinas equipadas con los utensilios necesarios para la producción de tortillas, gorditas y tlacoyos. Con respecto a la mano de obra, por el tipo de constitución legal del grupo, Sociedad Cooperativa, cada una de las socias de la agrupación constituye una trabajadora, por lo que el grupo cuenta con mano de obra suficiente para el cultivo del maíz criollo y su posterior transformación.

Condiciones de la demanda

La producción del Grupo Manos Mágicas es artesanal y su forma de cultivo es orgánica, no emplean herbicidas, pesticidas o abono químico. Dirigen sus esfuerzos de venta a un sector poblacional de “nicho”, es decir, la población de la región Xalapa-Tlalnelhuayocan con gustos definidos hacia productos naturales, artesanales, orgánicos y que incentiven a productores locales. Se identificó que existe congruencia entre el sector de la demanda que buscan satisfacer y el producto que comercializan.

Sectores relacionados y de apoyo

El Grupo Manos Mágicas tiene la política de adquirir sus insumos con productores locales con la intención de reactivar la economía de la localidad. Otro aspecto fundamental, es la alianza estratégica que mantiene con el Grupo Agroecológico SENDAS A.C. la cual le permite que su producción llegue al consumidor final, asegurando de esta forma la venta de la mercancía y los ingresos de la agrupación.

Aspectos de estrategia, estructura y rivalidad

La agrupación utiliza como estrategia de competencia la diferenciación de su producción ofreciendo bienes naturales, orgánicos y artesanales. Respecto a su estructura se encuentran constituidas bajo la figura de Sociedad Cooperativa de Responsabilidad Limitada, con una estructura jerárquica definida y funciones entre las socias delimitadas, con asambleas de grupo semanales y con métodos establecidos para la toma de decisiones. Reconocen a la competencia, es decir, otros productores de tortillas o productos derivados de maíz. Incluso en el caso de productoras de tortillas de la comunidad de Rancho Viejo, Veracruz la agrupación es uno de sus proveedores.

Por otro lado, los factores externos del análisis de diamante son:

Gobierno e instituciones

La relación del Grupo Manos Mágicas con el gobierno es favorable, principalmente con el Ayuntamiento del municipio de San Andrés Tlalnelhuayocan. Han recibido apoyos para equipamiento, como es el caso del molino eléctrico, para la constitución de la sociedad, cursos de capacitación y formación. En la administración actual participan en un programa para el fomento y rescate de la cultura culinaria del municipio, además han recibido apoyos para participar en ferias estatales y regionales. Respecto a la relación con instituciones u organismos internacionales, destaca la relación que sostiene con el PNUMA, quién en 2018 invitó al grupo a participar en el Proyecto AbE, en la intervención de producción de

hongos comestibles, de las especies shiitakes y setas, con la finalidad de reducir la vulnerabilidad de la agrupación al cambio climático.

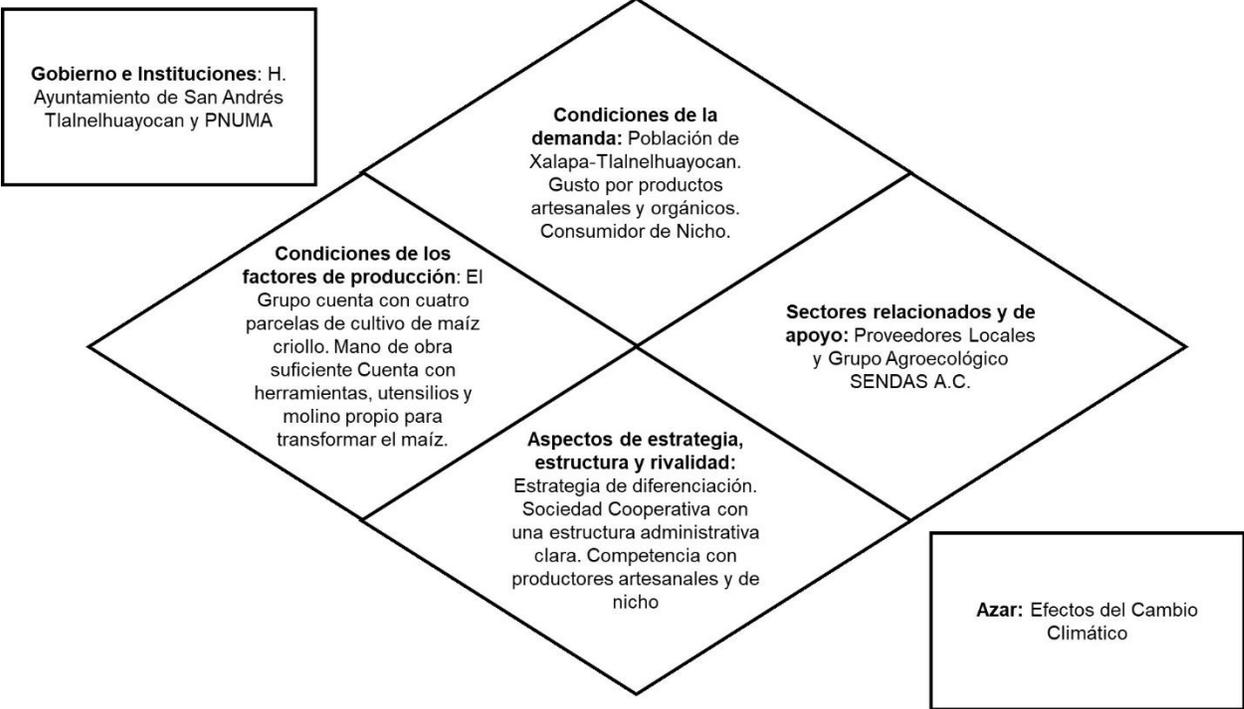


Figura 4. Diagnóstico de diamante Porter (1990) del Grupo para la implementación de la estrategia de adaptación

Fuente. Elaboración propia

El azar

Implica la incertidumbre a la que el grupo se enfrenta y de la cual se documentó como causa principal la relacionada con el cambio climático y sus embates en la región. Según el estudio de vulnerabilidad (ONU-PNUMA, 2019) realizado en la zona, Otilpan es una de las localidades con mayor potencial de verse afectada por derrumbes, deslizamientos y deslaves, sin embargo, la magnitud de los efectos de esos peligros son inciertos.

Con base en el análisis Diamante de la organización, se observó que el Grupo Manos Mágicas cuenta con la suficiente fortaleza interna para incorporar como actividad productiva adicional la producción de hongos comestibles (setas y shiitakes), lo que permitiría la diversificación de los ingresos y en consecuencia el

fortalecimiento de la organización. Por su parte, los factores externos son propicios para la incorporación de la nueva actividad productiva, puesto que cuenta con el amparo del PNUMA para la implementación, proporcionando apoyo económico y técnico, durante los cinco años que dure el programa piloto. De igual forma, frente al entorno de incertidumbre derivado del cambio climático, la implementación de la estrategia AbE resultaría en un incremento de la resiliencia de la agrupación, pues además de una fuente de ingresos adicional, la producción de hongos comestibles resultaría un elemento crucial en el camino hacia la seguridad alimentaria del grupo. Por lo anterior, el Grupo Manos Mágicas no sólo se encuentra en condiciones para implementar la estrategia, sino que se recomienda su implementación para reducir la incertidumbre del entorno.

Para que el Grupo Manos Mágicas implemente la estrategia AbE con éxito debe realizar ajustes en las condiciones vinculadas con los factores de producción, particularmente: acondicionamiento del módulo de producción de hongos comestibles, adecuación de las actividades productivas de las socias, para que dispongan del tiempo suficiente para el cultivo de hongos. Por su parte, existen condiciones internas que pueden ser potencializadas, tales como: la alianza estratégica con el Grupo Agroecológico SENDAS A.C., la cual les permitirá posicionar la producción de hongos comestibles y la creciente preferencia del consumidor por productos naturales, orgánicos, artesanales y locales.

Por otra parte, como estrategia se recomienda continuar con la de diferenciación basada en el valor agregado que añade a sus productos, pues el Grupo no sólo se dedica al cultivo de maíz criollo, sino que le añade valor transformándolo en gorditas, tlacoyos y tortillas. Esta misma estrategia es la que deben seguir con el cultivo de hongos comestibles, una vez que dominen el procedimiento de producción, es deseable que añadan valor a la cosecha, mediante procesos como la conserva o el secado.

El Grupo Manos Mágicas cuenta con factores de producción consolidados y especializados en su actividad productiva actual, aunado a relaciones sólidas con proveedores locales y una alianza estratégica que le permite que su producción se

coloque en el mercado y asegurar ingresos para el Grupo, lo que le genera un margen de holgura para implementar la estrategia AbE de producción de hongos comestibles. Lo anterior es consistente con lo documentado en la literatura, puesto que si una organización tiene un adecuado balance entre las condiciones internas (factores de producción, condiciones de demanda, sectores de apoyo y estructura de competencia) estará en una posición de ventaja competitiva que le permitirá diversificar su producción o ampliar los alcances de su mercado meta (Porter, 1985; 1990).

Por su parte, se ha documentado que el éxito de la implementación de estrategias AbE de tipo productivo en comunidades agrícolas depende de la capacidad que tienen para que su producto se comercialice, (Vignola *et al.*, 2015), en el caso de estudio este requisito se cumple debido a la alianza con el Grupo SENDAS A.C. que asegura un mercado y clientes potenciales para la producción de hongos comestibles. Por último, no debe soslayarse la importancia de la seguridad alimentaria que proporciona al Grupo este tipo de estrategias AbE, pues contar con una fuente de alimentación nutritiva y sostenible, como la que proveen los hongos comestibles, reduce significativamente la vulnerabilidad de las comunidades agrícolas en escenarios de incertidumbre como el cambio climático o la pandemia Covid-19 (Martínez-Cabrera *et al.*, 2007; Gordillo y Méndez, 2013; Coleman *et al.*, 2018).

4.2 Valoración económica de la producción de hongos comestibles como estrategia AbE

En el presente apartado se desarrollan los resultados y la discusión correspondiente al Objetivo específico 2 de esta investigación. Para ello se han segmentado en siete apartados, en conformidad con los pasos del Análisis Costo Beneficio. En el primer apartado se plantea la estrategia AbE. En el segundo apartado se diseñan los escenarios, referencial e hipotéticos. En tercer lugar, se identifican los costos y beneficios asociados a cada uno de los escenarios. En el cuarto apartado se cuantifica en unidades físicas (horas, kilogramos, metros) cada uno de los escenarios y se les asigna un valor monetario. En quinto lugar se

presentan las proyecciones a diez años de cada uno de los escenarios. Posteriormente, en el sexto apartado, se calculan los indicadores de rentabilidad. Finalmente se presenta el análisis de sensibilidad de la estrategia AbE y se determina la rentabilidad económica de los escenarios.

4.2.1 Descripción de la intervención de producción de hongos comestibles como estrategia AbE

La primera etapa consistió en señalar los alcances y limitaciones de la producción de hongos comestibles como estrategia AbE que se implementará en el Grupo Manos Mágicas. Esta primera etapa se considera cumplida con la caracterización de la estrategia AbE que se llevó a cabo como parte del Diagnóstico del Grupo (objetivo 1) y no se reproduce en este apartado por considerarlo redundante. Sin embargo, se deja constancia de que dicha etapa del ACB se llevó a cabo.

4.2.2 Diseño de los escenarios para la evaluación

En este apartado se desarrolla la segunda etapa del ACB, la cual consiste en el diseño de los escenarios para la evaluación, escenarios de referencia e hipotéticos, lo cuales se presentan a continuación.

4.2.2.1 Escenario de referencia: Situación productiva actual del Grupo Manos Mágicas

El escenario de referencia a evaluar es la situación actual del Grupo Manos Mágicas, que consiste en la producción de maíz criollo, del cual se vende sin ninguna transformación cerca del cincuenta por ciento y el resto se procesa para elaborar: tortillas, tlacoyos y picadas.

Se hallaron importantes coincidencias con la forma tradicional de sembrar maíz criollo en México, aunque existen algunos elementos distintivos del Grupo. El primer paso dentro del proceso de producción de maíz criollo es el abono de fondo, la particularidad del Grupo radica en que el terreno se fertiliza con abono natural de origen animal. El Grupo elimina la hierba que pueda impedir la

germinación del cultivo de forma manual, sembrando dos o tres semillas, cada diez centímetros (Anexo 1).

Como la mayoría de la siembra de maíz en nuestro país, el Grupo Manos Mágicas realiza siembra de temporal, en dos ciclos, en los meses de febrero y agosto. Una vez que el cultivo brota del suelo, las socias se encargan de clarear los brotes, es decir, eliminar las plantas de maíz que brotan en el mismo espacio vital de la planta, de no hacerse esta práctica habría una competencia por los recursos.

A lo largo de la siembra se implementan procesos correctivos, el primero, es referente al correcto crecimiento de la planta, el cual de no presentarse puede corregirse mediante guías. El segundo procedimiento implica el control de plagas. Una particularidad del Grupo es emplean pesticidas orgánicos. Por otro lado, se reconoce que el cultivo de maíz ha alcanzado su nivel más alto o “punto de quiebre” cuando la borla superior se torna de color café oscuro. Cuando ocurre es necesario cosechar las milpas. Posteriormente, el Grupo seca las mazorcas, para su conservación.

Las mazorcas que el Grupo destina para procesarlas se desgranar. Sin dejar de lado que conservan una parte de los granos como semillas para su siguiente ciclo productivo. Desgranadas las mazorcas, los granos se hierven con cal (aproximadamente 15 gramos por cada cinco litros de agua). La cal es un auxiliar en el proceso de limpieza del grano, pues ayuda a que la capa más gruesa se desprenda. Terminado el proceso de cocción el grano se limpia con abundante agua.

El grano limpio se muele en el molino del Grupo y se obtiene la masa, la cual se moldea según el producto que las socias vayan a producir: tortillas, tlacoyos o gorditas. Los tlacoyos tienen la particularidad de que se rellenan de frijol (también producido por el Grupo Manos Mágicas). Sin embargo, cualquiera de los tres productos son cocidos con fuego de leña en comal de barro. Una vez que se encuentran listos se dejan enfriar y se resguardan en bolsas plásticas con el logo de la empresa para ser entregados al Grupo Agroecológico SENDAS A.C.

4.2.2.2 Escenario hipotético 1: Producción de hongo seta como estrategia AbE

El escenario hipotético 1 consiste en que aunado a las actividades productivas que la agrupación desarrolla habitualmente (escenario de referencia), se lleve a cabo el cultivo de hongos setas. Las setas tienen un ciclo de cosecha de veinte días. Lo que implicaría que se lleven a cabo los procesos productivos del maíz criollo y de los hongos setas de forma simultánea.

