



# **Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**

**Facultad de Economía "Vasco de Quiroga"**

**División de Estudios de Posgrado**

**Metabolismo Social del Socioecosistema Mezcal Tradicional en la  
Región Queréndaro, Michoacán: una aproximación para su  
sustentabilidad**

**T E S I S**

**P R E S E N T A**

**David Orlando Ramírez Naranjo**

*Para obtener el grado de*

***Maestro (a) en Desarrollo y Sustentabilidad***

Director de Tesis

**Dr. Dante Ariel Ayala Ortiz**

Codirector de Tesis

**Dr. Ricardo Musule Lagunes**

Morelia, Michoacán, agosto 2021

## **AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES**

Al posgrado en Desarrollo y Sustentabilidad de la UMSNH y su Facultad de Economía Vasco de Quiroga, al Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico otorgado a través de la beca para la realización de mis estudios de maestría.

Agradezco a mis tutores el Dr. Dante Ariel Ayala Ortiz y el Dr. Ricardo Musule Lagunes, por su valiosa asesoría. A la Dra. Rosalía López Paniagua, la Dra. Katia Villafán y el Dr. Rafael González, miembros de mi comité tutorial, por sus valiosos comentarios, observaciones, y consejos.

## **AGRADECIMEINTOS PERSONALES**

Primero que nada, quiero agradecer a los pobladores de las distintas localidades mezcaleras en la región Queréndaro, Michoacán que tuve la oportunidad de conocer y visitar para llevar a cabo la investigación. Su acogida y recepción siempre fue la mejor y me permitieron llevar a buen fin los distintos trabajos que integraban este estudio, compartiendo desinteresadamente sus conocimientos y lecciones sobre el socioecosistema mezcalero de su territorio. Sin su valioso aporte este trabajo no podría llevarse a cabo.

A Karla, mi amor, parte fundamental durante todo este proceso; mi guía y maestra; fuiste tú quien me escuchó y apoyó en cada momento en el que parecía más difícil de lo normal. Con quien además comparto la dicha y pasión por la sustentabilidad y la investigación. A Cali, por hacerme compañía incondicional en las largas jornadas frente al computador.

A Daniel Rodríguez Mendoza, quien me acompañó y apoyó desinteresadamente en múltiples oportunidades mostrándome de primera mano, y a través de su experiencia, la belleza detrás del mezcal Michoacano.

Al Dr. Carlos Cabrera, quien hizo valiosos comentarios a mi trabajo. Así como al Dr. Rene Colín, quien desinteresadamente me apoyó contactándome directamente con los productores de Real de Otzumatlán.

A mis amigos, Joel Bonales, Elisabeth Rivas y Víctor Martínez, de quienes recibí valiosos comentarios. Especialmente a César Camou, quien me acompañó en varias ocasiones durante las salidas de campo y compartió valiosos comentarios relacionados con el socioecosistema mezcalero de Michoacán.

A mis padres, Orlando Ramírez García y Ruth Julieta Naranjo Fino; a mi hermano, Juan Camilo Ramírez Naranjo, quienes son parte fundamental de mi vida, este trabajo resume todos y cada uno de los momentos que no pudimos compartir juntos durante mi estancia en México.

A mi patria grande, América Latina, a mis patrias chicas, Colombia y México. Por ser dadoras de mis sueños, en tanto propósito.

Finalmente, a mi abuelo, Jesús Ramírez Fagua †, a quien perdí durante este proceso. Solo el cosmos sabe cuánto me dolió.

***“Muchos dicen cómo será el futuro y no te das cuenta  
que tú mismo lo estas construyendo”***

(Don Rafael/productor de mezcal)

# CONTENIDO

Resumen .....	11
Abstract .....	13
Introducción .....	15
Pregunta de investigación .....	19
Supuesto de investigación .....	19
Objetivos .....	20
Objetivo general .....	20
Objetivos específicos.....	20
Justificación.....	20
Capítulo 1. Antecedentes, referentes y estado del arte .....	23
1.1. Bibliometría .....	25
1.1.1 Sustentabilidad y producción de mezcal .....	27
1.1.2 Sustentabilidad y metabolismo social.....	39
1.2. Historia del mezcal en la Región Queréndaro .....	45
Capítulo 2. Marco Teórico-conceptual.....	54
2.1 Sustentabilidad.....	54
2.1.1 Economía Ecológica: un paradigma de la sustentabilidad .....	59

2.2. Metabolismo Social .....	63
2.2.1 Metabolismo social en Marx .....	65
2.2.3 Sistemas complejos y metabolismo social .....	70
2.2.4 Metabolismo social rural/agrario .....	77
2.2.4.1. El modelo básico del metabolismo rural/agrario .....	78
2.2.4.2. Los ambientes de apropiación .....	80
2.2.4.3. El modelo de flujos del metabolismo rural/agrario .....	81
2.2.4.4. Indicadores del metabolismo rural/agrario .....	83
2.3 Socio-ecosistemas .....	85
Capítulo 3. Marco Metodológico .....	89
3.1 Región de estudio y métodos de investigación .....	89
3.1.1. Región de estudio .....	89
3.1.2. Métodos de investigación .....	93
3.1.2.1 Investigación documental .....	93
3.1.2.2 Trabajo in situ .....	95
3.1.2.2. Tipología .....	96
3.1.2.3. Caracterización .....	99
3.1.2.4. Identificación de elementos/procesos del metabolismo social .....	100
3.1.2.5. Identificación de los flujos metabólicos (estructura metabólica) ....	100
3.1.2.6. Integración de resultados (indicadores) .....	101
Capítulo 4. Resultados .....	103

4.1 Caracterización del mezcal tradicional de la región Queréndaro .....	103
4.1.1 Socioecosistema mezcal tradicional de la región Queréndaro .....	107
4.2 Tipología del socioecosistema mezcal .....	111
4.3 Estructuras metabólicas .....	118
4.3.1 Estructuras metabólica general .....	118
4.3.2 Estructuras metabólicas por categorías – casos de estudio .....	119
4.4 Indicadores económico-ecológicos del metabolismo .....	125
Capítulo 5. Discusión y aproximaciones para la sustentabilidad .....	133
5.1 Caracterización del socioecosistema mezcal tradicional.....	133
5.2 Tipología socioecosistema mezcal tradicional - región Queréndaro .....	138
5.3 Estructuras e indicadores económico-ecológicos del metabolismo.....	142
5.4 Aproximaciones hacia la sustentabilidad del socioecosistema mezcalero .....	147
Conclusiones .....	152
Perspectivas de investigación .....	156
Literatura citada.....	158
Anexos .....	174

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción científica anual - sustentabilidad y sistema de elaboración de mezcal.....	28
Figura 2. Red de colaboraciones - sustentabilidad y sistema de elaboración de mezcal. .....	29
Figura 3 Red de estructura conceptual - sustentabilidad y sistema de elaboración de mezcal.....	31
Figura 4. Agrupación por zonas para los municipios con Denominación de Origen en Michoacán. ....	33
Figura 5. Agrupación por regiones para los municipios con Denominación de Origen en Michoacán. ....	35
Figura 6. Proceso de elaboración de mezcal.....	36
Figura 7 Horno de cocción de maguey.....	38
Figura 8 Producción científica anual Metabolismo Social.....	40
Figura 9. Autores más relevantes Metabolismo Social.....	43
Figura 10. Producción científica por país asociada al MS y SUS.....	44
Figura 11. Red de estructura conceptual MS y SUS.. ....	45
Figura 12. Línea del tiempo historia de la producción de mezcal en la Región Queréndaro, Michoacán.. ....	53
Figura 13. Espiral dialéctica.....	72
Figura 14. Estructura metabólica de la sociedad.....	76
Figura 15. Modelo básico de apropiación sociedad y naturaleza. ....	79
Figura 16. Modelo de flujos del metabolismo rural. ....	83
Figura 17. Socioecosistema global.....	87

Figura 18. Ubicación región de estudio. ....	90
Figura 19. Ubicación localidades mezcaleras en la región de estudio. ....	92
Figura 20. Ubicación localidades mezcaleras en la región de estudio. ....	94
Figura 21. Caracterización general del socio-ecosistema mezcal tradicional en la región Queréndaro, Michoacán.. ....	111
Figura 22. Productores entrevistados clasificados por categorías.....	112
Figura 23. Indicador beneficio económico-ecológico.....	126
Figura 24. Indicador rentabilidad económico-ecológico.....	128
Figura 25. Indicador balance económico-ecológico.....	129
Figura 26. Indicador autosuficiencia económico-ecológica. ....	131
Figura 35. Registro fotográfico visitas de campo.....	179
Figura 36. Registro fotográfico aplicación de entrevistas y encuestas. ....	179
Figura 37. Registro fotográfico mezcal y <i>A. inaequidens</i> de la región Queréndaro.....	179

## **INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Flujos del modelo básico de apropiación .....	82
Cuadro 2. Indicadores económico-ecológicos para el metabolismo rural/agrario.....	85
Cuadro 3. Características principales de los productores entrevistados. ....	116
Cuadro 4. Tabla de flujos metabólicos del socio-ecosistema mezcal tradicional/.....	118
Cuadro 5. Estructura metabólica categoría 1, productor C1-P5 .....	121
Cuadro 6. Estructura metabólica categoría 2, productor C2-P10 .....	123
Cuadro 7. Estructura metabólica categoría 3, productor C3-P6. ....	124
Cuadro 8. Resumen de indicadores del Metabolismo rural para los casos aplicados en los productores de mezcal de la región Queréndaro, por categoría identificada.....	125

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Entrevista semiestructurada a profundidad .....	174
Anexo 2. Encuesta productores categorizados .....	176
Anexo 3. Excel datos usados para cálculo de flujos.....	178
Anexo 4. Registro fotográfico salidas de campo.....	179

## Resumen

México como poseedor de gran biodiversidad, se caracteriza por una alta endemidad en términos de magueyes (*Agaves spp*), de los cuales existe evidencia que las culturas mesoamericanas los cultivaban y empleaban de diversas formas, e incluso pudieron llegar hacer destilados de ellos. En este sentido la historia de la producción de mezcal tradicional en México al igual que la región Queréndaro en el estado de Michoacán, se deriva de una relación hombre-naturaleza que tiene sus orígenes alrededor de 9 mil años atrás.

Dicha relación se entiende desde la importancia de cada una de las especies de flora y fauna inmersas dentro de los ecosistemas apropiados como recursos, a través de los cuales el hombre ha satisfecho múltiples necesidades como: alimento, materiales de construcción, fibras textiles, cercas vivas, medicinas, bebidas, energía, entre otras.

Esta relación entre el hombre y la naturaleza es un legado de las culturas mesoamericanas para quienes hoy siguen siendo parte de sus visiones del mundo. Lo anterior evidenciable hoy en las comunidades rurales de Real de Oztumatlán, Río de Parras, Cañada del Agua y Exhacienda Zacapendo, en donde los usos tradicionales siguen vivos, representando una importancia no solo cultural sino también de subsistencia, a través de fuentes de ingresos monetarios.

En esta investigación se analizó el socioecosistema mezcalero tradicional de la región Queréndaro, Michoacán, mediante una aproximación a su metabolismo social, con el fin último de esbozar recomendaciones para su sustentabilidad. A través de entrevistas semiestructuradas a profundidad aplicadas a familias productoras de mezcal,

representantes privados y gubernamentales de la cadena de valor; así como encuestas en casos de estudio particulares.

Se encontró que el metabolismo social rural de la región mezcalera Queréndaro en el estado de Michoacán, se concibe como un socioecosistema rico en términos de diversidad biológica y cultural, que permite la subsistencia de las comunidades presentes, las cuales se relacionan de diversas maneras con la naturaleza que los rodea; generando un gradiente que se acota entre expresiones que mantienen un mayor grado de sus costumbres tradicionales, y aquellas expresiones que han transitado hacia formas más industrializadas.

Dichas expresiones con grados mayores de conservación tradicional poseen una diversificación amplia de sus economías familiares; las cuales, aunque dan vistas de algún manejo sustentable, el aumento de la demanda del mezcal como tendencia de mercado a nivel nacional e internacional, y la clara displicencia y reduccionismo de las normas vigentes, han generado como consecuencia: la disminución de los agaves silvestres con los cuales se realiza el mezcal, el aumento en los cambios de uso de suelo por desmonte para su conversión a monocultivos de especies domesticadas, la pérdida de costumbres tradicionales de más de 500 años, por estrategias de mercantilización de los saberes tradicionales, y la disminución en la oferta natural de agua por deforestación de los bosques inmersos dentro de las relaciones ecológicas y sociales de las familias mezcaleras de la región.

Destacando que la sustentabilidad de las unidades de análisis varía entre e inter e intra categorías, en tanto depende de las formas en cómo se hacen las apropiaciones del medio natural, es decir, no todas las unidades son sustentables por el hecho de ser

de una categoría. Esta premisa permitió determinar que la sustentabilidad no es una característica del tipo de mezcal, sino de los productores; pues son sus relaciones culturales, su historia y su relación con el ecosistema los que hacen que este elemento se construya. Seguir apostando por un único sistema de producción especializado, no solo destruye la naturaleza y sus recursos, sino las prácticas tradicionales de apropiación de esta, que la han conservado en gran medida, aunque solo sea en cierto grado.

**Palabras clave:** mezcal tradicional, metabolismo social, socioecosistema sustentable, región Queréndaro Michoacán, Economía Ecológica.

### **Abstract**

Mexico as a possessor of great biodiversity, is characterized by a high endemism in terms of magueys (*Agaves spp*), of which there is evidence that Mesoamerican cultures cultivated and used them in various ways, inclusive, could even make distillates of them. In this sense, the history of traditional mezcal production in Mexico, like the Queréndaro region in the state of Michoacán, derives from a nature relationship that has its origins 11 to 9 thousand years ago.

This relationship is understood from the importance of each of the flora and fauna species immersed within the appropriate ecosystems as resources, through which man satisfied and satisfies multiple needs such as: food, construction materials, textile fibers, medicines, spirit drinks, energy, among others.

This relationship between man and nature is a legacy of mesoamerican cultures for those who today continue to be part of their world views. This is evident in the rural communities like: Real de Otzumatlán, Rio de Parras, Cañada del Agua and Exhacienda Zacapendo, where traditional uses are still alive, representing not only cultural but also subsistence importance, through sources of monetary income.

In this way, this research analyzed the traditional mezcal socioecosystem of the Queréndaro region, Michoacán, through an approach to its social metabolism; to be able to make approximate recommendations for its sustainability. Through the application of in-depth semi-structured interviews to mezcal-producing families and private and government representatives of the value chain; as well as surveys of three case studies.

Finding that the rural social metabolism of the Queréndaro mezcal region in the state of Michoacán, is conceived as a rich socio-ecosystem in terms of biological and cultural diversity, which allows the subsistence of the present communities, which are related in different ways with which surrounds them; generating a gradient that is limited between expressions that maintain a greater degree of their traditional customs, and those expressions that have moved towards more industrialized forms such as tequila industry.

Said expressions with higher degrees of traditional conservation have a wide diversification of their family economies; which, although they give views of some sustainable management, the increase in the demand for mezcal as a market trend at a national and international level, and the clear non-compliance and reductionism of the current regulations, have generated: the decrease of wild agaves with the in which mezcal is made, the increase in changes in land use due to ginning for monoculture of domesticated species, the loss of traditional customs of more than 500 years, due to

commercialization strategies of traditional knowledge, and the decrease in the natural supply of water due to deforestation of the forests immersed within the ecological and social relationships of the mezcal families of the region.

**Key Words:** traditional mezcal, social metabolism, socioecosistem, sustainability, region Queréndaro Michoacán, Ecological Economy

## Introducción

Latinoamérica tiene las reservas de tierra cultivable más grandes del mundo, cerca del 47% del suelo se encuentra aún cubierto por bosques nativos, pero la cifra se está reduciendo rápidamente por la expansión de la frontera agrícola (UNEP, 2019). Adicionalmente, cuenta con seis de los países con mayor diversidad biológica del mundo: Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela, lo que implica un grado de responsabilidad mayor (UNEP, 2019).

México como poseedor de gran biodiversidad, se caracteriza por una alta endemidad en términos de magueyes (*Agaves spp*), de los cuales existe evidencia que las culturas mesoamericanas los cultivaban y empleaban de diversas formas, como alimento e incluso realizaban fermentación alcohólica de la savia (Colunga-García Marín et al., 2008). De hecho, la palabra mezcal, proviene del náhuatl *mexcalli*, mezcal cocido, de *metl*=maguey e *ixcall*=cocido (Colunga-García Marín et al., 2008). Es un nombre genérico empleado en todo México para referirse a todas las bebidas alcohólicas obtenidas por la destilación de los azúcares extraídos del tallo y base del maguey o Agave, lo que aplica incluso para el “tequila” o mezcal de *Agave tequilana* (López, 2018).

En el caso del tequila, desde sus inicios en el siglo XVII, esta materia prima (*Agave tequilana*) y su paisaje se han transformado, generando intensificación agrícola, cambios en el uso del suelo y sustitución de germoplasma relativamente diverso por millones de plantas iguales (Larson et al., 2010). En este sentido, es importante señalar que aplicar la misma estrategia agroindustrial del tequila en una producción mezcalera, que está en crecimiento y desarrollo, puede implicar los mismos riesgos para la diversidad de los magueyes mezcaleros (Larson et al., 2010), sus paisajes y por ende su tradición en términos de cultura, conocimiento y trabajo.