En el proceso productivo del hongo seta en ambientes controlados es necesario señalar que existe un procedimiento previo de inoculación del micelio, sin embargo, este proceso no se detalla en este apartado porque el Grupo Manos Mágicas no lo llevaría a cabo, pues reciben el micelio listo para ser cultivado. En el caso de las setas, el rastrojo que se utiliza como sustrato puede ser de lo más variado. En el caso del Grupo, se recomienda el uso del totomoxtle y el olote, subproductos de sus actividades agrícolas actuales (Anexo 2).

El rastrojo debe ser picado, se recomienda que en tiras uniformes no mayores a 10 centímetros. Posteriormente, se hierve para reducir los microorganismos que puedan competir por recursos con el micelio. Una vez pasteurizado el rastrojo se deja escurrir y enfriar. Cuando el sustrato llega a la temperatura ambiente se mezcla con el micelio. La mezcla se introduce en bolsas preparadas previamente (con orificios cada 5 centímetros) y se sella con cinta transparente. La incubación de la seta se lleva a cabo en un lugar seco, que proteja de la luz al hongo y con una temperatura que no supere los 25° C.

La maduración se observa cuando el fruto es visible por fuera de las bolsas con formaciones de racimos. En el caso de las setas, se parte de los supuestos de que su destino es la venta en estado natural o el autoconsumo por las socias del Grupo y sus familias.

4.2.2.3 Escenario hipotético 2: Producción de hongo shiitake como estrategia AbE

El escenario hipotético 2 consiste en que aunado a las actividades productivas que la agrupación desarrolla habitualmente (escenario de referencia), se lleve a cabo el cultivo de hongos shiitakes. Los shiitakes tienen un ciclo de cosecha de tres meses. Lo que implicaría que se lleven a cabo los procesos productivos del maíz criollo y de los hongos shiitakes de forma simultánea.

En el proceso productivo del hongo shiitake en ambientes controlados es necesario señalar que existe un procedimiento previo de inoculación del micelio. Este proceso no se detalla porque la agrupación recibe el micelio listo para ser cultivado. En el caso del hongo shiitake, el rastrojo que se utiliza como sustrato debe ser preferentemente de material maderable, se recomienda el encino. En el caso del Grupo Manos Mágicas, a diferencia del rastrojo utilizado para las setas que proviene de los desechos agrícolas de su propia producción, el rastrojo para el shiitake, les será proveído mientras dure la intervención AbE y concluida deberán de adquirir una fuente de rastrojo que sea idónea para el tipo de hongo (Anexo 3).

El rastrojo debe ser picado, se recomienda que en tiras uniformes no mayores a 10 centímetros. Posteriormente, se hierva para reducir los microorganismos que puedan competir por recursos con el micelio. Una vez pasteurizado el rastrojo se deja escurrir y enfriar. El sustrato se mezcla con una fuente de proteína (generalmente la cal o yeso) y una fuente de energía para el hongo (generalmente azúcar o melaza). Preparado el sustrato se mezcla con el micelio. La mezcla se introduce en bolsas preparadas previamente (con orificios cada 5 centímetros) y se sella con cinta transparente.

La incubación del shiitake se lleva a cabo en un lugar seco, que proteja de la luz al hongo y con una temperatura que no supere los 25° C. Los hongos shiitakes pueden tener hasta cuatro ciclos de producción al año. La maduración se observa cuando el fruto es visible por fuera de las bolsas. Se parte de los supuestos de

que su destino es la venta en estado natural o el autoconsumo por las socias del Grupo y sus familias.

4.2.2.4 Escenario hipotético 3: Producción de setas y shiitakes como estrategia AbE

El escenario hipotético consiste en que aunado a las actividades productivas que la agrupación desarrolla habitualmente (escenario de referencia), se lleve a cabo el cultivo de hongos setas y shiitakes. Lo que implicaría que se lleven a cabo los procesos productivos del maíz criollo y de los hongos setas y shiitakes de forma simultánea. Los procesos productivos han sido descritos en los apartados anteriores por lo que se omite hacer comentarios adicionales en éste.

4.2.3 Costos y beneficios asociados a cada proceso productivo

En el presente apartado se muestran los costos y beneficios identificados en cada uno de los procesos productivos de los escenarios alternativos. Se halló que los costos asociados a la producción actual del Grupo Manos Mágicas se clasifican dentro de cuatro rubros: insumos, costos relativos a la mano de obra, herramientas y utensilios y servicios operativos (Tabla 5).

Tabla 5. Costos y beneficios de la producción actual del Grupo Manos Mágicas

Costos asociados a la producción actual del Grupo	
Rubro	Desglose
Insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Abono natural • Semillas • Cordón • Plaguicida orgánico • Costales • Cal • Servilletas de tela • Empaques plásticos • Frijol • Leña • Masa de maíz • Sal de mesa
Mano de Obra	<ul style="list-style-type: none"> • Mano de obra para el cultivo de maíz • Mano de obra para la producción de tortillas, gorditas y tlacoyos
Herramientas y utensilios	<ul style="list-style-type: none"> • Azadones • Machetes • Palas • Rastrillos

	<ul style="list-style-type: none"> • Ollas • Cacerolas • Molino eléctrico • Comal de barro
Servicios Operativos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Luz eléctrica • Plan de telefonía celular
Beneficios asociados a la producción actual del Grupo	
Rubro	Desglose
Ingresos	<ul style="list-style-type: none"> • Venta de mazorcas sin procesar • Ingresos por venta de gorditas • Ingresos por venta de tortillas • Ingresos por ventas de tlacoyos
Otros ingresos (subproductos del maíz)	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresos por venta de totemoxtle • Ingresos por venta de olotes

Fuente. Elaboración propia

Por su parte, se encontró que los beneficios que presenta la producción actual del grupo se pueden subdividir en: ingresos principales, los cuales derivan de la venta de maíz criollo sin procesar y de la producción de tortillas, tlacoyos y gorditas e ingresos de subproductos del maíz, surgen como un desecho de la producción principal, estos son los ingresos de la venta de olotes y totemoxtle (Tabla 6).

Tabla 6. Costos y beneficios de la estrategia de adaptación de producción de hongos setas

Costos asociados a la producción de hongos setas	
Rubro	Desglose
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de Producción de Hongos Comestibles
Insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Rastrojo agrícola • Leña • Micelio activado • Bolsas plásticas • Detergente • Solución sanitizante (agua con alcohol al 70%) • Empaques • Película plástica • Cinta adherible • Costales
Mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> • Mano de obra adicional asociada a la producción de setas
Herramientas y utensilios	<ul style="list-style-type: none"> • Ollas
Servicios Operativos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua potable
Beneficios asociados a la producción de hongos setas	
Rubro	Desglose

Ingresos	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresos por la venta de hongos setas
Ahorro por autoconsumo	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro del gasto en alimentación

Fuente. Elaboración propia

Se halló que los costos asociados a la estrategia AbE, para la producción de hongos setas y shiitakes, se clasifican dentro de cinco rubros: infraestructura, insumos, costos relativos a la mano de obra, herramientas y utensilios y servicios operativos (Tablas 6 y 7).

Tabla 7. Costos y beneficios de la estrategia de adaptación de producción de hongos shiitakes

Costos asociados a la producción de hongos shiitakes	
Rubro	Desglose
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Módulo de Producción de Hongos Comestibles
Insumos	<ul style="list-style-type: none"> • Sustrato maderable • Cal • Azúcar • Leña • Micelio activado • Bolsas plásticas • Detergente • Solución sanitizante (agua con alcohol al 70%) • Empaques • Película plástica • Cinta adherible • Costales
Mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> • Mano de obra adicional asociada a la producción de hongo shiitake
Herramientas y utensilios	<ul style="list-style-type: none"> • Ollas
Servicios Operativos	<ul style="list-style-type: none"> • Agua potable
Beneficios asociados a la producción de hongos shiitakes	
Rubro	Desglose
Ingresos	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresos por la venta de hongos shiitakes
Ahorro por autoconsumo	<ul style="list-style-type: none"> • Ahorro del gasto destinado a alimentación

Fuente. Elaboración propia

Por su parte, se encontró que los beneficios asociados a la estrategia AbE, para la producción de hongos setas y shiitakes, se pueden subdividir en: ingresos por la comercialización de los hongos comestibles y ahorro por la incorporación de los hongos comestibles en la alimentación familiar.

4.2.4 Cuantificación física y monetaria de los escenarios

En el presente apartado se detalla el cálculo de los escenarios para la aplicación del ACB. Se compone de tres secciones, la primera, en la que se explica la cuantificación del escenario de referencia, la producción actual del Grupo Manos Mágicas. En el segundo apartado se precisan las particularidades del módulo de producción de hongos comestibles y finalmente se cuantifican los escenarios hipotéticos.

4.2.4.1 Cuantificación física y monetaria del escenario de referencia

El Grupo Manos Mágicas cuenta con cuatro parcelas para el cultivo de maíz criollo. La superficie de cultivo de la agrupación es de aproximadamente una hectárea (10,000 m²). Para el cálculo del rendimiento por hectárea se consideró el rendimiento promedio nacional para siembra de maíz criollo por temporal. El rendimiento estimado es 2.2 toneladas por hectárea en cada cosecha (Montesillo-Cedillo,2016). La agrupación tiene dos cosechas al año. Con respecto a los costos y beneficios identificados para el escenario de referencia, se cuantificaron identificando para cada uno de los conceptos que integran cada rubro la cantidad requerida, la unidad de medida, la temporalidad con la que se produce el evento, el valor unitario y el valor total.

4.2.4.2 Capacidad instalada del módulo de producción de hongos comestibles

La producción de hongos comestibles por el Grupo Manos Mágicas corresponde a escenarios hipotéticos, lo que implica que al momento en que se redacta este apartado aún se encuentra en fase preliminar la implementación de esta actividad, por lo que la revisión de la literatura ayuda a diseñar escenarios confiables. Uno de los elementos que se retomaron de la literatura como un supuesto del ACB, es el módulo de producción de hongos comestibles. Para ello se retoma Cruz *et al.* (2010) que ofrece de forma pormenorizada los requerimientos mínimos de construcción y funcionamiento de un módulo.

Los componentes para la construcción del módulo de hongos comestibles se detallan atendiendo a sus especificaciones, la cantidad requerida y las unidades

en las cuales se expresa (Tabla 8). Es necesario señalar que la capacidad instalada del módulo es 1 tonelada de materia seca (Cruz *et al.*, 2010).

Tabla 8. Componentes para la construcción de un módulo de hongos comestibles

Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Costo Unitario	Costo total por insumo
Postes frontales de madera (4"x3"x9 pies)	3	unidades	\$92.00	\$276.00
Postes centrales de madera (4"x3"x8 pies)	2	unidades	\$77.00	\$154.00
Postes posteriores de madera (4"x3"x8 pies)	3	unidades	\$77.00	\$231.00
Reglas de madera (4"x3"x12 pies)	3	unidades	\$108.00	\$324.00
Reglas de madera (4"x3"x9 pies)	6	unidades	\$92.00	\$552.00
Reglas de madera (4"x3"x8 pies) (puerta)	4	unidades	\$90.00	\$360.00
Fajas de madera (12"x1"x12 pies)	6	unidades	\$54.00	\$324.00
Fajas de madera (12"x1"x9 pies)	10	unidades	\$48.00	\$480.00
Selecto para piso	2	metro cubico	\$209.00	\$418.00
Cemento para los andamios	1	saco	\$149.00	\$149.00
Mano de obra calificada	24	horas	\$17.76	\$426.24
Lámina acanalada de 12 pies	8	unidades	\$165.00	\$1,320.00
Manta	12	yarda	\$463.00	\$5,556.00
Clavo de 2 pulgadas	3	libra	\$55.00	\$165.00
Clavo de 4 pulgadas	5	libra	\$55.00	\$275.00
Clavo para lámina	2	libra	\$35.00	\$70.00
Grapas de metal no. 5/16	3	caja	\$85.00	\$255.00
Alambre galvanizado	5	libra	\$37.00	\$185.00
Bisagras	2	libra	\$82.00	\$164.00
Nylon negro de 1.5 yardas	21	yarda	\$7.50	\$157.50
Nylon transparente de 1.5 yardas	21	yarda	\$9.00	\$189.00
Total de inversión en módulo de producción			\$12,030.74	

Fuente. Elaboración propia con base en datos de Cruz *et al.* (2010) y costos con base en The Home Depot (2020) y CONASAMI (2020)

Sin embargo, atendiendo a que el Grupo Manos Mágicas debe de familiarizarse con el procedimiento de producción y conocer la demanda del mercado, se parte

del supuesto de que el Grupo utilizará el 60% de la capacidad instalada en el escenario de producción de setas, 50% en el caso del shiitake y 55% para el caso de producción combinada de hongos. Por su parte, los valores monetarios fueron actualizados a precios corrientes mediante cotización. Finalmente se calculó el costo de cada insumo. Se obtuvo que el costo de la inversión preoperativa asociada a la construcción del módulo de hongos comestibles es de \$12,030.74.

4.2.4.3 Cuantificación física y monetaria de los escenarios hipotéticos

Con respecto al escenario hipotético 1, en el que se implementa la producción de hongos setas como estrategia AbE, además de la cuantificación de la producción de maíz criollo del Grupo Manos Mágicas, se cuantifican los costos y beneficios para la producción de hongos comestibles bajo los supuestos que se explican a continuación. Cada bolsa preparada con sustrato tiene un peso de 7 kilogramos aproximadamente y tiene un rendimiento de 1.58 kilogramos de seta en cada cosecha (Cruz *et al.*, 2010). Estos supuestos aunados a la capacidad instalada del módulo de hongos permitieron estimar el volumen de producción mensual en 213 kilogramos de setas.

Cada una de las bolsas preparadas tiene capacidad de 5 cosechas, sin embargo, se recomienda que sólo se cosechen tres ciclos, pues la calidad de la seta se reduce, adoptando un tono más oscuro y un sabor más amargo, aunado a que atrae plagas derivado del proceso de putrefacción de la materia orgánica (INDESOL, 2015). Para la cuantificación del precio del kilogramo de hongo seta se utilizó el precio de mercado al mes de mayo de 2020, es decir, \$120 pesos (PROFECO, 2020).