Entre los posibles efectos socioecológicos, por seguir el camino del tequila, Larson et al., (2010) identifican: (i) cambio de uso de suelo por desmonte para establecimiento de monocultivos, (ii) baja en la densidad de inflorescencias, erosión y contaminación del suelo por plaguicidas y herbicidas, (iii) reducción de la captura de agua por pérdida vegetal; (iv) pérdida de magueyes silvestres y domesticados, así como (v) transformación de la cultura mezcalera tradicional, producto de su sobreexplotación y mercantilización. Esto impone pensar de qué manera se debe manejar la producción de mezcal desde un enfoque de sustentabilidad, considerando el auge actual de esta actividad en los estados de la República mexicana que cuentan con denominación de origen.

La denominación de origen (DO) es una figura de cuño europeo que asume las veces de protección internacional, adjudicada a los estados, para productos elaborados en geografías comprendidas en los márgenes nacionales (López, 2018). El IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial) lo define como: “el nombre de una región geográfica del país, que sirva para designar un producto originario de la misma, y cuya calidad o

característica se deban exclusivamente al medio geográfico, comprendiendo en éste los factores naturales y los humanos”.

En otras palabras, es una estrategia de protección de producto contra la falsificación, que también se convierte en un activo intangible de las naciones, en pro de su crecimiento económico. A la fecha el territorio con denominación de origen de mezcal se extiende a los estados de Durango, Guerrero, Guanajuato, Michoacán, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas (López, 2018).

De las diferentes regiones, los tipos de bebidas (100% puro o mixto), que se han reconocido son de tres categorías: ancestral, tradicional y mezcal (sin adjetivos) que en la práctica y coloquialmente se conoce como tecnificado (López, 2018). Tal variedad de técnicas y extensión de territorios provoca que las denominaciones de origen se conviertan en una problemática, para las que cada vez la historia, la cultura, y la geografía (lo biocultural) son menos fundamentales (Torres-García, 2016b; Torres García & Hernández López, 2016).

Además, el centralismo provocado por un solo órgano regulador y una unidad de verificación y certificación tiende a homogenizar las formas de cultivo y de producción, implicando un riesgo en la diversidad, además de la falta de representatividad de los pequeños productores ancestrales y artesanales, que deben competir con los grandes productores tecnificados (López, 2018), generando desigualdad que impacta negativamente en sus economías.

Por esta misma línea, está el reduccionismo de las categorías establecidas por la norma (ancestral, tradicional y tecnificado), ya que el territorio, los paisajes, las condiciones atmosféricas, las tecnologías, las técnicas y los procesos son muy diversos

y los parámetros establecidos hoy en la norma no son claros en dilucidar dichas cualidades particulares (Torres-García, 2016b; Torres García & Hernández López, 2016). Si bien las denominaciones de origen “surgieron para evitar falsificaciones, el núcleo estaba cimentado en que sólo ciertos productos de ciertos lugares tenían características excepcionales, y no todos los productos de una misma región” (López, 2018).

Pareciera entonces que la denominación de origen fuera pensada para la industria, dejando de lado lo ancestral y tradicional, puesto que actualmente lo que se contabiliza es el mezcal certificado, esto es, el que cumple con las condiciones de la denominación de origen (NOM-070-SCFI-2016), los demás mezcales que no cuentan con adscripción dentro del Consejo Regulador del Mezcal a pesar de años de producción y experiencia ancestral y tradicional no aparecen en esas cifras.

Sin embargo, este asunto del anonimato se vuelve problemático en un doble sentido: en primer lugar, la clandestinidad e informalidad y en otros muchos la ilegalidad, se convierten en una alternativa para quienes por diferentes razones no se ajustan a los parámetros normativos. Pero, además, esas prácticas ocultan y excluyen del mercado a muchos productores creativos, como el caso de las familias productoras de la región Queréndaro en el estado de Michoacán, que se han preocupado por mantener su tradición de más de 500 años, y realizar un manejo sustentable de sus procesos, quienes han sido afectados directamente, de manera ecológica, económica y social (López, 2018).

Todo lo anterior presume una problemática en términos de sustentabilidad del socioecosistema mezcal artesanal no solo para la región Queréndaro en el estado de

Michoacán, sino en general para los estados y regiones mezcaleras con denominación de origen en México.

### **Pregunta de investigación**

¿Cómo impulsar la sustentabilidad del socio-ecosistema mezcal tradicional en la región Queréndaro a partir del entendimiento de su metabolismo social rural?

### **Supuesto de investigación**

Las unidades que conforman el socio-ecosistema mezcal tradicional de la región Queréndaro en el estado de Michoacán presentan múltiples fenómenos en sus relaciones metabólicas y sus procesos son diferentes entre unidades (productores) de la misma región, pero tienen problemáticas socio-ecológicas semejantes por lo que su sustentabilidad debe ser construida de manera diferenciada a través de acciones sustentables de actores tales como asociaciones de productores, universidades y centros de investigación, y gobiernos municipales, estatales y federales, con perspectiva de metabolismo social rural.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Analizar el socio-ecosistema mezcal tradicional de la región Queréndaro, Michoacán, mediante una aproximación a su metabolismo social rural que permita formular recomendaciones aproximadas para su sustentabilidad.

### ***Objetivos específicos***

- Conceptualizar y caracterizar el socio-ecosistema mezcal tradicional de la región Queréndaro, Michoacán, mediante el enfoque teórico del metabolismo social.

- Categorizar y medir el socio-ecosistema mezcal tradicional de la región Queréndaro, Michoacán, mediante el enfoque del metabolismo social.

- Discutir posibles medidas y recomendaciones para mejorar la sustentabilidad del socio-ecosistema mezcal tradicional de la región Queréndaro, Michoacán.

## **Justificación**

El mezcal es una de las bebidas alcohólicas más típicas de México, que se caracteriza por su diversidad de procesos para su elaboración, a partir de una gran variedad de especies de agave, dentro de los nueve estados que actualmente forman parte de la Denominación de Origen, generando una amplia gama de sabores y olores particulares de cada región (López, 2018; Torres-García, 2016).

De las especies reportadas, 14 son las de mayor uso para la elaboración de mezcal, de las cuales sobresalen el *Agave angustifolia*, el *Agave cupreata*, el *Agave salmiana*, el *Agave potatorum* y el *Agave inaequidens* (Torres, Blancas, et al., 2015). Es

decir, hay toda una diversidad cultural que da sentido a las formas y materiales con los que se elabora cada mezcal (Torres-García, 2016).

Adicional a la amplia diversidad, ecológica y social de la producción de mezcal, en los últimos 10 años se ha generado un fenómeno de aumento de su demanda, debido a que se comenzó a experimentar una atrayente articulación en los mercados globales, siguiendo los pasos del tequila (López, 2018). Dicha atracción del mercado global se debe a la percepción generada de que se trata de un producto rústico y conexión con una matriz indígena, con una dimensión ritual, una producción en pequeña escala y preocupada por el cuidado de la naturaleza (Torres-García et al., 2019).

México en el año 2018 produjo 5,089,667 litros de mezcal con la intervención de cerca de 8 mil familias rurales que directamente se dedican a esa actividad. En el caso específico del estado de Michoacán, cuarto productor de mezcal a nivel nacional se pasó de producir 30,538 litros en 2017 a 76,345 litros en el año 2018, más del 100% de crecimiento (Chavez-Parga et al., 2016; Consejo Regulador del Mezcal, 2019).

Todo lo anterior, reafirma la importancia y diversidad en tanto proceso y, por ende, en cuanto a resultados que se pueden obtener, generando la necesidad de investigar de qué manera estas relaciones de producción deberían ser tratadas con el fin de lograr la sustentabilidad entre las tradiciones culturales y el auge mezcalero debido a la dinámica del mercado (López, 2018).

En este sentido, se pretende analizar el socio-ecosistema mezcal tradicional de la región Queréndaro, Michoacán, mediante una aproximación a su metabolismo social rural, entendido como la relación que existe entre la naturaleza y la sociedad, en este caso, mediada por las unidades familiares de producción de mezcal. Para ello a

continuación el lector encontrara cinco capítulos que integran el desarrollo de la investigación: antecedentes sobre la temática (Capítulo 1), desarrollo de la base teórica y metodológica sobre la cual se hace la investigación (Capítulos 2 y 3), resultados obtenidos (Capítulo 4) y finalmente discusión de resultados y conclusiones.

## Capítulo 1. Antecedentes, referentes y estado del arte

En este capítulo el lector encontrara los antecedentes, autores y trabajos referentes y estado del arte de la cuestión investigada. Empezando por una breve introducción, siguiendo con los resultados de la búsqueda bibliométrica exhaustiva sobre las principales categorías de análisis (Metabolismo social, sustentabilidad y producción de mezcal), y finalizando con una breve, pero completa articulación de la línea histórica que condujo al contexto actual del socio-ecosistema mezcalero en la región Queréndaro, Michoacán.

En este sentido el metabolismo social es un concepto que propone una analogía de la dinámica de los procesos sociales, económicos y procesos fisiológicos básicos de los organismos vivos (Fischer-kowalski & Haberl, 2016). Basado en el principio de que, los organismos vivos, continuamente se encuentran inmersos en la dinámica de flujos de materia y energía, con su medio natural. Situación que es similar a los procesos sociales, mediante la apropiación de recursos y materias primas del entorno, los cuales transforman en bienes y servicios, con el uso de energía, que son consumidos para finalmente desechar residuos (Fischer-kowalski & Haberl, 2016; Infante-Amate et al., 2017).