Por su parte, el escenario hipotético 2, en el que se implementa la producción de hongos shiitakes como estrategia AbE, además de la cuantificación de la producción de maíz criollo del Grupo Manos Mágicas, se cuantifican los costos y beneficios para la producción de hongos comestibles bajo los supuestos que se explicación a continuación. Cada bolsa preparada con sustrato tiene un peso de 2 kilogramos aproximadamente y tiene un rendimiento de 87% de producción de shiitakes sobre la base seca empleada (Rodríguez *et al.*, 2006). Por su parte, se

emplea una proporción de 30 gramos de micelio activado y de 15 gramos de cal y azúcar por cada kilogramo de rastrojo. Cada una de las bolsas preparadas tiene capacidad de una cosecha, no se recomienda emplear bolsas con mayor cantidad de sustrato porque son más susceptibles a plagas y a descomposición (Romero-Arenas *et al.*, 2018). Estos supuestos aunados a la capacidad instalada del módulo de hongos permitieron estimar el volumen de producción trimestral de 470 kilogramos de shiitakes. Para la cuantificación del precio del kilogramo de hongo seta se utilizó el precio de mercado al mes de mayo de 2020, es decir, \$275 pesos (PROFECO, 2020).

Es necesario señalar que en el caso de las estimaciones de los precios ambas especies de hongo no se descontó el precio por intermediación, pues la intervención contempla reproducir el esquema de distribución empleado actualmente por la agrupación, por medio del Grupo Agroecológico SENDAS A.C., quienes distribuyen la producción al precio que las socias establezcan sin cobros por intermediación.

Finalmente, el escenario hipotético 3, en el que se implementa la producción conjunta de hongos setas y shiitakes como estrategia AbE, además de la cuantificación de la producción de maíz criollo del Grupo Manos Mágicas, se cuantifican los costos y beneficios asociados a la estrategia. Los supuestos de rendimiento para la producción de cada hongo permanecen vigentes (Rodríguez *et al.*, 2006; Cruz *et al.*, 2010). La principal modificación en este escenario es la variación de las proporciones de producción con el empleo de una capacidad instalada del 55%, lo que llevó a variar los supuestos de producción de cada especie de hongos a un volumen estimado de 107 kilogramos mensuales de setas y 235 kilogramos trimestrales de shiitakes. Los costos de la AbE se agruparon en: asociados a la producción de setas, asociados a la producción de shiitake y costo comunes a ambas producciones.

Se hace la acotación de que en el caso de los tres escenarios hipotéticos se realizó la valoración en términos monetarios a valor de precios corrientes. En cada uno de los escenarios se identificó el valor unitario de cada uno de los costos y

beneficios y posteriormente se cuantificó el valor monetario total de cada uno de los conceptos. Mención especial requiere el rubro de Mano de Obra presente en todos los escenarios, el cual asigna un valor monetario al tiempo que las socias dedican a las actividades del grupo y en el caso de los escenarios hipotéticos, al tiempo que estarían dispuestas a dedicar. La asignación del valor se realizó mediante costo de oportunidad, para ello se partió del salario mínimo vigente en México, que se les pagaría en cualquier otro trabajo no calificado que realicen. El salario mínimo en la región por jornada laboral es de \$123.22, para asignar un valor se dividió el monto por jornada entre las ocho horas de duración y se obtuvo \$15.40 por hora, con base en ello se calculó dicho rubro.

Por último, se detalla el rubro de autoconsumo, se estimó de acuerdo a las consideraciones de las socias del Grupo. Para el escenario hipotético 1 precisaron consideran 1.5 kilogramos de seta a la semana por socia. En el escenario hipotético 2, consideraron idóneo proporcionar un kilo semanal por integrante. Finalmente para el caso del escenario de producción conjunta se calculó con base en los parámetros anteriores: 1 kilogramo de seta semanal y 1 kilogramo semanal de shiitake, durante el mes de cosecha; para cada una de las socias.

4.2.5 Proyecciones de los escenarios

Una vez que los costos y los beneficios fueron valorados en términos monetarios se proyectaron a doce meses con la finalidad de conocer el comportamiento anual de cada uno de los escenarios. Para efectos de las proyecciones los ítems se agruparon por rubro. Cada uno de los escenarios presenta un periodo preoperativo que representa el tiempo de preparación, capacitación y aprovisionamiento previo a la implementación de los proyectos. En el caso del escenario de referencia, la producción actual del grupo, la clasificación se restringió a costos y beneficios asociados a la producción actual.

Para el caso de los escenarios hipotéticos 1 y 2, la producción de setas y shiitakes respectivamente, los costos y los beneficios se subdividen en dos: asociados a la producción actual de la agrupación y relacionados estrictamente con la estrategia AbE. Finalmente, en el caso del escenario 3, la producción conjunta de hongos

setas y shiitakes, los costos se dividieron en cuatro rubros: asociados a la producción actual del grupo, vinculados con la producción de setas, relacionados con la producción de los hongos shiitakes y costos comunes a las estrategias AbE. Por su parte, los beneficios se catalogaron en tres: relacionados con la producción actual de la agrupación, obtenidos de la producción de setas y derivados de la producción del shiitake.

4.2.5.1 Horizonte temporal de la valoración económica

Se estableció como horizonte temporal de la valoración económica diez años. El supuesto de la temporalidad se estableció con base tres criterios técnicos. El primero de ellos hace referencia a la vida útil promedio del módulo de hongos comestibles. Posterior a los ese lapso se recomienda desmontar el módulo por los elementos de la construcción (madera), cuya descomposición puede favorecer la proliferación de plagas y puede alterar el sabor de los hongos, principalmente el shiitake, que puede adquirir un gusto amargo (Cruz *et al.*, 2010).

El segundo criterio es de tipo económico, relacionada con las proyecciones en el tiempo, las cuales son más imprecisas en periodos demasiado prolongados, por lo que se recomienda se utilice un horizonte temporal acorde a las necesidades del proyecto (Ázqueta *et al.*, 2007). Finalmente, tercer criterio es fáctico, debido a que el acompañamiento del PNUMA al Grupo Manos Mágicas será de cuatro años (el primer año con apoyo económico y todo el periodo con asesoría técnica) se estimó oportuno no acotar el horizonte temporal sólo al tiempo que existe acompañamiento del organismo internacional sino extenderlo hasta los diez años, periodo de vida útil aproximado del módulo de hongos comestibles.

4.2.6 Flujos operativos e indicadores de rentabilidad

El presente apartado aborda dos elementos del ACB económico, en primer lugar los flujos operativos de cada uno de los escenarios y en segundo lugar se presentan los indicadores de rentabilidad para cada uno de los escenarios.

4.2.6.1 Flujos operativos

Con base en las proyecciones anuales descritas en el apartado que antecede se calcularon los flujos operativos de cada escenario. Se precisa que la vida útil estimada del proyecto es de 10 años (de los cuales el PNUMA acompañara técnica y económicamente al Grupo durante 4 años), que para efectos del ACB representa el horizonte temporal de las intervenciones propuestas. Para cada uno de los escenarios de obtuvieron tres flujos operativos: a) costos actualizados, b) beneficios actualizados y c) flujo de efectivo. La tasa de descuento utilizada para la actualización de los flujos fue de 5.03%, tasa de los CETES para mayo de 2020 (Banxico, 2020).

4.2.6.2 Indicadores de rentabilidad

Con base en los datos proporcionados por los flujos operativos de los escenarios se calcularon los indicadores de rentabilidad. Para cada uno de los escenarios se calcularon dos indicadores: Valor Presente Neto (VPN) y Relación Beneficio-Costo (B/C). Para el escenario de referencia, la producción actual del grupo, se encontró que en los próximos diez años tendrá una pérdida a valor presente de \$2, 427, 670.17 pesos y una relación beneficio costo inferior a la unidad, por lo que en consecuencia dicho escenario no es rentable económicamente (Tabla 9).

Tabla 9. Indicadores de rentabilidad de los escenarios del Análisis Costo Beneficio

Indicador	Escenario de Referencia	Escenario Hipotético 1	Escenario Hipotético 2	Escenario Hipotético 3
VPN	-\$2,427,670.17	-\$1,615,583.45	-\$70,560.10	-\$1,070,555.66
Relación B/C	0.1953	0.6464	0.9848	0.7788
ROI	-13593.53%	-5164.95%	-222.57%	-3422.52%
Tiempo de recuperación de la inversión	No se recupera	No se recupera	No se recupera	No se recupera

Fuente. Elaboración propia

Por su parte, en el caso del escenario hipotético 1, que implica que a la producción actual de la agrupación se implemente la producción de hongos setas, se halló que de implementarse, en los próximos diez años generaría un flujo negativo de

efectivo de \$1, 615, 583.45 y una relación beneficio costo inferior a la unidad, por lo que en consecuencia dicho escenario no es rentable económicamente. Ahora bien, en el caso del escenario hipotético 2, que implica que a la producción actual de la agrupación se implemente la producción de hongos shiitakes, se halló que de implementarse, en los próximos diez años generaría pérdidas de cerca de \$70, 560.10 y una relación beneficio costo inferior a la unidad, por lo que en consecuencia dicho escenario no es rentable económicamente. Esta opción fue la más cercana a ser rentable desde la perspectiva económica.

En el caso del escenario hipotético 3, que implica que a la producción actual de la agrupación se implemente la producción combinada de hongos setas y shiitakes, se halló que de implementarse, en los próximos diez años generaría un flujo negativo de efectivo de \$1, 070, 555.66 y una relación beneficio costo inferior a la unidad, por lo que en consecuencia dicho escenario no es rentable económicamente.

Complementariamente, se calculó el tiempo de recuperación de la inversión para cada uno de los escenarios y el retorno de la inversión, los respectivos resultados robustecieron los resultados obtenidos en los indicadores de rentabilidad, pues se determinó que la inversión no se recupera y existen pérdidas por cada peso que se invierte que oscilan entre \$2.22 y \$13.59 pesos.

Finalmente, derivado del análisis de los indicadores, se halló la causa de que ningún escenario sea rentable, la explicación radica en el escenario de referencia, la producción actual del grupo, pues presenta pérdidas monetarias considerables y cualquier proyecto que se implemente de forma conjunta abonará las ganancias que aporte a sufragar el flujo negativo de efectivo.

4.2.7 Análisis de sensibilidad

El presente apartado tiene como finalidad someter los resultados del ACB al análisis de sensibilidad de sus componentes. Se estructura en tres partes. En la primera se analizan los escenarios hipotéticos como proyectos independientes a la producción actual del grupo. En la segunda parte, se analiza el comportamiento

del ACB al modificar la variable mano de obra. Finalmente, en el tercer apartado la producción actual del Grupo Manos Mágicas se analiza bajo el criterio financiero del ACB.

4.2.7.1 Análisis de sensibilidad 1: las estrategias AbE como proyectos independientes

Como se señaló con anterioridad, se detectó que la producción actual del grupo genera pérdidas considerables desde la perspectiva económica, por lo que cualquier proyecto que se implemente de forma conjunta absorbe las pérdidas de la producción actual en detrimento de la rentabilidad propia. Por ello, en este primer análisis de sensibilidad se analiza cada intervención de forma aislada. En la Tabla 10 se presentan el análisis de costos de cada uno de los proyectos:

Tabla 10. Análisis de costos de los proyectos

Producción actual del Grupo			
Concepto	Costos fijos totales	Costo Variable Unitario	Margen de contribución
Maíz en mazorca	\$400.00 mensuales	\$91,133.00 (tonelada)	-\$14,584.67
Gorditas		\$44.43 (paquete)	-\$29.43
Tortillas		\$77.01 (paquete)	-\$51.01
Tlacoyos		\$44.43 (paquete)	-\$29.43
Producción de hongos setas			
Concepto	Costos fijos totales	Costo Variable Unitario	Margen de contribución
Hongos setas	\$450.00 mensuales	\$77.88 (kilogramo)	\$42.12
Producción de hongos shiitake			
Concepto	Costos fijos totales	Costo Variable Unitario	Margen de contribución
Hongos shiitake	\$450.00 mensuales	\$111.15 (kilogramo)	\$163.85
Producción conjunta (Setas y shiitake)			
Concepto	Costos fijos totales	Costo Variable Unitario	Margen de contribución
Hongos setas	\$450.00 mensuales	\$76.78 (kilogramo)	\$43.22
Hongos shiitakes		\$111.03 (kilogramo)	\$163.97

Fuente. Elaboración propia

Por lo anterior, se calcularon los flujos operativos de cada uno de los proyectos de forma independiente. En este primer análisis los indicadores de la producción actual permanecen sin cambio por lo que se encontró que en los próximos diez

años la agrupación tendrá una pérdida a valor presente de \$2, 427, 670.17 pesos y una relación beneficio costo inferior a la unidad, por lo que en consecuencia dicha actividad productiva no es rentable económicamente (Tabla 11). Por su parte, en el caso de la producción de hongos setas como estrategia AbE, se halló que de implementarse de forma independiente, en los próximos diez años generaría un flujo de efectivo de \$812, 086.73 y una relación beneficio costo superior a la unidad, por lo que en consecuencia dicha estrategia AbE es rentable económicamente.

Tabla 11. Indicadores de Rentabilidad del análisis de sensibilidad 1

Indicador	Producción actual del Grupo	Producción de setas	Producción de shiitakes	Producción combinada
VPN	-\$2,427,670.17	\$812,086.73	\$2,357,110.07	\$1,598,296.87
Relación B/C	0.1953	1.5230	2.4468	2.0097
ROI	-13593.53%	6050.98%	17563.19%	11909.15%
Tiempo de recuperación de la inversión	No se recupera	2 meses	1 mes	1 mes

Fuente. Elaboración propia

En el caso de la producción de shiitakes, se halló que de implementarse de forma independiente, en la próxima década generaría beneficios de cerca de \$ 2,357, 110.07 y una relación beneficio costo superior a la unidad, por lo que en consecuencia dicha estrategia AbE es rentable económicamente. Esta opción bajo los supuestos planteados representa la alternativa con mayor rentabilidad económica. Finalmente, en el caso de la producción conjunta de hongos setas y shiitakes, se halló que de implementarse de forma independiente, en los próximos diez años generaría un flujo de efectivo de \$1, 598, 296.87 y una relación beneficio costo superior a la unidad, por lo que en consecuencia dicha estrategia AbE es rentable económicamente.

Complementariamente, se calculó que el tiempo de recuperación de la inversión de los proyectos asociados con la producción de hongos comestibles oscila entre uno y dos meses. Resultados consistentes con los indicadores de rentabilidad, que para el proyecto más rentable, producción de hongos shiitakes, muestra que

por cada peso invertido se obtienen \$175 pesos. Por su parte, para el caso de la producción actual del grupo la inversión no se recupera. El presente análisis corrobora que cualquiera de las estrategias AbE que se implementen son rentables de forma independiente y las pérdidas, desde la perspectiva económica, proceden de la producción actual del grupo.