Dichos intercambios de materia, energía, información, etc. (flujos), son una forma de entender las estructuras actuales de un sistema con respecto a la relación humano-naturaleza. Lo anterior implica la necesidad de métodos relacionados con el metabolismo social (relación humano-naturaleza), para lo cual, existen algunos desarrollos metodológicos que se han trabajado durante los últimos años.

En este caso, las principales herramientas usadas con el enfoque de metabolismo social son: MEFA (*Material and Energy Flow Analysing*), HANNP (*Human Appropriation of Net Primary Production*), metodologías probadas por el Departamento de Ecología Social del Interdisciplinary Institute of Research and Continuing Education (IFF), en Viena, Austria.

Así como, MuSIASEM (*Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism*), instrumento desarrollado por el Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA) en Barcelona, España, (Arellanes Cancino et al., 2017; Arto Olaizola, 2009; Blanco et al., 2015; Cadillo Benalcazar et al., 2015; Fischer-Kowalski & Haberl, 2016; García Rodríguez et al., 2018; Giampietro, 1997; Infante-Amate et al., 2017; Pengue, 2017; Toledo, 2013; Zuberger & Fernández, 2016). Se trata de una metodología que permite explorar la viabilidad de los supuestos de sustentabilidad, es decir, qué combinaciones de parámetros no son posibles, en tanto no se logra una adaptabilidad social compatible con el componente ecológico, las instituciones actuales y su viabilidad técnica y económica (Giampietro et al., 2001).

De tal manera que el MuSIASEM permite conocer la congruencia en tiempo y espacio entre los flujos monetarios, biofísicos y la intervención de las actividades humana. Estableciendo un puente efectivo entre las distintas representaciones disciplinarias de los diversos mecanismos que estabilizan el metabolismo social (Giampietro et al., 2001). Es decir, se pueden identificar y verificar restricciones no equivalentes, como la falta de compatibilidad con procesos económicos, ecológicos, técnicos y sociales que afectan la viabilidad de diversos escenarios dentro de un sistema o proceso (Giampietro, 2016).

Por último, está la propuesta del metabolismo agrario o rural, desarrollada por el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES-UNAM), en Morelia, México, y el Laboratorio de Historia de los Agroecosistemas, de la Universidad Pablo de Olavide, en Sevilla, España. Este método permite analizar el fenómeno de apropiación (uso, manejo, explotación, etc.) de los recursos naturales (ecosistemas, ambiente, paisajes, etc.) por las sociedades rurales en su total complejidad ecológica y económica. Permitiendo un doble entendimiento del proceso de intercambio naturaleza-sociedad (Toledo, 2008).

Este abordaje permite un análisis interdisciplinario y multi-escalar de un recorte de la realidad que integra flujos: monetarios, de trabajo, materia, energía, bienes y servicios. En este sentido, permite lograr una fusión entre los conceptos del proceso de apropiación, ecológico y económico, pero reconociendo que son dos niveles de análisis diferentes (Arellanes Cancino et al., 2017; Arto Olaizola, 2009; Blanco et al., 2015; Cadillo Benalcazar et al., 2015; Fischer-kowalski & Haberl, 2016; García Rodríguez et al., 2018; Giampietro, 1997; Infante-Amate et al., 2017; Pengue, 2017; Toledo, 2013; Zubermañ & Fernández, 2016).

### **1.1. Bibliometría**

Con el propósito de comprender mejor el uso del metabolismo social como enfoque del análisis de la sustentabilidad para el socio-ecosistema mezcal artesanal/tradicional en la región Queréndaro, Michoacán, se seleccionaron tres categorías de análisis:

sustentabilidad (SUS), metabolismo social (MS) <sup>1</sup> y socio-ecosistema mezcal (SM), construyendo una sintaxis de búsqueda que permitió conocer el estado de la cuestión a investigar<sup>2</sup>.

Sin embargo, producto de la nula existencia de investigaciones reportadas para la unión de las tres categorías de análisis en específico (MS, SUS y SM). Se realizó un análisis por separado de las tres categorías mencionadas, de modo tal que la categoría SUS, fungió como punto central en la unión de dos ejes rectores, MS y SM. Permitiendo pasar de una investigación exploratoria pura a una de tipo exploratoria-descriptiva con posibles alcances correlacionales.

El primer abordaje relacionado con la sustentabilidad del socio-ecosistema mezcal (SUS y SM), mostró que los estudios giran alrededor de dos líneas de investigación: (1) manejo forestal de agaves mezcalero y (2) aprovechamientos de bagazo de agave mezcalero (ver apartado 1.1.1).

---

<sup>1</sup> Dentro de la sintaxis se excluyó las palabras “Metabolic Patterns” y “Social Metabolism”, usando como conector AND, puesto que al incluirlas dentro de la sintaxis (SUS AND MS AND AM) el resultado da cero (0). Más adelante se vinculara esta la categoría (MS).

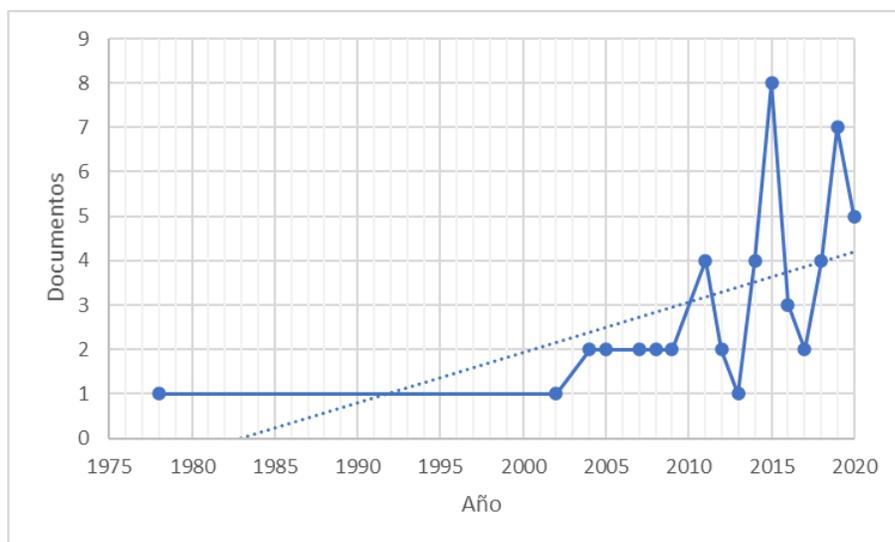
<sup>2</sup> Syntax utilizada para la búsqueda bibliométrica: ( TITLE-ABS-KEY ( "Sustainability" OR "michoacan" OR "sustainability" OR "Assessing the sustainability" OR "assessing the sustainability" OR "Multiple-Scale Integrated Assessment" OR "multiple-scale integrated assessment" OR "Multiple-Scale Integrated Analysis" OR "multiple-scale integrated analysis" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "Mezcal Production" OR "mezcal protuction" OR "Mezcal production" OR "Producción de Mezcal" OR "producción de mezcal" OR "elaboración de mezcal" OR "Elaboración de Mezcal" OR "Producción Mezcal" OR "producción mezcal" OR "Preparation of Mezcal" OR "preparation of mezcal" OR "preparation mezcal" OR "Preparation Mezcal" OR "Fabricación de Mezcal" OR "fabricación de mezcal" OR "Fabricación Mezcal" OR "fabricación mezcal" OR "Mezcal Manufacturing" OR "mezcal manufacturing" OR "maguey" OR "Agave" OR "agave" ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "re" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ch" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "bk" ) )

Mientras que para el metabolismo social como marco de abordaje de la sustentabilidad, hay dos enfoques de investigación: por un lado, aquel que se afilia a un entendimiento más suave o débil de la sustentabilidad, dentro del cual se encuentran el análisis de flujos de materia y energía en general, y por otro, el que se adhieren a un entendimiento más fuerte de la sustentabilidad desde la incorporación de flujos no solo tangibles (materia y energía) sino también de aspectos intangibles (v.q. ideología, conocimiento, instituciones, etc.) (Ver apartado 1.1.2)

### ***1.1.1 Sustentabilidad y producción de mezcal***

El procesamiento bibliométrico indicó que el estudio de la sustentabilidad del sistema de producción de mezcal en México data de entre 1978 y 2020, pero con una notabilidad después del 2000 (ver figura 1). Lo cual demuestra la relevancia que ha tomado el estudio de la sustentabilidad de los sistemas de producción de mezcal.

Así mismo, se identificaron 213 autores, de los cuales tres han escrito en solitario, mientras que 210 lo han hecho a través de colaboraciones, demostrando que este es un tema que tiende a la multi e interdisciplinariedad. El autor más relevante es Alejandro Casas, seguido por un grupo extenso de investigadores que no tienen más de dos documentos cada uno, como Wullschleger, Blanca J y Colunga Garcamarin, Martínez Hernández y Torres Ignacio.



**Figura 1. Producción científica anual - sustentabilidad y sistema de elaboración de mezcal. Fuente. Elaboración propia con base en la búsqueda sistemática.**

No obstante, al construir una red de colaboración se pueden distinguir dos clústeres relevantes (ver figura 2), por un lado, está el liderado por Alejandro Casas en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES-UNAM), ubicado en Morelia, Michoacán y, por otro, el clúster de investigadores del Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste (CIBNOR), cuya sede central que se encuentra en la paz, Baja California, de los cuales se distinguen Héctor Arias Rubiano, Salvador Martínez y Amador Murillo.

Se puede inferir primero que, los principales grupos de investigación alrededor de la sustentabilidad del proceso de producción de mezcal han reportado en su gran mayoría investigaciones referentes al manejo forestal sustentable de las especies de magueyes mezcaleros, y marginalmente la problemática de la producción del mezcal propiamente, temática que es abordaba por otros autores sin conformar grupos claros de investigación o alrededor de algún proyecto conjunto definido.



Tercero, adicionalmente es importante resaltar que mientras el grupo liderado por Casas ha realizado sus principales publicaciones del año 2012 hasta la fecha, el grupo del CIBN comenzó sus publicaciones en el 2005 y algunos años después parece inactivarse respecto al tema, por lo que la tendencia creciente de los últimos 10 años puede atribuirse al trabajo de un solo grupo de investigación, específicamente el grupo IIES en colaboración de algunos investigadores de la Universidad Autónoma de Hidalgo y la Universidad Autónoma de Morelos.

Como se mencionó anteriormente, la línea que cuenta con más publicaciones al respecto es la de manejo forestal sustentable, sin embargo, cuando se revisa la red de palabras claves, se observa otra serie de palabras que permiten inferir otros temas. Por ejemplo, existe una línea de investigación del bagazo del agave mezcalero como biomasa utilizable para la generación de energía como biocombustible sólido, o para la extracción de biofibras, e incluso polímeros de maguey, como un material alternativo a los derivados del petróleo (ver figura 3).

Lo antes mencionado se puede corroborar con la concurrencia de algunas palabras asociadas a códigos que se pueden deducir de la gráfica 3, por ejemplo, se usó como código "Especie", para buscar en los 52 textos analizados, cuántas veces se repiten las palabras clave asociadas, y que hacen referencia a la temática (*A. Cupreata*, *A. Inaequidens*, *A. Americana*, *A. Salmiana*, *A. Tequilana*, *A. Espadín*, *A. Angustifolia* y *A. Potatorum*).

De igual manera, para destacar, la concurrencia entre documentos, sobresalen 11 de ellos, principalmente porque contienen la mayor cantidad de palabras clave asociadas a los códigos, además de ser estudios realizados para el estado de Michoacán,

relacionados con el manejo sustentable de las especies mezcaleras: *Agave cupreata*, en la cuenca del río Balsas y Sierra Madre del Sur con una representación anual de 80% de la producción (Aguirre-Dugua & Eguiarte, 2013; Herrera-Camacho et al., 2015; Nápoles Álvarez et al., 2015; SAGARPA, 2015; Torres-García, 2016)

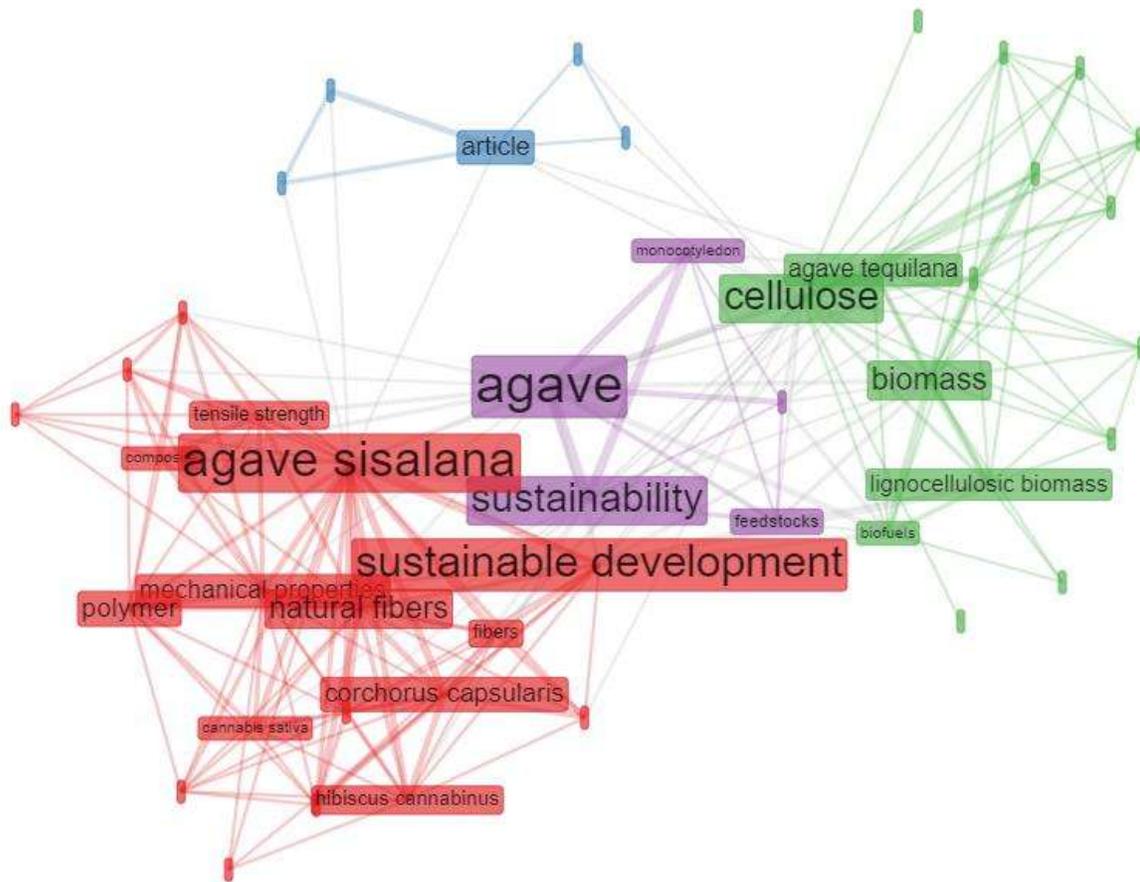


Figura 3 Red de estructura conceptual - sustentabilidad y sistema de elaboración de mezcal.

Fuente. Elaboración propia con base en la búsqueda sistemática.

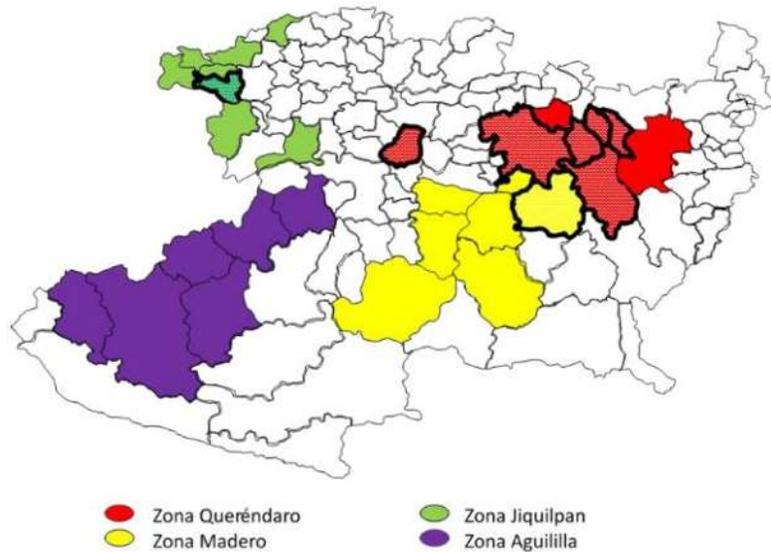
Así mismo, el *Agave inaequidens* conocido como maguey largo (en altitudes de 1900 a los 2500 metros sobre nivel del mar) y una representación del 10% de la producción anual y el *Agave americana* conocido como maguey chato, cultivado en la región de Sahuayo-Jiquilpan, con una representatividad del 3%, siendo el 7% restante de

las producciones otras especies entre las que se encuentra: *Agave salmiana* (en altitudes de 1500 o mayores), *Agave tequilana* (entre los 1500 y 2000 metros sobre nivel del mar) y el *Agave espadín o angustifolia*, entre otros. (Aguirre-Dugua & Eguiarte, 2013; Herrera-Camacho et al., 2015; Napoles Alvarez et al., 2015; SAGARPA, 2015; Torres-García, 2016b).