4.2.7.2 Análisis de sensibilidad 2: Impacto de la variable mano de obra

Un análisis pormenorizado de las proyecciones permitió concluir que el rubro más significativo en cuanto a su impacto económico es la mano de obra. El Grupo Manos Mágicas se encuentra constituido como una Sociedad Cooperativa. En ese tipo de sociedad mercantil, cada una de las socias tiene la dualidad de ser trabajadora. Dentro del ACB el costo de la mano de obra es un precio sombra, puesto que las socias no tienen asignado un salario con base en las horas que dedican a la agrupación. Sin embargo, es un concepto que no puede ser excluido de un ACB económico, pues permite introducir al modelo el costo de oportunidad, lo que percibirían las socias si en vez formar parte de la agrupación desempeñaran cualquier otra labor no calificada.

Por lo anterior, es importante observar las fluctuaciones del ACB al modificar la variable mano de obra. Para ello se establecen los siguientes supuestos. Las organizaciones que realizan de forma reiterada una actividad tienen un proceso de curva de aprendizaje, en la que a medida que el tiempo transcurre dominan los procedimientos y pueden ejecutarlos en menos tiempo (Latiff, 2005). En virtud de lo anterior, en el escenario optimista se previó que derivado de la antigüedad y destreza del grupo puedan organizarse para reducir en una hora el tiempo que cada una de ellas le dedican a la producción de maíz criollo y su posterior transformación. Aunado a lo anterior se estima que puedan reducir 30 minutos el tiempo que cada una de las socias podría dedicarle a la producción de hongos. Dichas reducciones se aplicaron al tiempo diario estimado para cada una de las actividades.

El escenario moderado lo conforman los flujos operativos proyectados originalmente. Por su parte, el escenario pesimista, parte de la premisa de que la

producción de hongos comestibles es una actividad desconocida para la mayoría de las socias por lo que lejos de reducir el tiempo estimado pueden incrementarlo (Latiff, 2005). Para efectos de este escenario se consideró un aumento de una hora diaria por socia al tiempo estimado que se le destinaría a la producción de hongos comestibles.

Con las adaptaciones a los flujos operativos con base en los supuestos anteriores, se encontró que en la perspectiva optimista, los escenarios hipotéticos 2 y 3 serían rentables económicamente al obtener un VPN positivo y una relación B/C mayor a uno. En la perspectiva optimista el escenario de referencia y el hipotético 1 continúan siendo no rentables, aunque disminuyen considerablemente el flujo negativo de efectivo en relación con la perspectiva moderada (Tabla 12).

Tabla 12. Indicadores de Rentabilidad del análisis de sensibilidad 2

Perspectiva Optimista				
Indicador	Escenario de Referencia	Escenario Hipotético 1	Escenario Hipotético 2	Escenario Hipotético 3
VPN	-\$1,743,718.19	-\$589,655.47	\$955,367.87	\$131,105.34
Relación B/C	0.2525	0.8336	1.2639	1.0360
ROI	-9763.80%	-1885.10%	3058.27%	419.13%
Tiempo de recuperación de inversión	No se recupera	No se recupera	4 meses	1 año y 8 meses
Perspectiva Moderada				
Indicador	Escenario de Referencia	Escenario Hipotético 1	Escenario Hipotético 2	Escenario Hipotético 3
VPN	-\$2,427,670.17	-\$1,615,583.45	-\$70,560.10	-\$1,070,555.66
Relación B/C	0.1953	0.6464	0.9848	0.7788
ROI	-13593.53%	-5164.95%	-222.57%	-3422.52%
Tiempo de recuperación de inversión	No se recupera	No se recupera	No se recupera	No se recupera
Perspectiva Pesimista				
Indicador	Escenario de Referencia	Escenario Hipotético 1	Escenario Hipotético 2	Escenario Hipotético 3
VPN	-\$2,427,670.17	-\$2,299,535.43	-\$754,512.08	-\$1,578,774.61
Relación B/C	0.1953	0.5623	0.8584	0.7049
ROI	-13593.53%	-7351.51%	-2412.14%	-5047.27%
Tiempo de recuperación de inversión	No se recupera	No se recupera	No se recupera	No se recupera

Fuente. Elaboración propia

Por su parte, la perspectiva pesimista muestra el impacto negativo que detona el incremento del rubro de mano de obra pues además de que todos los escenarios no son rentables, profundizan los valores negativos asociados al VPN de la inversión. Este análisis de sensibilidad visibilizó la importancia de la mano de obra y su eficiencia para el logro de rentabilidad económica.

4.2.7.3 Análisis de sensibilidad 3. La producción actual del grupo desde la perspectiva financiera

El Grupo Manos Mágicas cuenta con más de 12 años de existencia. Parece contradictorio el hecho de que una agrupación que ha subsistido a través del tiempo desarrolle una actividad productiva que desde la perspectiva económica no es rentable. Sin embargo, la explicación se encuentra en el enfoque con el cual se procesan los datos. En el apartado anterior se señaló la importancia de la partida de mano de obra, costo de oportunidad que debe ser considerado como parte de un ACB económico, situación que no aplica para un ACB financiero por no ser una erogación real de efectivo para una sociedad de tipo cooperativa.

Para entender con mayor profundidad el funcionamiento de la asociación se desarrolló, el ACB financiero para la producción actual de la empresa, en él se dejó fuera la partida de mano de obra. Al eliminar esta partida se observó la rentabilidad financiera de la organización. Con un flujo de efectivo neto a lo largo de diez años de \$308,137.76 pesos y una relación beneficio costo de aproximadamente 2.0965, indica que el proyecto actual del Grupo Manos Mágicas es rentable desde la perspectiva financiera y explica su permanencia en el tiempo. Adicionalmente, se calculó que el tiempo de recuperación de la inversión es de seis meses y que este posee una ROI de 1735.29%, hallazgos consistentes con los indicadores de rentabilidad, que implican que por cada peso invertido se obtienen \$17.35 pesos. Sin embargo, no es rentable desde la perspectiva económica, pues el costo de la mano de obra invertida genera pérdidas.

Se recomienda que la agrupación reduzca la cantidad de maíz criollo que comercializa sin procesar. Las ventas sin valor añadido representan el 50% e históricamente han representado ingresos inferiores a los \$5000.00 pesos. Por lo

que el Grupo debe de incrementar la comercialización de productos con valor añadido y reducir al mínimo la venta de maíz en mazorca para incrementar significativamente la rentabilidad financiera y en su caso económica de la asociación.

Los resultados hallados del ACB Económico son consistentes con investigaciones como Giroto y Vignola (2010), Quezada e Ilieva (2015), Expósito-Miranda (2017) y Reid *et al.* (2019), en las que se halló una relación costo beneficio rentable en la implementación de estrategias de AbE. De igual forma, Cruz *et al.* (2010) concluyó con indicadores de rentabilidad económica favorable la instalación de módulos de hongos comestibles como alternativa de vida para las comunidades agrícolas.

Por su parte, los hallazgos correspondientes al escenario de referencia coinciden con estudios como Cruz *et al.* (2010), Cruz-García y Vael (2017), Chain-Guadarrama *et al.* (2018), Mora-Rivera y Cerón-Monroy (2018), Chain-Guadarrama *et al.* (2019), en lo referente a la necesidad de incrementar la proporción de los bienes agrícolas a los cuales se les añade valor, el Grupo Manos Mágicas sólo incorpora valor en la mitad de su producción agrícola lo que explica que su producción actual no sea rentable desde la perspectiva económica. Aunado a lo anterior, Chain-Guadarrama *et al.* (2018), Mora-Rivera y Cerón-Monroy (2018), Chain-Guadarrama *et al.* (2019) sostienen que el trabajo agrícola se encuentra subvalorado económicamente lo que reduce la rentabilidad en las comunidades agrícolas, lo que es consistente con los resultados obtenidos en esta investigación pues la mano de obra es la variable que ocasiona mayores fluctuaciones en los indicadores de rentabilidad.

4.3 Costos y beneficios no monetarios de la implementación de la producción de hongos comestibles como estrategia AbE

En el presente apartado se desarrollan los resultados y la discusión correspondiente al Objetivo específico 3 de esta investigación. Tiene como finalidad el análisis de los costos y beneficios no susceptibles de ser valorados en términos monetarios.

4.3.1 Costos no monetarios de la estrategia AbE

Con base en los resultados de la investigación sólo se identificaron costos susceptibles de ser expresados en términos monetarios. Dichos hallazgos son consistentes con las investigaciones realizadas por Cruz *et al.*, 2010; Girot y Vignola (2010); Aguirre *et al.*, (2012) y Expósito-Miranda (2017) quienes se centraron en una investigación de corte cuantitativa basada en un ACB. En los citados estudios, se investigó la dinámica de producción y rentabilidad de pequeños agricultores de la región latinoamericana y la hipotética implementación de un proyecto productivo.

En el estudio no se encontró la existencia de algún costo medioambiental asociado a la implementación de la estrategia. Esto difiere con investigaciones en las que se identificó que la implementación de la estrategia AbE traía aparejada un costo ambiental (Colls *et al.*, 2009; Chain-Guadarrama *et al.*, 2018; Chain-Guadarrama *et al.*, 2019), como la conservación de un ecosistema en detrimento de otro o la reducción de la población de una especie invasora. De igual forma contrasta con investigaciones en las que el costo se asocia a la reducción de la movilidad en un ecosistema o la prohibición de aprovechamiento. (Vignola *et al.*, 2009; Vignola *et al.*, 2015; Rosas-Mosquera, 2016 y Reid *et al.*, 2019).

4.3.2 Beneficios no monetarios de la estrategia AbE

La principal limitante de los métodos de valoración económica, entre ellos el Análisis Costo Beneficio, es la incapacidad de procesar costos o beneficios que no se hayan expresado en términos monetarios. En este apartado se presentan los beneficios identificados durante la investigación, los cuales por la limitante de la valoración económica no fueron incluidos en el ACB, sin embargo son trascendentales para entender la dinámica de la producción de hongos comestibles.

Con base en el análisis discursivo de los instrumentos de recolección de información, se encontró que la estrategia AbE generaría los siguientes beneficios no monetarios: seguridad alimentaria, diversificación del ingreso familiar, conservación del conocimiento tradicional, aprovechamiento del conocimiento

local, manejo integral del BMM, empoderamiento de las socias, acceso a fuentes de crédito y financiamiento y conservación de la producción del maíz criollo. A continuación se describen:

Seguridad alimentaria

Se halló que la estrategia AbE de producción de hongos comestibles, setas y shiitakes, puede contribuir a la seguridad alimentaria de la agrupación. Lo que difiere del beneficio de autoconsumo que se registró en el ACB, puesto que no todo el producto destinado al autoconsumo fortalece la seguridad alimentaria (Coleman *et al.*, 2018). Se encontró que la estrategia AbE cumple con los dos criterios de la FAO (Gordillo y Méndez, 2013) para asegurar que contribuye a la seguridad alimentaria del Grupo: disponibilidad de alimentos nutritivos y adecuados y la habilidad para disponer de los alimentos.

En primer lugar, disponibilidad de alimentos nutritivos y adecuados, en el caso de los tres escenarios hipotéticos planteados, el ciclo de cultivo de los hongos permite asegurar la disposición de los alimentos por parte de las socias del grupo. En este aspecto aventaja la producción del hongo setas con un ciclo de cosecha más corto, de aproximadamente 20 días. En comparación con los tres meses del shiitake, sin embargo la producción combinada de ambos hongos, dota a la agrupación de hongos comestibles reduciendo la desventaja que presenta el shiitake. Además, respecto al valor nutricional de ambas especies, se ha demostrado su alto contenido proteico de entre el 19 al 35% sobre base seca (Martínez-Cabrera *et al.*, 2007).

En segundo lugar, la habilidad asegurada para disponer de dichos alimentos en forma sostenida y socialmente aceptable, en este tenor se documentó que el PNUMA preparó un conjunto de talleres para la capacitación de las socias del Grupo respecto el proceso productivo de las setas y los shiitakes. Además cuentan con la asesoría de un experto en la producción de hongos para la implementación del módulo, esto permitirá que las integrantes adquieran las habilidades y destrezas necesarias para garantizar la producción del alimento de

forma socialmente aceptable. Un aspecto a considerar en este rubro es el conocimiento que las socias tienen del alimento, en el caso de las setas, manifestaron conocer su sabor y diversos usos gastronómicos. Sin embargo, se documentó que para el caso del shiitake existe desconocimiento de su uso culinario, por lo que se recomienda al PNUMA contemplar la capacitación de la agrupación en este rubro.

Con respecto a la adopción de la tecnología por parte de la socias del grupo se identificó que asimilaron el proceso de producción de los hongos y que pueden replicarlo por su cuenta. No obstante, se encuentran en un proceso de aprendizaje pues de igual forma indicaron en un primer intento no todos los paquetes de sustrato fructificaron. Sin embargo, es de señalarse que recibieron asesoría para corregir dichos errores.

Diversificación de ingresos

Consiste en la participación en diferentes actividades productivas de los miembros económicamente activos de una familia con la finalidad de incrementar sus ingresos (Mora-Rivera y Cerón-Monroy, 2015). En el caso del Grupo Manos Mágicas se documentó que todas las integrantes aportan al sostén del ingreso familiar. Manifestaron que su fuente principal de ingresos es el comercio y los que perciben por las actividades realizadas en la agrupación son complementarios.

Cabe mencionar que las socias expresaron que se encontrarían dispuestas a convertir las actividades del Grupo en su ocupación principal sí se incrementara la periodicidad con la cual reciben ingresos; actualmente los obtienen cada seis semanas. Por lo anterior, la producción de hongos comestibles permitiría a las socias la consolidación de la diversificación de ingresos familiares y una reducción en el tiempo en el que perciben ingresos.

Conservación del cultivo de maíz criollo

La implementación de la producción de hongos comestibles permite que el Grupo continúe con el cultivo de maíz criollo. El beneficio no monetario radica en la importancia de este cultivo, considerado Patrimonio Biocultural de México (Boege-

Schmidt, 2008; Farías, 2016). La conservación de la producción de maíz criollo abona la biodiversidad de la región y a la protección de la variabilidad genética. Se enfatiza el hecho de que la agrupación trabaja con su propia semilla, la cual selecciona tras la cosecha, atendiendo a criterios como la resistencia a las plagas y la productividad de la milpa. Aunado a lo anterior, se observó un fuerte vínculo entre el cultivo del maíz criollo y la identidad de las integrantes del Grupo, pues manifestaron orgullo de conservar la tradición productora de la familia, que se ha mantenido a lo largo de generaciones. De igual importancia resulta el elemento gastronómico, pues la agrupación procesa el maíz criollo para convertirlo en tortillas, gorditas y tlacoyos. Derivados del maíz que son emblemáticos en la tradición culinaria mexicana y cuya preparación constituye un elemento adicional del Patrimonio Biocultural de nuestro país (PNUD *et al.*, 2015).