De igual manera, aunque no existe una cifra clara, varios autores estiman la existencia de alrededor de 80 vinatas de las cuales en su gran mayoría no son aptas para certificación por el Consejo Regulador de la Calidad del Mezcal (COMERCAM). (Consejo Regulador del Mezcal, 2019; Herrera-Camacho et al., 2015; SAGARPA, 2015). Dichas vinatas están distribuidas en 29 municipios del estado, que cuentan con la denominación de origen.

De dichos municipios, no se cuenta con información referente a la producción específicas por entidad, de tal manera que se conozca a ciencia cierta, cuál de ella es la de mayor relevancia en términos de producción, sin embargo, existen dos investigaciones publicadas donde se hacen los primeros acercamientos en la caracterización y división de las zonas (municipios) productores de mezcal.

El primero es el de Herrera-Camacho et al. (2015), en el cual se realizó un ordenamiento geográfico de los municipios con Denominación de Origen para el mezcal en Michoacán, por densificación de vinatas en las regiones productoras, obteniendo cuatro agrupaciones: la agrupación Queréndaro, con la mayor cantidad de productores, seguido por la agrupación Madero, Jiquilpan y Aguililla, siendo las dos primeras casi el 90% de la representatividad total (ver figura 4) (Herrera-Camacho et al., 2015).



**Figura 4. Agrupación por zonas para los municipios con Denominación de Origen en Michoacán. Fuente. (Herrera-Camacho et al., 2015)**

Mientras que, por otro lado, está la investigación realizada por Delgado Lemus et al. (2020), la cual definió cuatro regiones productoras de mezcal en Michoacán, en función de sus similitudes en la manera de producción y tipos de maguey empelado, estas regiones entonces son (ver figura 5). Región 1. Morelia-Centro (Noreste): la cual incluye comunidades como Piedras de Lumbre, La Escalera, Tzitzio, Turicato, Etúcuaro y Oponguio; esta región produce mezcal con al menos cinco especies de maguey, tres silvestres: chino (*A. cupreata*), alto (*A. inaequidens*) y espadín (*A. angustifolia*) y dos cultivadas, agave azul (*A. tequilana*) y maguey chato (*A. aff. tequilana*) (Delgado Lemus et al., 2021)

Región 2. Queréndaro: la cual cuenta con las comunidades de Real de Otzumatlán y Río de Parras, en el municipio de Queréndaro y el municipio de Indaparapeo. El municipio de Queréndaro es conocido en la región por la producción tradicional de mezcal

y de chiles secos. Las dos localidades antes mencionadas (Río de Parras y Real de Otzumatlán), actualmente tienen varias vinatas produciendo mezcal con cuatro especies de maguey: maguey alto (*A. inaequidens*), el cual es el más común por las características climáticas de la zona, maguey chino (*A. cupreata*) y maguey chato (*A. aff. tequilana*), estos últimos introducidos recientemente y algunos productores usan eventualmente el agave azul (*A. tequilana*) (Delgado Lemus et al., 2021).

La producción de mezcal en esta región es particular en comparación con las demás debido a dos aspectos generales; por un lado, es la única región donde usan para la fermentación pulque, esto debido a que la fermentación es muy lenta por la baja temperatura de la zona, y al agregarle pulque la fermentación ocurre más rápido además de otorga un aroma especial al mezcal y alargar la duración del perlado (forma de demostrar la calidad del mezcal). Por otro lado, el alambique llamado localmente “aparato o herramienta”, está hecho de un gran tronco de oyamel ahuecado, diferente de los alambiques de tabla usados en el resto de las regiones. En Queréndaro también hay muchos árboles frutales y lo afrutado es una característica que se puede encontrar en el suave aroma y sabor del mezcal de la región, así como lo lácteo y lo herbal (Delgado Lemus et al., 2021; Marín et al., 2009)

Región 3. Jal-Mich (Noroeste): integra los municipios de Jiquilpan, Sahuayo y Cotija, estas comunidades producen mezcal de manera similar, empleando un destilador casi idéntico al filipino, hecho con grandes ollas de barro, que le imprimen su sabor (Delgado Lemus et al., 2021). En esta región se acostumbra a combinar el mezcal bruto silvestre (*A. inaequidens*) con el manso (*A. americana var. subtilis*) o el agave azul (*A.*

*tequilana*). Una particularidad de esta región es que se destila solo una vez (Delgado Lemus et al., 2021).

Región 4. Sur: que incluye a Churumuco y La Huacana. Se reconocen dos fábricas de mezcal tradicional que están en funcionamiento, la Torrecillas y la vinata en “Los Parejos”, donde elaboran y venden mezcal todo el año, en la comunidad de Tehuantepec (Delgado Lemus et al., 2021).

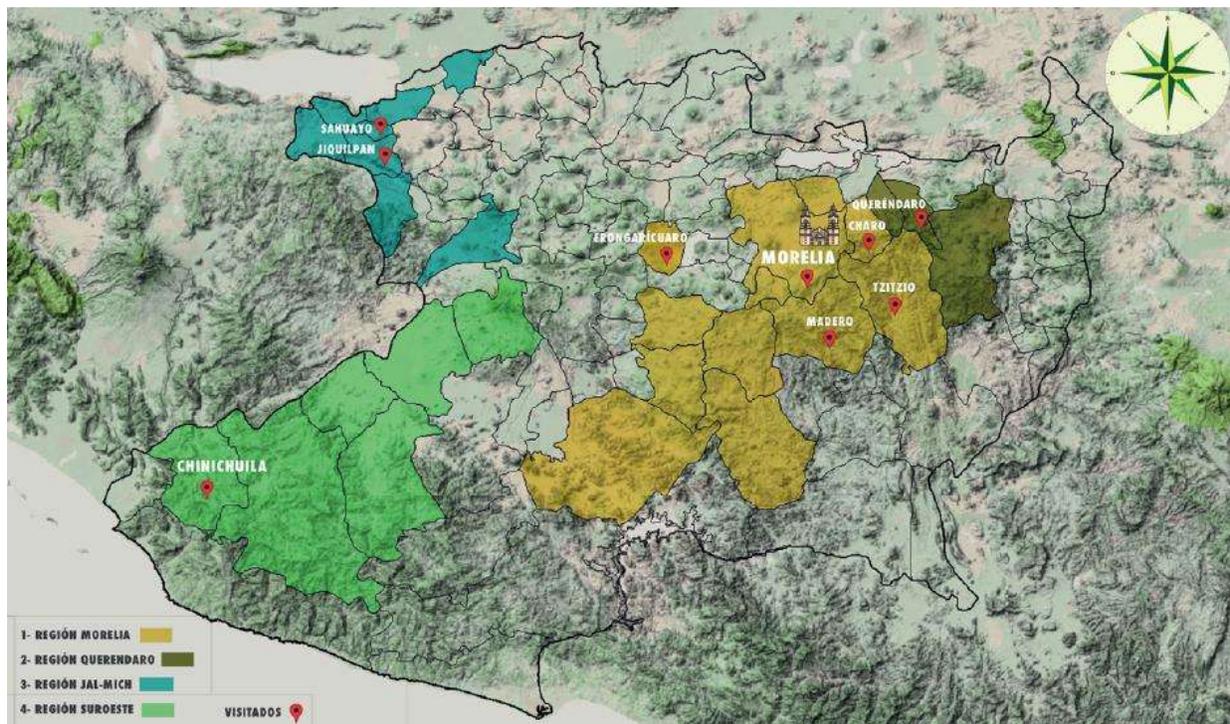


Figura 5. Agrupación por regiones para los municipios con Denominación de Origen en Michoacán.

Fuente. (Delgado Lemus et al., 2021)

En general la producción de mezcal tradicional en Michoacán se concentra en la temporada seca del año, de octubre a junio, complementando así a las actividades agrícolas de temporal que realizan la mayoría de productores, a la par de diversas actividades productivas como la ganadería (Delgado Lemus et al., 2021). La producción de mezcal entonces es una actividad familiar en la que colaboran generalmente hijos o

sobrinos jóvenes y esposas e hijas, en el cuidado del fuego al momento de la destilación, embotellando y vendiendo mezcal (Delgado Lemus et al., 2021).

El mezcal además es fuente de empleo para peones, a quienes generalmente se les paga en especie, con mezcal o en ocasiones por jornal. Los procesos y materiales son similares en todo el estado, aunque existen sutiles o inclusive enormes diferencias, que hacen única cada vinata (Delgado Lemus et al., 2021). En este sentido la producción de mezcal es un proceso que consta de ocho subprocesos principales, entre los que están: el cultivo/cuidado silvestre, la jima/corte de maguey, la cocción/horneado, la molienda, la fermentación, el destilado, la homogenización y el envasado (Nápoles Alvarez et al., 2015, Delgado Lemus et al., 2021) (Ver figura 6).



**Figura 6. Proceso de elaboración de mezcal. Fuente. Elaboración propia (Fotografías tomadas por el autor en noviembre y diciembre de 2020).**

El cultivo/cuidado silvestre, se entiende también como el proceso de crecimiento del maguey, en el cual ocurre la acumulación de carbohidratos en toda la planta, especialmente en su piña, específicamente para el estado de Michoacán se encuentran varios estudios sobre la distribución y sustentabilidad de las especies *Agave Cupreata* y *Agave inaequidens*, indicando que su aprovechamiento se encuentra mayormente de poblaciones silvestres, aunque existen también experiencias de manejo tales como plantaciones extensivas de reciente aparición (Figueredo et al., 2014; Torres-García, 2016b; Torres, Blancas, et al., 2015)(Delgado Lemus et al., 2021).