Conservación del conocimiento tradicional

En estrecha relación con el beneficio anterior, se encontró la conservación del conocimiento tradicional del Grupo, pues en la medida en la que la estrategia AbE permita que la agrupación continúe con el cultivo del maíz criollo, éste podrá conservar la custodia del conocimiento tradicional que resguarda (Secretaría del CDB, 2011). Se documentó que la agrupación preserva conocimiento tradicional en tres fases del proceso productivo: 1) identificación y selección de la semilla de maíz criollo que se conserva para cosechas ulteriores, 2) procedimientos de cultivo, especialmente, en el abono de fondo, clareado y cosecha y 3) las recetas asociadas a la preparación de las gorditas, tlacoyos y tortillas que comercializan.

Se halló que este tipo de conocimiento debe ser calificado como tradicional asociado a los recursos biológicos, pues cumple con los nueve criterios GIZ *et al.*, (2017): 1) transmitido en el tiempo, se identificó que el conocimiento del Grupo en algunos casos se remonta a la cuarta generación; 2) comunitario, las socias establecen reglas sobre con quién comparten el conocimiento; 3) dinámico, las socias ajustan los conocimientos a las nuevas tecnologías y a formas más eficientes de llevar a cabo los procedimientos; 4) territorial, las integrantes del grupo se encuentran arraigadas a la localidad de Otilpan, en algunos casos

manifestaron ser descendientes de los fundadores del poblado; 5) práctico, pues el conocimiento que resguardan versa sobre procedimientos diferenciados para llevar a cabo una actividad; 6) vital, se documentó que las socias utilizan el conocimiento en su labor productiva que representa el sustento de sus familias; 7) diverso, pues resguardan conocimiento de temas como el ciclo de producción, cuidado del terreno, recetas gastronómicas, entre otros; 8) cultural, se identificó que las socias asocian el conocimiento con la identidad de la agrupación, lo que les proporciona sentido de pertenencia y 9) común, pues se documentó que se encuentra disponible para todas las integrantes por medio de recetarios y archivos escritos en los que recaban la información compilada por generaciones.

Aprovechamiento del conocimiento local

El conocimiento local es una forma de aprendizaje adquirida por los habitantes de un mismo sitio, su principal dimensión es la territorial (Guzmán-Chávez, 2006). Se identificaron tres aspectos en los cuales se puede aprovechar el conocimiento local del Grupo Manos Mágicas. El primero, relacionado con los factores de la producción, las socias conocen la localidad de Otilpan y las zonas aledañas, por lo que tienen identificados a proveedores locales de insumos y potenciales candidatas a integrarse a la agrupación (fuente de mano de obra). El segundo aspecto que se identificó fue el conocimiento relacionado con la actividad agrícola que desempeñan, pues manifestaron tener conocimiento del rendimiento del suelo, de las plagas regionales asociadas al cultivo, las fuentes hídricas disponibles, entre otros.

Por su parte, el tercer aspecto, es el referente a los indicadores de percepción de cambio climático, todas las integrantes de la agrupación nacieron en la comunidad, e identificaron de forma contundente un evidente cambio en el clima de la región, asociado a fenómenos hidrometeorológicos más intensos, estaciones del año no diferenciadas y en los ciclos de lluvia, este conocimiento adquiere mayor relevancia en el contexto de implementación de una estrategia AbE, pues la conciencia del problema medioambiental impacta en el compromiso del grupo para la implementación de la estrategia (Guzmán-Chávez, 2006).

Manejo integral del bosque mesófilo de montaña

Se identificó como beneficio el manejo integral del BMM aledaño a la zona Xalapa-Tlalnelhuayocan. El cual constituye la finalidad de la estrategia AbE de producción de hongos comestibles en ambientes controlados (PNUMA, 2018; GEF *et al.*, 2019). Se identificó que dos de las cuatro parcelas de la agrupación colindan con el BMM. Es de resaltar que, las socias señalaron que reciben beneficios directos de dicho ecosistema tales como el aprovisionamiento de agua, madera, frutos, hongos comestibles y animales de caza (principalmente conejos). Además manifestaron que el bosque protege los terrenos colindantes de deslave al evitar la erosión del suelo y consideraron que sí sus ingresos incrementan podrían reducir el aprovisionamiento que reciben del ecosistema. Situación que abonaría al manejo integral del BMM.

Se detectó como aspecto crítico a este beneficio, la forma de producción de la agrupación en cuanto a la preparación de tortillas, tlacoyos y gorditas. El método de cocción de los alimentos funciona a base de leña. Si bien las entrevistadas precisaron que para la obtención de este insumo cuentan con un proveedor, también señalaron que ocasionalmente recurren al aprovechamiento de madera del BMM. Por lo que se recomienda como parte de la implementación de la estrategia AbE reforzar la capacitación en materia de concientización y cuidado del medio ambiente para reducir al mínimo el riesgo asociado al beneficio.

Empoderamiento de la mujer

Se define como el proceso por medio del cual se incrementa la participación de las mujeres en la economía o política, ámbitos en los que generalmente se encuentran en una posición rezagada, para impulsar beneficios individuales y para su comunidad que mejoren su situación de vida (Batliwala, 1997; Urzelai-Cabañes, 2014). Se halló que la producción de hongos comestibles cumple con los criterios de ONU-Mujeres (Bonnafé y Platas, 2016) para considerar que tiene como beneficio el empoderamiento femenino.

Se debe tener en consideración que la agrupación se encuentra conformada exclusivamente por mujeres. Entre los criterios ONU-Mujeres (Bonnafé y Platas, 2016) que cumple la estrategia AbE se encontraron los siguientes: 1) el proyecto PNUMA (2018) se concibió con una visión que privilegia la perspectiva de género; 2) fortalece la seguridad alimentaria de la agrupación; 3) promueve la capacitación de las socias; 4) promueve prácticas de desarrollo empresarial, al dotar al Grupo de una actividad productiva adicional que fortalece la cadena de valor de la organización; 5) promueve la participación de acciones comunitarias y 6) facilita la formación de patrimonio propio de las socias.

Por otro lado se identificó que la estrategia AbE de adaptación al cambio climático reduce la vulnerabilidad de una agrupación integrada exclusivamente por mujeres, lo que implica el reconocimiento de que frente a crisis económicas, degradación ambiental y desastres naturales, las mujeres son uno de los sectores en mayor riesgo (Batliwala, 1997; Urzelai-Cabañas, 2014). Se halló que la estrategia AbE podría consolidar la posición de la agrupación en el sector agrícola de la localidad, pues las socias manifestaron que cuando iniciaron con la producción de maíz criollo se encontraron con resistencia en la comunidad, por ser considerada una actividad propia de hombres. De igual forma las entrevistadas precisaron que incluso existió resistencia por parte de los integrantes de sus familias, principalmente entre los miembros de mayor edad, como son padres y abuelos. Sin embargo, indicaron que a medida que la agrupación ha perdurado las resistencias se han reducido; por lo que el éxito en la implementación de la estrategia AbE fortalecería su posición en la localidad.

En relación con lo anterior, las entrevistadas señalaron que existe una brecha importante en las tareas domésticas que desarrollan, pues adicional a sus actividades productivas se encuentran a cargo del cuidado de la casa, los hijos, los adultos mayores y enfermos. Sin embargo, reconocieron que esta brecha se ha reducido en la medida en que aportan al ingreso familiar, pues consideran que los miembros de la familia asocian el ingreso con la formalidad y el éxito de sus ocupaciones económicas, lo que ha facilitado la delegación progresiva de

actividades domésticas en los hombres de la familia. En ese sentido, las entrevistadas señalaron la importancia de su trabajo en el grupo como referente ejemplificante en su núcleo familiar, pues rompe la creencia de que las mujeres se encuentran limitadas a las labores domésticas y demuestra que pueden trascender al emprendimiento y a la realización personal, aspecto que consideran importante en la educación de sus hijos.

Acceso a créditos y fuentes de financiamiento

Al respecto, se deben de distinguir dos fuentes de financiamiento: la institucional y la bancaria (Lecuona-Valenzuela, 2014, Botello-Peñaloza, 2015). Se halló que el acceso a fuentes de financiamiento más probable para la agrupación es el proveniente del sector institucional (dependencias de gobierno, organismos internacionales). Lo anterior en virtud de que la implementación de la estrategia abonaría a los determinantes del acceso a crédito para las microempresas (Lecuona-Valenzuela, 2014) como son: antigüedad de la empresa superior a cinco años, constitución legal, desarrollo de un proyecto de inversión e ingresos diversificados. Se documentó que el Grupo Manos Mágicas cuenta con los dos primeros determinantes, mientras que los dos últimos serán aportados por la estrategia AbE.

Respecto a este beneficio se precisa lo siguiente. En primer lugar, la implementación de la estrategia AbE implica una fuente de financiamiento per se, pues contempla la financiación de los gastos preoperativos para la instalación del módulo de hongos comestibles y el abastecimiento de los insumos durante el primer año de vida del proyecto. En segundo lugar, se documentó que el Grupo ha tenido acceso a créditos en el pasado, la primera experiencia en el año 2008 posterior a su constitución, pues recibieron un crédito a la palabra del Ayuntamiento de San Andrés Tlalnelhuayocan, para la adquisición de un molino eléctrico para la producción de masa de maíz. El segundo crédito se les otorgó en 2015, por intermediación del Grupo Agroecológico SENDAS A.C. para la adquisición de ollas e insumos. Por lo anterior, se precisa que si el Grupo ha

tenido acceso a crédito y financiamiento anteriormente, al consolidarse la producción de la estrategia AbE podrá acceder a crédito con mayor facilidad.

Por lo que respecta al financiamiento bancario el Grupo Manos Mágicas nunca ha tenido acceso a él. Es necesario señalar que si la agrupación desea acceder a este tipo de recursos debe tener en consideración además de las determinantes del crédito institucional descritas en el párrafo que antecede, la importancia de la bancarización de sus operaciones, es decir, de que sus recursos y transacciones se asocien con una cuenta corriente de institución bancaria. De lo contrario se documentó que el requisito para acceder a este tipo de créditos es la exhibición de garantías documentales, lo que pondría en riesgo el capital del Grupo y el propio patrimonio de las socias (Lecuona-Valenzuela, 2014).

Finalmente, los beneficios no monetarios hallados como parte de esta investigación son consistentes con otras investigaciones que han recogido costos y beneficios no monetarios. Los cuales se presentan en la Tabla 13:

Tabla 13. Comparación de los beneficios no monetarios hallados en investigaciones análogas

Beneficio no monetario	Investigación donde se documentó
Seguridad alimentaria	Vignola <i>et al.</i> , 2009; Vignola <i>et al.</i> , 2015
Diversificación de ingresos	Colls <i>et al.</i> , 2009; Vignola <i>et al.</i> , 2009; Vignola <i>et al.</i> , 2015; Rosas-Mosquera, 2016; Chain-Guadarrama <i>et al.</i> , 2018; Chain-Guadarrama <i>et al.</i> , 2019 y Reid <i>et al.</i> , 2019
Conservación del conocimiento tradicional	Vignola <i>et al.</i> , 2009; Vignola <i>et al.</i> , 2015
Aprovechamiento del conocimiento local	Vignola <i>et al.</i> , 2009; Vignola <i>et al.</i> , 2015
Manejo integral de ecosistemas	Colls <i>et al.</i> , 2009; Vignola <i>et al.</i> , 2009; Vignola <i>et al.</i> , 2015; Rosas-Mosquera, 2016 y Reid <i>et al.</i> , 2019
Empoderamiento femenino	Rosas-Mosquera, 2016 y Reid <i>et al.</i> , 2019
Acceso a créditos y financiamiento	Colls <i>et al.</i> , 2009; Vignola <i>et al.</i> , 2009; Vignola <i>et al.</i> , 2015
Conservación de la actividad agrícola	Vignola <i>et al.</i> , 2009; Vignola <i>et al.</i> , 2015

Fuente. Elaboración propia

Sin embargo, difiere con los resultados de investigaciones en las cuales se hallaron como beneficios no monetarios, los relacionados con la mitigación del cambio climático, como es el caso de cultivos que sirven como sumideros de carbono (Vignola *et al.*, 2009; Vignola *et al.*, 2015); lo que se explica debido a que la producción de los hongos comestibles se realizará en ambientes controlados y no de forma silvestre o en sistemas agroforestales. Por último, se precisa que si bien no son abundantes las investigaciones que valoran las estrategias AbE, las que se encontraron en su mayoría se limitan a la valoración económica (Cruz *et al.*, 2010; Girot y Vignola, 2010; Aguirre *et al.*, 2012 y Expósito-Miranda, 2017) y no analizan los costos y beneficios no monetarios, por lo que este tipo de análisis e incluso la valoración social se deben considerar un área de oportunidad en el estudio de las estrategias AbE.

5. CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo por objeto analizar desde la perspectiva económica y social la producción de hongos comestibles como estrategia AbE. Se concluyó que la producción de hongos comestibles, setas y shiitakes, en ambiente controlado es una auténtica estrategia AbE, pues cumple con los cinco criterios necesarios: 1) tener su origen en un proyecto con enfoque climático, 2) su objetivo es el manejo integral del BMM de la región, 3) el manejo integral del ecosistema genera cobeneficios, 4) el Grupo que implementará la AbE obtendrá beneficios que le permitirán reducir su vulnerabilidad al Cambio Climático y 5) cuenta con apoyo institucional.

El Grupo Manos Mágicas cuenta con las condiciones necesarias para la implementación de la producción de hongos comestibles como estrategia AbE. Dicha estrategia favorecerá la diversificación de los ingresos, el fortalecimiento organizacional y contribuirá a enfrentar al entorno de incertidumbre derivado del cambio climático o de eventos extraordinarios como la pandemia de Covid-19.

Para la implementación de la estrategia AbE, el Grupo deberá de realizar adecuaciones en los factores de producción. Además, debe potencializarse la alianza estratégica con el Grupo Agroecológico SENDAS A.C pues le permitirá posicionar la producción de hongos comestibles en el mercado.

Para la valoración económica se empleó el Análisis Costo Beneficio. Se concluyó que la producción actual del Grupo es rentable desde la perspectiva financiera y no es rentable desde la perspectiva económica del análisis. Se identificó a la variable mano de obra, valorada como costo de oportunidad, es la más sensible, capaz de hacer fluctuar significativamente los indicadores de los escenarios. Se concluyó que cada uno de los escenarios hipotéticos planteados son rentables económicamente al implementarse de forma aislada y pierden la rentabilidad al implementarse de forma conjunta con la producción actual de la agrupación.

Derivado del análisis de sensibilidad se recomienda la implementación de la producción de hongo shiitake como la estrategia más rentable. Aunque no debe de

descartarse la producción conjunta de shiitakes y setas, que en el análisis de sensibilidad alcanza indicadores positivos. Se encontró que una de las estrategias para incrementar la rentabilidad de los escenarios y que operen con indicadores positivos es añadir valor a la producción de hongos comestibles, mediante procesos como el curtido, el secado o la conserva.

Además, la estrategia AbE genera los siguientes beneficios no monetarios: 1) seguridad alimentaria, 2) diversificación del ingreso familiar, 3) conservación del conocimiento tradicional, 4) aprovechamiento del conocimiento local, 5) manejo integral del BMM, 6) empoderamiento de las socias, 7) acceso a fuentes de crédito y financiamiento y 8) conservación de la producción de maíz criollo.

Se acepta la hipótesis de la investigación puesto que entre los principales costos asociados a la implementación de la estrategia se encontraron las erogaciones iniciales por la instalación del módulo de producción de hongos comestibles, aunado a la necesidad llevar a cabo una redistribución organizacional para realizar la nueva actividad productiva. Los potenciales beneficios señalados son consistentes con los hallados y superan a los costos de la implementación de la estrategia AbE.

El principal aporte de la investigación radica en que permitió conocer la dinámica costo-beneficio de una auténtica estrategia AbE para una comunidad agrícola de la zona centro de Veracruz. Lo cual abona a los escasos estudios de valoración económica que sobre las estrategias AbE existen.

Por último, este estudio sienta las bases para futuras investigaciones, para las cuales se recomienda la aplicación de un método de valoración social que permita retomar los costos y beneficios no monetarios que no se valoraron en esta investigación; así como un seguimiento de la estrategia AbE con valoraciones durante su implementación y de ser el caso una valoración ex post.

REFERENCIAS

- Aguirre, Emilio; Baraldo, Juan y Durán-Fernández, Verónica. (2012). Evaluación costo beneficio ex ante del Proyecto DACC Adicional. OFPyA, pp. 22.
- Andrade, Angela y Vides, Roberto (2014). *Enfoque ecosistémico y políticas públicas: aportes para la conservación de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático en Latinoamérica*. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global. Obtenido de <https://www.weadapt.org/sites/weadapt.org/files/legacy-new/knowledge-base/files/5051bf92c2f8aandrade-vides-iai-3.pdf> consultado el 18 de octubre de 2018.
- Ayers, Jessica; Anderson, Simon; Pradhan, Sibongile y Rossing, Tine. (2012). *Manual de Monitoreo, Evaluación, Reflexión y Aprendizaje Participativos para la Adaptación basada en la Comunidad*. Care International-IIED (Instituto Internacional para el Ambiente y el Desarrollo). Obtenido de www.careclimatechange.org/files/adaptation/CARE_PMERA_Manual_2012.pdf consultado el 03 de marzo de 2020.
- Ázqueta, Diego; Alviar, Mauricio; Domínguez, Lilia y O’Ryan, Raúl, (2007). *Introducción a la Economía Ambiental*. Madrid, España: Mc Graw Hill.
- Banxico (Banco de México). (2020). Tasa de interés vigente para los CETES. Banxico. Obtenido de <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/llevarTasasInteresAction.do?idioma=sp> consultado el 05 de mayo de 2020.
- Barba, José María y López Javier. (2017). *Guía Práctica para el Cultivo de Setas*. Universidad Autónoma Metropolitana (División de Ciencias Biológicas y de la Salud), pp. 50.
- Batliwala, Srilatha. (1997). El significado del empoderamiento de las mujeres: Nuevos conceptos desde la acción. *En Poder y Empoderamiento de las mujeres*, editado por León, Magdalena. Santa Fe de Bogotá, 1997, pp. 187-211.

- Boa, Eric. (2005). *Los hongos silvestres comestibles: Perspectiva global de su uso e importancia para la población*. FAO, pp. 170.
- Boege-Schmidt, Eckart. (2008). El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Instituto Nacional de Antropología e Historia: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, México, pp. 344.
- Bonnafé, Juliette y Platas, Viviane. (2016). Principios para el Empoderamiento de las mujeres en las empresas. ONU-Mujeres. México, pp. 48.
- Botello-Peñaloza, Héctor Alberto. (2015). Determinantes del acceso a crédito: Evidencia a nivel de la firma en Bolivia. Perfil de Coyuntura Económica No. 25, julio 2015, pp. 111-124. Colombia. DOI: 10.17533/udea.pece.n25a06.
- Calle, Luis Alfredo. (2016). Metodologías para hacer revisión de la literatura en una investigación. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Colombia.
- Carroll, Amy y Pérez, Mercedes. (2004). *Elaborando una evaluación de la Comunidad*. UCLA Center for Health Policy Research, The Regents of the University of California. Estados Unidos de América, pp. 89.
- Casadiego, Camila. (2011). Efecto del incremento de la temperatura sobre hongos edáficos en un bosque altoandino (Cuenca del Río Blanco, Cundimarca). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia, pp. 30.
- Castillo, Antonio; Carnota, Orlando y Arocha, Carmen. (2012). *Procedimiento para realizar estudios costo utilidad en instituciones sanitarias cubanas*. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. La Habana, Cuba, pp.16.
- CDB (Convenio sobre Diversidad Biológica). (2009). *“Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Informe del Segundo Grupo Ad Hoc de Expertos y Técnicos sobre Biodiversidad y cambio climático”* Montreal, Canadá. Serie Técnica No. 41.
- CDB (Convenio sobre Diversidad Biológica). (2011). *“Viviendo en armonía con la naturaleza: 2011-2020”*. Convenio sobre Diversidad Biológica, obtenido de <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheets-es-web.pdf> consultado el 12 de agosto de 2019.

- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2018). *Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe*. Obtenido de Gobierno de México: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/394474/Texto_del_Acuerdo_Regional_de_Escazu_.pdf consultado el 01 de octubre de 2019.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2019). *Cambio climático y derechos humanos. Contribuciones desde y para América Latina y el Caribe*. CEPAL. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44970/4/S1901157_es.pdf consultado el 10 de enero de 2020.
- Chain-Guadarrama, Adina; Martínez-Rodríguez, Rafael; Cárdenas, José Manuel; Vílchez-Mendoza, Sergio y Harvey, Celia. (2018). *Adaptación basada en Ecosistemas en pequeñas fincas de granos básicos en Guatemala y Honduras*. Revista Agromeso, 29(3):571-583. Septiembre-diciembre, 2018, ISSN 2215-3608, doi:10.15517/ma.v29i3.32678 obtenido en <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso> consultado el 18 de junio de 2020.
- Chain-Guadarrama, Adina; Martínez-Rodríguez, Rafael; Cárdenas, José Manuel; Vílchez-Mendoza, Sergio y Harvey, Celia. (2019). *Uso de prácticas de Adaptación basada en Ecosistemas por pequeños cafetaleros en Centroamérica*. Revista Agromeso, 30(1):1-18. Enero-abril, 2019, ISSN 2215-3608, doi:10.15517/am.v30i1.32615 obtenido en <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso> consultado el 18 de junio de 2020.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf> consultado el 01 de octubre de 2019.

- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). (1997). *Protocolo de Kyoto*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf> consultado el 01 de octubre de 2019
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). (2009). “*Glosario de Términos del IPCC*”. Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/03/AR5_SYR_Glossary_es.pdf consultado el 15 de septiembre de 2019.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). (2015). Acuerdo de París. *Acuerdo de París de la XXI Conferencia sobre el Cambio Climático*. París, Francia.
- Coleman, Alisha; Rabbitt, Matthew; Gregory, Christian y Singh, Anita. (2018). *Household Food Security in the United States in 2018*. USDA (United States Department of Agriculture). Obtenido de <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/94849/err-270.pdf?v=963.1> consultado el 09 de abril de 2020.
- Colls, A.; Ash, N.; y Ikkala, N. (2009). *Ecosystem-based Adaptation: a natural response to climate change*. Gland, Switzerland: IUCN. 16pp.
- CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad). (2010). *El Bosque Mesófilo de Montaña de México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible*. CONABIO, pp. 200.
- CONASAMI (Comisión Nacional de Salarios Mínimos). (2020). *Tabla de Salarios Mínimos Vigentes 2020*. CONASAMI. Obtenido de <https://www.gob.mx/conasami/documentos/tabla-de-salarios-minimos-generales-y-profesionales-por-areas-geograficas> consultado el 09 de junio de 2020.
- Consejo Europeo. (2018). “El cambio climático y la Seguridad Internacional. Alto Representante de la Comunidad Europea, recuperado de

https://www.consilium.europa.eu/media/30860/es_clim_change_low.pdf
consultado el 10 de enero de 2020.

- Contreras, Eduardo. (2009). *Evaluación social de proyectos: Evaluación Multicriterio*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile, pp. 41.
- Cruz, Delmar; López de León, Edgar; Pascual, Luis Felipe y Battaglia, Massimo. (2010). Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Agriculture and Environment for International Development* 2010, 104 (3-4): 139 – 154.
- Cruz-García, Gisella y Vael, Lore. (2017). El manejo de plantas silvestres alimenticias en escenarios de deforestación, ilustrado por una comunidad mestiza de la Amazonía Peruana . In: Casas, A.; Torres-Guevara, J.; Parra, F. (eds).2017. Domesticación en el continente americano. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) del Perú. 575 p. Lima, PE. p.328-344.
- Cuevas, Juan Ángel. (2016). Los hongos: héroes y villanos de la prosperidad humana. *Revista Digital Universitaria*. UNAM. Vol. 17, Núm. 9, ISSN 1607-6079. Obtenido de <http://www.revista.unam.mx/vol.17/num9/art69/> consultado el 19 de julio de 2020.
- Díaz-Bravo, Laura; Torruco-García, Uri; Martínez-Hernández, Mildred; y Varela-Ruiz, Margarita (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7), 162-167. Dirección de internet:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200750572013000300009&lng=es&tlng=es, consultado por Internet el 07 de noviembre de 2019.
- Diesner, Félix. (2013). *Adaptación basada en Comunidades (AbC): Bases conceptuales y guía metodológica para iniciativas rápidas de AbC en Colombia*. Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia, pp. 64.
- Drummond, Michael; O'Brien, Bernie; Toddart, Greg; y Torrance, George. (2001). *Métodos para la evaluación económica de los programas de asistencia sanitaria*. Centro de Economía de la Salud. Estados Unidos, pp. 345.

- Expósito-Miranda, Hortensia. (2017). *Sistematización y Análisis de Metodologías Cuantitativas sobre Costo Beneficio que apoye el análisis de medidas de adaptación al cambio climático (Informe)*. SEMARNAT-INECC (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático), México, pp. 32.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2010. *La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura*, editado por Barbara Rischkowsky y Dafydd Pilling. Roma (disponible en <http://www.fao.org/docrep/011/a1250s/a1250s00.htm>) (traducción de la versión original en inglés, 2007).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura). (2019). *Evaluación Participativa de las Comunidades*. FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/3/x9996s/x9996s03.htm> consultado el 15 de mayo de 2020.
- FAO-PNUD (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Programa Naciones Unidas para el Desarrollo). (2019). *Guía de análisis costo beneficio. Aplicación para medidas de adaptación al cambio climático en el sector agropecuario en Uruguay*. 148 pp.
- Farias, Demian. (2016). El caso del maíz como patrimonio biocultural de México. Seminario de Patentes, Marcas y Derechos de Autor. CINVESTAV. México, pp. 253-262.
- FEBA (Friends of Ecosystem-based Adaptation). (2017). *Hacer que la adaptación basada en ecosistemas sea eficaz: un marco para definir criterios de cualificación y estándares de calidad (documento técnico de FEBA elaborado para CMNUCC-OSACT 46)*. Bertram, M., Barrow, E., Blackwood, K., Rizvi, A.R., Reid, H., y von Scheliha-Dawid, S. GIZ, Bonn, Alemania, IIED, Londres, Reino Unido, y UICN, Gland, Suiza. 14 pp.
- Flores, Antonio y Contreras Minerva. (2012). *Manual de Cultivo del Hongo Seta (Pleurotus ostreatus) de forma artesanal*. UNAM, Ciudad de México, México, pp. 37.

- FWILC (Fundación Wetlands International Latinoamérica y el Caribe). (2015). *“Memoria del curso internacional de adaptación basada en ecosistemas en zonas marino costeras”* obtenido de http://creho.org/wp-content/uploads/2017/10/Memoria-Final_Curso-de-Adaptaci%C3%B3n-Wetlands-International-CREHO_2015.pdf consultado el 04 de noviembre de 2019.
- Gaitán-Hernández, Rigoberto; Salmones, Dulce; Mota, Gerardo y Pérez, Rosalía. (2006). *Manual Práctico del Cultivo de Setas: aislamiento, siembra y producción*. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, México, pp.37.
- Giro, Pascal y Vignola, Raffaele. (2010). Financiamiento de la adaptación: propuestas y retos éticos y metodológicos relevantes para la adaptación basada en los ecosistemas. En *Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina*, pp. 116-130.
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit); Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México y CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2017). *Conocimiento tradicional asociado a los recursos biológicos*. CONABIO-GIZ. México, pp.16.
- Gobierno del Estado de Veracruz. (2013). *Agendas Sectoriales de Cambio Climático 2012-2016 del Estado de Veracruz*. SEDEMA, pp. 403.
- Gordillo, Gustavo y Méndez Obed. (2013). *Seguridad y Soberanía Alimentaria: documento para la discusión*. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), pp. 45.
- Gual, Martha y Rendón Alejandro. (2014). *Bosques Mesófilo de Montaña de México: diversidad, ecología y manejo*. CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad), pp. 356.
- Guido-Aldana, Pedro y Ramírez-Campero, Adriana. (2016). *Criterios para la selección y el diseño de medidas de adaptación en México*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), México, pp. 13.
- Guzmán-Chávez, Mauricio Genet. (2006). *Biodiversidad y conocimiento local: del discurso a la práctica basada en el territorio*. Universidad de Guadalajara.