La cosecha entonces se lleva a cabo hasta que el maguey está lo suficientemente maduro (entre 7 a 12 años) como para cortar al individuo, que también se conoce como jima. El jimador/recolector usa herramientas que principalmente son: la trincha, la coa, y el machete, empleados para cortar las hojas y el hacha o motosierra, para cortar las bases y remover la cabeza o piña(Colunga-GarcíaMarín et al., 2007; Napoles Alvarez et al., 2015).

Como ya se mencionó, después de la jima, la piña es cocida en hornos (ver figura 7), que pueden ser de tierra, ladrillo, cemento o piedra, dependiendo de la región o técnica del maestro mezcalero, dichos hornos son alimentados con leña (combustible), que en la mayoría de los casos es obtenida de cortar árboles en el área cercana, o comprándola a proveedores(SAGARPA, 2015; Torres-García, 2016b). Las especies principalmente utilizadas son el pino (*Pinus sp*) y el encino (*Quercus sp*) (Figueredo et al., 2014).



**Figura 7 Horno de cocción de maguey. Fuente. Elaboración propia (Fotografías tomadas por el autor en noviembre de 2020).**

Posterior a la cocción que suele durar entre tres o cuatro días, se procede a moler las piñas cocidas, ya sea con el uso de maquinaria (molinos) o manual, en la cual los trabajadores machacan para dejar lista la materia aprovechable para la fermentación (Nápoles Alvarez et al., 2015; Red Temática Productos Forestales No Maderables, 2018; SAGARPA, 2015). En cuanto se machacan, las piñas, se depositan en tinajas de fermentación que según la región cambian de material (arcilla, barro, madera, acero inoxidable o plástico), de tal manera que se agrega agua y se deja fermentar hasta que los azúcares se conviertan en alcohol (Nápoles Alvarez et al., 2015).

Finalmente, el fermento es depositado en alambiques, donde ocurre el proceso de destilación, el cual es alimentado con leña para evaporar los alcoholes y posteriormente condensado por medio de un proceso de enfriamiento de los vapores. Dicho

procedimiento se repite con el fin de hacer dos destilados (regularmente depende de la región).

Para conseguir la graduación alcohólica requerida (45% -50%), en la fase de homogenizado y mezcla, el maestro mezcalero da el toque o perfil que desea en términos de olor, sabor y graduación alcohólica, existe cuatro tipos de perfiles, la primer parte que sale suele ser de menor grado alcohólico, el ordinario, de entre 20% a 40%, la segunda parte, llamada puntas o flor, con un contenido alcohólico mayor de 56% y hasta 80%, la tercera parte, llamada corazón de mezcal de 45% a 55%, y finalmente, la cuarta parte o colas, fuertes o pulques, de entre 30% (Napolés Álvarez et al., 2015; SAGARPA, 2015; SEGOB, 2016)(Delgado Lemus et al., 2021).

### **1.1.2 Sustentabilidad y metabolismo social**

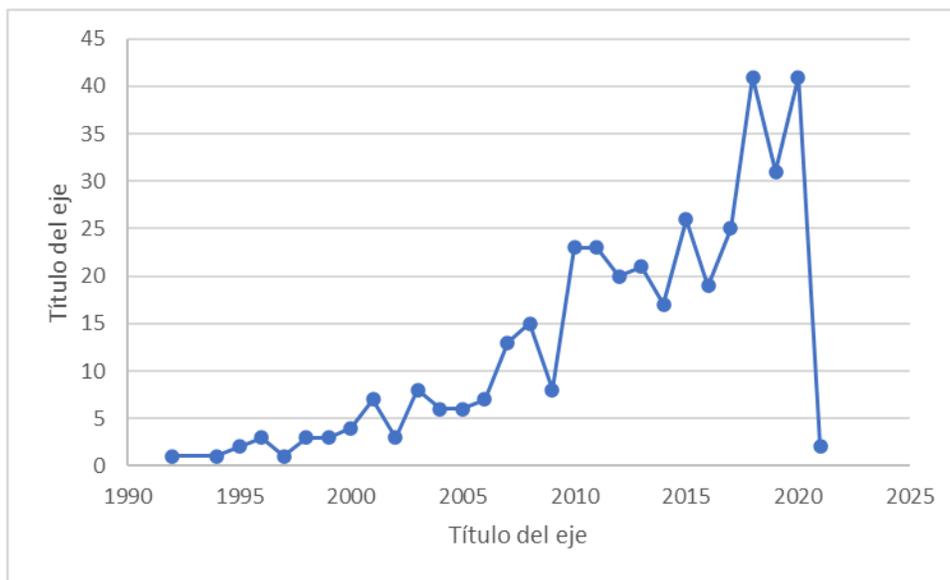
De acuerdo con el análisis bibliométrico no hay alguna investigación que haga alusión al metabolismo social como enfoque de abordaje del sistema de producción de mezcal. En este sentido, se requirió de una segunda búsqueda (sintaxis<sup>3</sup>) para los estudios que incorporan dentro de sus análisis la categoría MS junto con SUS. Obteniendo 380 documentos, con un rango de publicación entre 1991-2021. Esto hace

---

<sup>3</sup>Syntax utilizada para la búsqueda bibliométrica: ( TITLE-ABS-KEY ( "Social Metabolism" OR "social metabolism" OR "Metabolismo Social" OR "metabolism social" OR "metabolic patterns" OR "patrón metabólico" OR "environmental history" OR "metabolic analysis" OR "Metabolic Pattern" OR "metabolic pattern" OR "Approach Metabolism" OR "Approach Metabolism" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "sustainability" OR "sustainable" OR "sustainability" OR "assessing the sustainability" OR "Multiple-Scale Integrated Assessment" OR "multiple values" OR "Multiple-Scale Integrated Analysis" OR "multiple-scale integrated analysis" OR "Multiple-Scale" OR "Toledo" ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "re" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ch" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "bk" ) )

ver lo novedoso del tema, en tanto no se lleva más de 30 años de investigación al respecto.

Frente a otros datos, el promedio de publicación por año de acuerdo con los documentos analizados es de 2.4 artículos respectivamente, reafirmando la poca producción científica en comparación con otros enfoques de investigación que poseen mayores antecedentes. Sin embargo, a pesar de ser una línea de investigación en desarrollo, no ha parado de tener una tendencia creciente desde sus primeras publicaciones (ver figura 8).



**Figura 8 Producción científica anual Metabolismo Social. Fuente. Elaboración propia con base en la búsqueda sistemática.**

Por otro lado, los autores de mayor relevancia (ver figura 9) están asociados a las ya mencionadas principales escuelas del metabolismo social: para el caso de la escuela de Viena (IFF), están los investigadores Fridolin Krausmann, Marina Fischer-Kowalski, Heinz Schandl, Helmut Haberl y Simone Gingrich. Los cuales han trabajado principalmente Análisis de Flujos de Materia y Energía, así como la Apropiación Humana

de la Producción Neta Primaria de los países y regiones del mundo en los ecosistemas terrestres.

Su principal aplicación es en procesos agrícolas e industriales de países europeos, procesos industriales en China con enfoque de economía circular y contabilizaciones cartográficas de flujos de materia y energía en Europa y el mundo, configurándose como las metodologías de mayor alcance y uso a nivel global, especialmente porque se encuentra muy de la mano con investigaciones de alto impacto en la actualidad basadas en el paradigma de la Economía Circular (Fischer-kowalski & Haberl, 2016; Haberl et al., 2007, 2019; Krausmann et al., 2009, 2017; Marull et al., 2019; Singh et al., 2020).

Así mismo están Mario Giampetro y Kozo Mayumi de la escuela de Barcelona, quienes hacen las primeras aproximaciones de MuSIASEM como metodología del metabolismo social, bajo una serie de artículos que dan inicio en 1991. Los principales tópicos son dos en esencia; por un lado, están los estudios relacionados con la energía, que se enfocan hacia la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas energéticos, por ejemplo: la utilización de MuSIASEM para predicción de escenarios en la producción de biodiesel en Brasil (Recalde & Ramos-Martin, 2012), la evaluación de la capacidad energética y de crecimiento económico de Argentina (Scheidel & Farrell, 2015) y la intención de organizar la estructura para medir el desempeño de los sistemas energéticos en Brasil (Aragão & Giampietro, 2016).