- Espiral, vol. XIII, núm. 37, septiembre-diciembre, 2006, Guadalajara, México; pp. 145-176.
- H. Ayuntamiento del Municipio de Xalapa- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). (2014). Plan de Acción Xalapa Sostenible. *Visión para un futuro con servicios eficientes, un territorio resiliente y cuentas transparentes*. Xalapa, Veracruz, México: H. Ayuntamiento del Municipio de Xalapa.
- H. Congreso de la Unión. (2007). *Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación*. Diario Oficial de la Federación. México.
- H. Congreso de la Unión. (2012). *Ley General de Cambio Climático*. Diario Oficial de la Federación. México.
- H. Congreso del Estado de Veracruz. (2010). *Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático*. Veracruz, México: Gaceta del Estado de Veracruz.
- Hutubessy, Raymond; Chisholm, Dan y Edejer, Tessa Tan. (2003). Generalized cost-effectiveness analysis for national-level priority-setting in the health sector. *Cost Eff Resour Alloc* 1, 8 <https://doi.org/10.1186/1478-7547-1-8>
- INDESOL (Instituto Nacional de Desarrollo Social). (2015). *Manual de Producción de Hongo Seta*. Prisma Comunitario, México, pp. 29.
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). (2018). Diseño e implementación de medidas de adaptación al cambio climático en México . Resumen Informativo. Ciudad de México.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). (2007). *“Informe de Expertos Intergubernamental sobre el cambio climático 2007”*. PNUMA obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf consultado el 14 de septiembre de 2019.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). (2014). *“Informe de Expertos Intergubernamental sobre el cambio climático 2014”*. PNUMA obtenido de http://www.ipcc.ch/assets/uploads_2018/02_SYR_AR5_FINAL_FULL_es.pdf f consultado el 14 de septiembre de 2019

- IAvH (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt). (2012). “*Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos*”. Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, obtenido en http://www.humboldt.org.co/images/pdf/PNGIBSE_espa%C3%B1ol_web.pdf f consultado el 11 de mayo de 2019.
- Jociles, María Isabel. (2018). “La observación participante en el estudio etnográfico de las prácticas sociales”. *Revista Colombiana de Antropología*, (54), 121-150. Dirección de internet: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcan/v54n1/0486-6525-rcan-54-01-00121.pdf> consultado por Internet el 23 de octubre de 2019.
- Labandeira, Xavier; León, Carmelo y Vázquez, María Xosé (2007). *Economía Ambiental*. Pearson Education. Madrid, España, pp. 376.
- Latiff, Alfonso. (2005). La curva de aprendizaje: ¿Qué es y cómo se mide? Sociedad Colombiana de Medicina. Colombia, pp. 15-17.
- Lecuona-Valenzuela, Ramón. (2014). Algunas lecciones de la experiencia reciente de financiamiento a las Pymes: Colombia, Costa Rica y México. Serie Financiamiento para el Desarrollo. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). México, pp. 39.
- López, Armando. (2016). *Manual de Producción de Micelio de Hongos Comestibles*. Instituto de Investigaciones Forestales. Universidad Veracruzana, Xalapa, México, pp. 89.
- Londero, Elio, (1991). "Los fundamentos del análisis costo-beneficio y su reflejo en la principales versiones operativas," *El Trimestre Económico*, Fondo de Cultura Económica, vol. 0(229), pp. 73-99, enero-mar.
- Magallanes, Jesús. (2016). Evaluación de Medidas de Adaptación. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), México, pp. 11.
- Magrin, Graciela. (2015). *Adaptación al Cambio Climático en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile, pp. 80.

- Martínez, Julia y Fernández, Adrián (Compiladores). (2004). *Cambio Climático: Una visión desde México*. SEMARNAT-INE, pp. 523.
- Martínez-Carrera, Daniel, Larqué, A., Aliphath, M., Aguilar, M., Bonilla, M. y Martínez, W. (2000). *La biotecnología de hongos comestibles en la seguridad y soberanía alimentaria de México*. II Foro Nacional sobre Seguridad y Soberanía Alimentaria. Academia Mexicana de Ciencias-CONACYT, México, D. F. Pp. 193-207. ISBN 968-7428-11-2.
- Martínez-Carrera, Daniel, Morales, P., Sobal, M., Bonilla, M. y Martínez, W. (2007). *México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción consumo de los hongos comestibles*. Capítulo 6.1, 20 pp. In: *El Cultivo de Setas Pleurotus spp. en México*. J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata & H. Leal (Eds.). ECOSUR-CONACYT, México, D.F. ISBN 978-970-9712-40-7.
- Martínez-Carrera, Daniel y Mayett, Yessica. (2019). *El consumo de los hongos comestibles y su relevancia en la Seguridad Alimentaria de México*. Biblioteca Básica de Agricultura, pp. 38 obtenido en http://colpospuebla.mx/2019simposio/03.2_Ejem_Capitulo_Mayett-Martinez-Carrera_2019.pdf consultado el 05 de abril de 2020.
- Massimo, Florio; Finzi, Ugo; Genco, Mario; Levarlet, François; Maffii, Silvia; Tracogna, Alessandra y Vignetti, Silvia, (2003). *Costes y Beneficios de los Proyectos de Inversión*. Bruselas: Comisión Europea.
- Merino, Leticia (2012). *Revisión de Trabajar juntos: Acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica*. Revista mexicana de sociología, 74(4), 679-684. Recuperado en 25 de octubre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-25032012000400006&lng=es&tlng=es.
- Meixueiro, Javier y Pérez, Marco Antonio. (2008). *Metodología General para la Evaluación de Proyectos*. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos. México, pp. 30.
- Ministerio Español del Medio Ambiente. (2015). *Plan Nacional del Cambio Climático: Marco para la Coordinación entre Administraciones Públicas para*

las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al Cambio Climático. Gobierno de España. España, pp. 59.

Montesillo-Cedillo, José Luis. (2016). Rendimiento por hectárea del maíz grano en México: distritos de riego vs temporal. *Economía Informa*. Volumen 398, Mayo-Junio 2016, pp. 60-74, obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2016.04.005> consultado el 05 de junio de 2020

Mora-Rivera, José Jorge y Cerón-Monroy, Hazael. (2015). Diversificación de ingresos en el sector rural y su impacto en la eficiencia: evidencia para México. Cuadernos de Desarrollo Rural, julio-diciembre 2015, Colombia. Obtenido en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11742292003> consultado el 19 de junio de 2020.

Morales, María Luisa. (2009). Los hongos: innovación y experiencia. Revista CSIFD. Número 45. Granada, España, ISSN 1988-6047.

Muñoz-Villers, Lyssette Elena, Holwerda, Friso, Alvarado-Barrientos, María Susana, Geissert, Daniel, Marín-Castro, Beatriz, Gómez-Tagle, Alberto, McDonnell, Jeffrey, Asbjornsen, Heidi, Dawson, Todd y Bruijnzeel-Leendert, Adrián. (2015). “Efectos hidrológicos de la conversión del bosque de niebla en el centro de Veracruz, México”. *Bosque (Valdivia)*, 36(3), 395-407. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002015000300007> consultado el 07 de junio de 2019.

Naredo, José Manuel (2002). Economía y sostenibilidad: la economía ecológica en perspectiva. *Polis: Revista Latinoamericana*, 1-24.

Naredo, José Manuel (2003). *La economía en evolución: Historia y Perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*. España: Siglo Veintiuno de España Editores.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). (2006). *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. París, Francia: OCDE.

Olivier, Jenker; Probst, Kosmus; Renner, Isabel; Riha, Klemens (2012). *Adaptación basada en los ecosistemas (AbE), un nuevo enfoque para promover soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en diferentes sectores*. Obtenido de:

- <http://www.giz.de/expertise/downloads/giz2013-es-adaptacion-basada-en-losecosistemas.pdf> consultado el 08 de diciembre de 2018.
- OMC (Organización Mundial del Comercio). (2020). *Estadísticas de Comercio para el desarrollo internacional de las empresas*. Obtenido de <https://www.trademap.org/Index.aspx> consultado el 10 de abril de 2020.
- ONU-PNUMA (Organización de las Naciones Unidas- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). Programa para el medio ambiente: City Adapt. (2019). Estudio de vulnerabilidad ante el cambio climático en Xalapa y Tlalnelhuayocan, Veracruz. ONU Programa para el medio ambiente, México. Documento disponible en: www.cityadapt.com
- Ortega, Bienvenido. (2012). *Análisis Coste-Beneficio*. Revista eXtoikos, ISSN-e 2173-2035, PP. 147-149.
- Ortega, Fernando y Castillo, Gonzalo. (1996). "El Bosque Mesófilo de Montaña y su importancia forestal". En Revista Ciencias número 43, julio-septiembre 1996.
- Ortega, Oswaldo. (2017). *Mejoramiento continuo de procesos: Aspectos Conceptuales*. Ediciones de la U. España, pp. 308.
- Ostrom, Elinor (1990). *El gobierno de los bienes comunes*. Madrid: Editoriales Alfa-Omega, pp. 346.
- Ostrom, Elinor, Poteete, Amy. y Janssen, Marco, (2008). *Trabajar Juntos: acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica*. Madrid: Alpha & Omega, pp. 234.
- PNUD-SEMARNAT (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2009). "*Cambio Climático: Ciencia, evidencia y acciones*" obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD000951.pdf> consultado el 31 de marzo de 2020.
- PNUD-SEMARNAT (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2013). "*Informe de la situación del Medio Ambiente en México: Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y de desempeño ambiental*" obtenido de

https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12eng/pdf/Informe_2012.pdf consultado el 05 de septiembre de 2019.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo); GEF (Fondo para el Medio Ambiente Mundial) y Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturales, Obras Públicas y Seguridad Nuclear de la República Federal de Alemania. (2015). *¿Qué es el Patrimonio Biocultural?* Perú, obtenido en www.bioculturalheritage.org consultado el 19 de junio de 2020.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2018). *Building climate resilience of urban systems through Ecosystem-based Adaptation (EbA) in Latin America and the Caribbean*. PNUMA.

PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2019). *“Perspectivas del Medio Ambiente Mundial”*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, obtenido de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27652/GEO6SPM_EN.pdf?sequence=1&isAllowed=y consultado el 10 de octubre de 2019.

Porter, Michael. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York, U.S. The Free Press, pp. 576.

Porter, Michael. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York, U.S. The Free Press, pp. 1025.

PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor). (2020). *¿Quién es quién? Precios de la Canasta*. Obtenido de <https://www.profeco.gob.mx/precios/canasta/home.aspx?th=1> consultado el 09 de abril de 2020.

Quezada, Alicia y Ilieva, Lili (2015), *“La Comunidad de Práctica sobre Adaptación basada en Ecosistemas”*. PNUMA Bogotá, Colombia.

RAE (Real Academia de la Lengua Española). (2020). *Diccionario de la Lengua Española*. Obtenido en <https://dle.rae.es/> consultado el 11 de abril de 2020.

Rebollo, Óscar; Morales, Ernesto; González, Sheila; Institut de Govern i Polítiques Públiques (IGOP) — Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). (2016).

- Guía Operativa de la Evaluación Comunitaria. IGOP-UAB. Barcelona, pp. 136.
- Reid, Hannah; Hou-Jones, Xiaoting; Porras, Ina; Hicks, Charlotte; Wicander, Sylvia; Seddon, Nathalie; Kapos, Val; Rizvi, Ali y Roe, Dilys. (2019). ¿Es eficaz la adaptación basada en ecosistemas? Percepciones y lecciones aprendidas en trece sitios de proyectos. Informe de investigación del IIED. Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (IIED), Londres.
- Rivera, César y Mendoza, Alberto, (2009). *Análisis Costo Beneficio y Costo Efectividad de las medidas de seguridad implementadas en carreteras mexicanas*. Secretaría de Comunicación y Transporte. 39 pp.
- Rodríguez, Nelson; Araque, Martha Liliana y Perdomo, Francenid. (2006). *Producción de los hongos comestibles orellanas y shiitakes*. Centro Nacional de Investigaciones del Café, Colombia, pp.33.
- Romero, Carlos (1997). *Economía de los Recursos Ambientales y Naturales*, Editorial Alianza, Madrid, España, ISBN 84-206-6850-8, pp. 211
- Romero, Omar; Martínez, Marco; Huato, Miguel; Ramírez, Benito y López, Francisco. (2016). *Producción del hongo Shiitake (Lentinula edodes Pegler) en bloques sintéticos utilizando residuos agroforestales*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.6 Núm.6 14 de agosto - 27 de septiembre, 2015 p. 1229-1238.
- Romero-Arenas, Omar; Valencia-De Ita, María de los Ángeles; Rivera-Tapia, Antonio; Tello-Salgado, Isaac; Espino-Barros, Oscar y Damián-Huato, Ángel. (2018). *Capacidad Productiva de Pleurotus ostreatus utilizando la alfalfa deshidratada como suplemento en diferentes sustratos agrícolas*. ASy D 15: 145-160.
- Rosas-Mosquera, Marcela. (2016). *Estrategias de Gestión de riesgo, fundamentada en la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)*. Estudio de Caso: Cuenca Quebradanegra (Utica- Quebradanegra, Cundinamarca). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia, pp. 183.
- Rzedowski, Jerzy. (1978). *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México. 432 p.

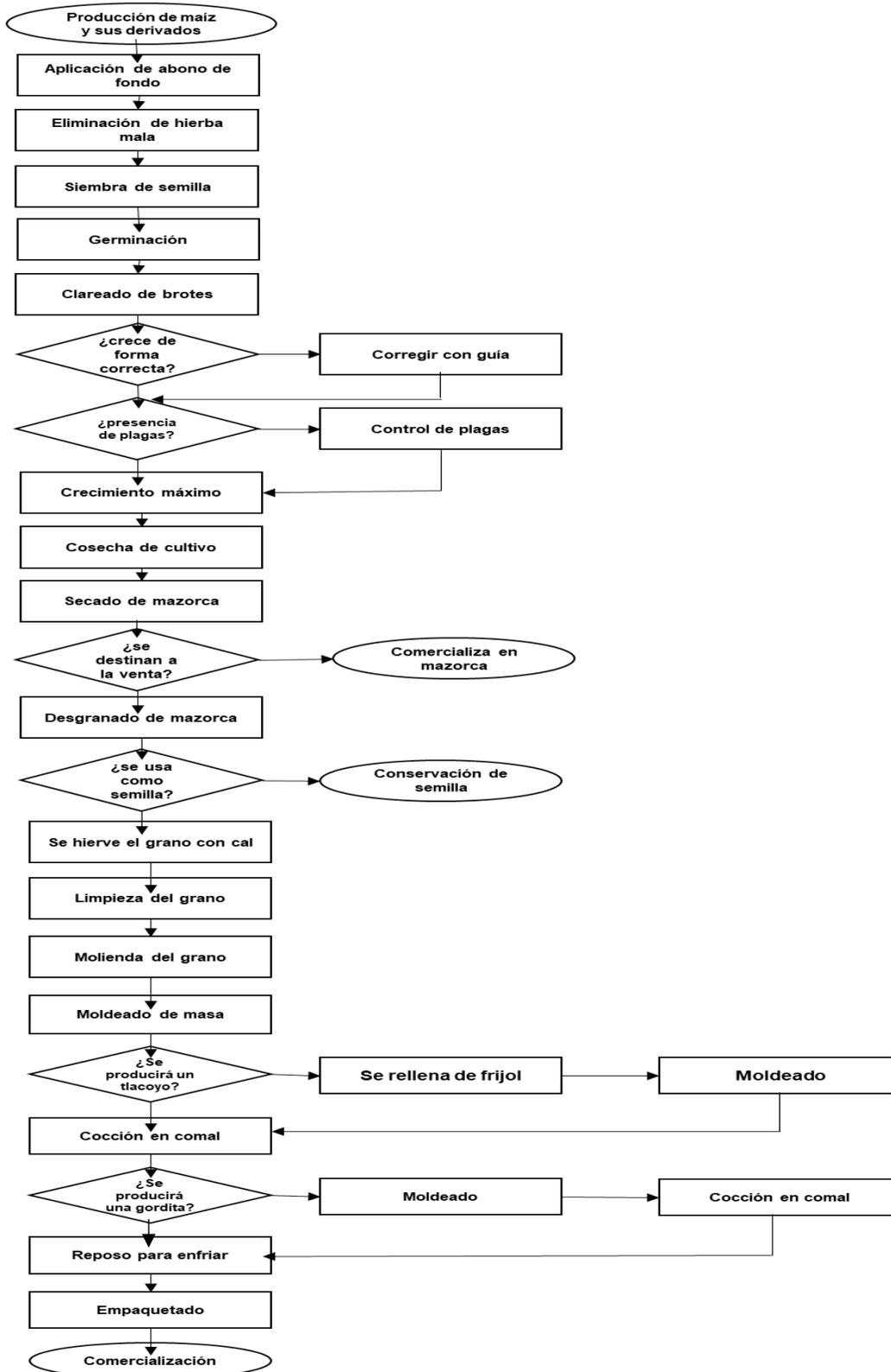
- Rzedowski, Jerzy. (1990). Vegetación Potencial IV. 8. 2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1: 4 000 000. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Sarquis, María Teresa y Parada, María Elena. (2015). Teoría de la Evaluación Social de Proyectos: Metodología para la evaluación social de proyectos. Universidad de las Américas Puebla. Puebla, México, pp. 6.
- Sayago, Santiago. (2014). *El análisis del discurso como técnica de investigación cualitativa y cuantitativa en las ciencias sociales*. Cinta moebio 49: 1-10 Obtenido de: www.moebio.uchile.cl/49/sayago.html consultado el 21 de mayo de 2020.
- Secretaría del Convenio de Diversidad Biológica (CDB). (2011). Cuaderno sobre Conocimiento Tradicional. CDB. Montreal, Canadá, pp. 16.
- SEDEMA-SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2018). *Programa de Gestión para mejorar la calidad del aire del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave*. SEDEMA-SEMARNAT, pp.306.
- SEMARNAT-INECC (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). (2012). *“Adaptación al Cambio Climático en México: Visión, elementos y criterios para la toma de decisiones”*. SEMARNAT obtenido en <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD001364.pdf> consultado el 12 de mayo de 2019.
- SEMARNAT-PNUMA (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales-Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2006). *El cambio climático y América Latina y el Caribe*. Distrito Federal, México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Sierra, Sigfrido. (2012). *Los Hongos comestibles y su cultivo: Historia, Desarrollo actual y perspectivas en México y en el mundo*. UNAM, pp. 8 obtenido de <http://sistemas.fciencias.unam.mx/~germoplasma/files/s6/Sierra%20Galvan.pdf> consultado el 11 de abril de 2020.

- Silva, Ricardo; Fritz, Silvia; Cubillos, Juan y Díaz, Matías. (2010). *Manual para la producción de hongos comestibles (shiitakes)*. Gobierno de Chile. Santiago de Chile, pp. 38.
- Suárez, Fabiola; Duque, Ángela; Pava, Margarita; Estupiñan, Sandra; Calderón, Silvia; Romero, Germán; Ordoñez, Daniel, Álvarez, Andrés; ... Ludeña, Carlos, (2016). *Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia. Análisis Costo Beneficio de las medidas de adaptación*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- The Home Depot. (2020). The Home Depot (página web). Consultada en <https://www.homedepot.com.mx/> con fecha 09 de junio de 2020.
- Torrego, Alicia (Coordinador). (2018). *Congreso Nacional del Medio Ambiente 2018: Rumbo 2030*. Centro de Cooperación del Mediterráneo- IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), obtenido de http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs%202018/10_final.pdf consultado el 31 de marzo de 2020.
- Tejeda, Adalberto (Coordinador). (2009). *Programa Veracruzano ante el cambio climático: versión corregida a partir de una consulta pública*. Gobierno del Estado de Veracruz, obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/164947/2009_vz_pacc.pdf consultado el 31 de marzo de 2020.
- Tejeda, Adalberto (Coordinador). (2010). *Cambio Climático y cambio de gobierno: compromisos mínimos para el Estado de Veracruz*. Universidad Veracruzana, obtenido de http://www.uv.mx/peccuv/files/2019/06/E1_Cambio-climatico_de-gobierno.pdf consultado el 31 de marzo de 2020.
- Úcar, Xavier; Heras, Pilar; Soler, Pere. (2014). *La Evaluación Participativa de acciones comunitarias como metodología de aprendizaje para el empoderamiento personal y comunitario: Estudio de Casos y Procesos de Empoderamiento*. Revista Interuniversitaria Pedagogía Social, 24, pp. 21-47. Obtenida en http://www.upo.es/revistas/index.php/pedagogia_social/ consultada el 15 de mayo de 2020.

- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales). (2012). Adaptación basada en Ecosistemas: Una respuesta al cambio climático. Obtenido de Portal de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2012-004.pdf> consultado el 12 de octubre de 2018.
- Urzelai-Cabañes, Rosa. (2014). El empoderamiento de las mujeres: La ruta para una vida equitativa y segura. Universidad de Valencia. España, pp. 2013.
- Vences, Carlos. (2016). *Manual de Prácticas: Producción de Hongos Comestibles*. Universidad Autónoma del Estado de México-H. Congreso del Estado de México, pp.26.
- Vidales, Carlos (2013). "En diálogo: Metodologías horizontales en ciencias sociales y culturales". *Comunicación y sociedad*, (20), 239-247. Dirección de internet: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188252X2013000200012&lng=es&tlng=es consultado por Internet el 23 de octubre de 2019.
- Vignola, Raffaele; Locatelli, Bruno; Martinez, Celia; Imbach, Pablo. (2009). Ecosystem-based adaptation to climate change: what role for policymakers, society and scientists?. *Journal of Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, In press, DOI 10.1007/s11027-009-9193-6.
- Vignola, Raffaele; Harvey, Celia Alice; Bautista-Solis, Pavel; Avelino, Jacques; Rapidel, Bruno; Donatti, Camila y Martínez, Ruth (2015). "*Ecosystem-based adaptation for smallholder farmers: Definitions, opportunities and constraints*". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 126-132.
- Wayne, Richard. (2015). *Cultivo de Hongos de Manera Fácil: cultivo de hongos en el hogar con peróxido de hidrogeno*. México, pp. 44.
- Zorrilla, María; Kuhlmann, Andrea; Cuevas, Gloria; de la Garza, Camila y Echaniz, Mariana, (2017). Metodología para la priorización de las medidas de adaptación al Cambio Climático, SEMARNAT-GIZ, pp. 88.

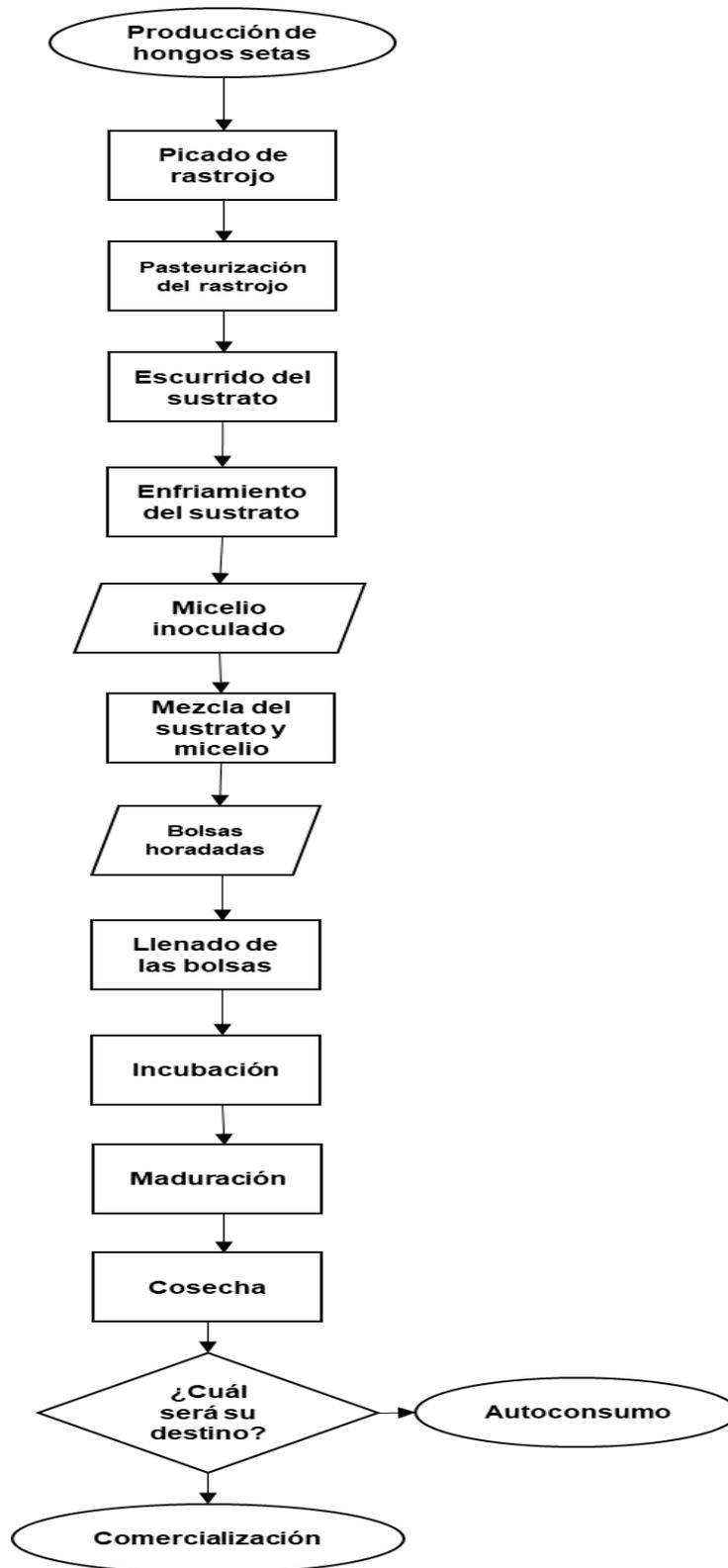
ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de flujo de la producción actual del Grupo



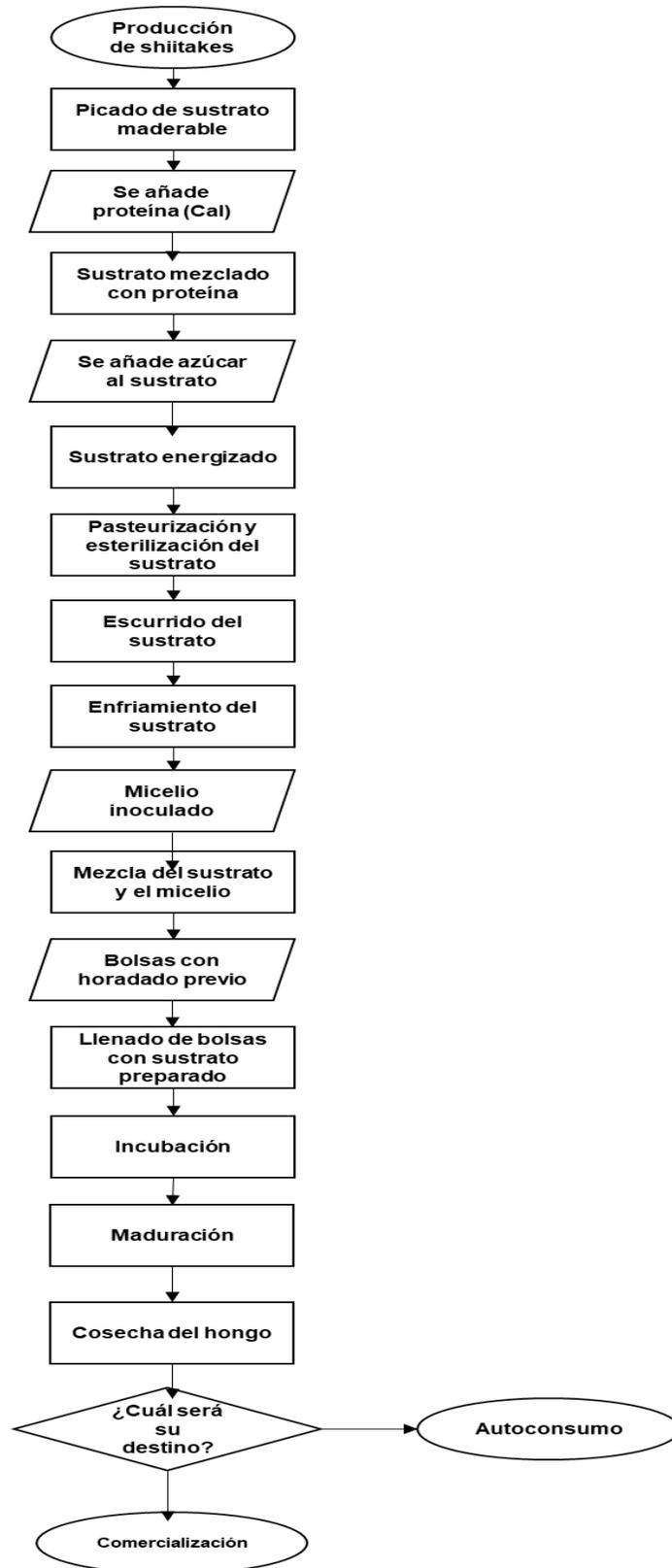
Fuente. Elaboración propia

Anexo 2. Diagrama de flujo de producción de hongos setas



Fuente. Elaboración propia

Anexo 3. Diagrama de flujo de producción de hongo shiitake



Fuente. Elaboración propia