Por otro lado, están los estudios relacionados a la evaluación de sustentabilidad, respecto al metabolismo actual de los sistema y patrones de consumo del agua y la alimentación, algunos ejemplos son el estudio de los patrones de consumo de agua en

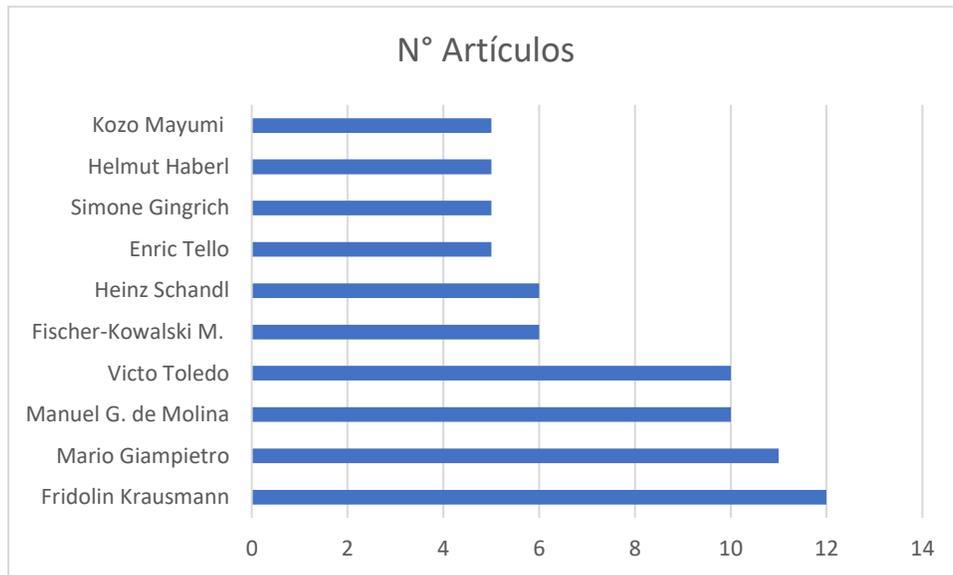
Perú (Schwarz & Mathijs, 2017) y la estimación del consumo de agua y su evolución basada en escenarios para la península de Yucatán (Rodríguez-Huerta et al., 2019).

Finalmente están Manuel González de Molina y Víctor Toledo, de la escuela del metabolismo social agrario o rural, desarrollado en España y México, con su primera publicación en conjunto en el año 2007, capítulo “El metabolismo social”. En: Garrido, F., González de Molina, M., Serrano, J. L. y J. L. Solana (eds). El paradigma ecológico en las Ciencias Sociales. El cual parte de antecedentes como el trabajo presentado en el Seminario de Historia Ambiental, en el Instituto de Ecología, Xalapa, México y trabajos anteriores sobre el intercambio ecológico e intercambio económico en el proceso productivo primario por Víctor Toledo en 1981 (González de Molina & Toledo, 2014; V. M. Toledo & de Molina, 2007; Toledo, 2008)

Esta metodología señala que “el metabolismo entre la naturaleza y la sociedad comienza cuando los seres humanos socialmente agrupados se apropian materiales y energías de la naturaleza y finaliza cuando depositan desechos, emanaciones o residuos en los espacios naturales ” (González de Molina & Toledo, 2014; Toledo, 2013; Víctor Toledo, 2008).

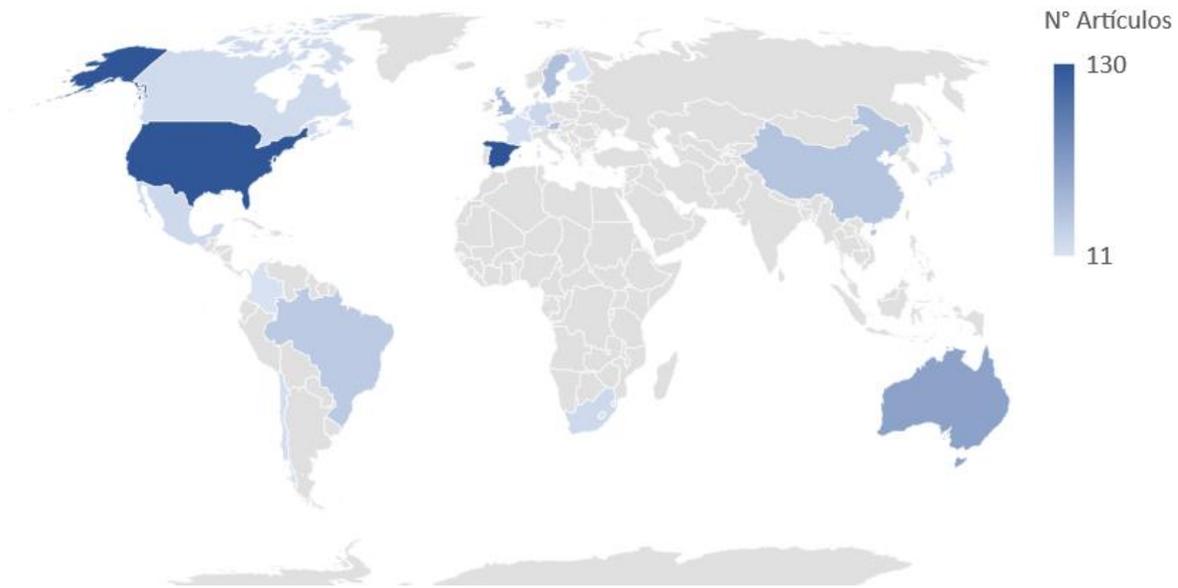
Las investigaciones del método propuesto por Toledo y González de Molina en general giran alrededor de realidades agrarias o rurales de escala regional o local, en países iberoamericanos, desde los contextos campesinos, indígenas o de la producción familiar a pequeña escala. Algunos de los sistemas estudiados son: los tianguis, las estrategias de ecoturismo, el cultivo en la milpa, los cultivos de café y las implicaciones conservacionistas de comunidades indígenas (Arellanes Cancino et al., 2017; Blanco et

al., 2015; Córdón & Toledo, 2008; García-Frapolli et al., 2008; González Acevedo & Toledo, 2016; López García & Toledo, 2017)



**Figura 9. Autores más relevantes Metabolismo Social. Fuente. Elaboración propia con base en la búsqueda sistemática.**

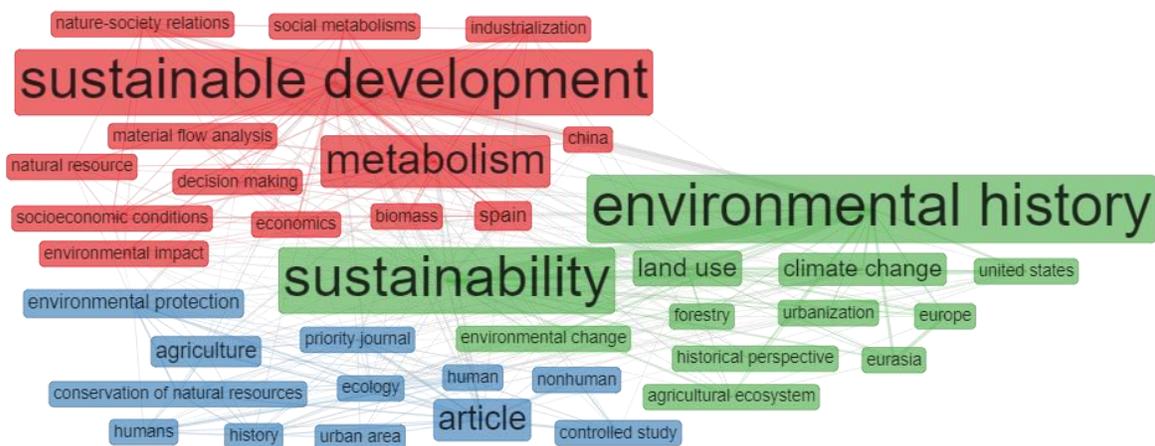
Es importante resaltar que aunque los principales grupos académicos se encuentra en Austria, España y México, EE. UU es el segundo país con más publicaciones sobre el tema, ya que son más de 10 universidades que trabajan en el tema. De la misma manera, China se presenta como otro país de relevancia, en términos de un amplio desarrollo de las metodologías desarrolladas por la escuela de Viena (MEFA y HANNP), finalmente están las investigaciones desarrolladas en Latinoamérica principalmente en Brasil, Colombia, Chile y Argentina (ver figura 10).



**Figura 10. Producción científica por país asociada al MS y SUS. Fuente. Elaboración propia con base en la búsqueda sistemática.**

En resumen, al abordar los estudios de sustentabilidad bajo el enfoque del metabolismo social, la estructura conceptual que se genera se relaciona con al parecer dos paradigmas, por un lado, el más débil de la sustentabilidad, que se encuentra relacionado con la propuesta de desarrollo sostenible y los análisis de materia y energía como herramientas investigación (véase figura 11).

Mientras que por otro, está la concepción más fuerte, relacionada con la sustentabilidad desde una concepción de la historia ambiental (estructura) de los agrosocioecosistemas, aspecto en el que se suscriben métodos de investigación como el metabolismo social rural o agrario, el cual supera aquellos métodos que se basan en el intercambio de materia y energía, incluyendo dimensiones intangibles como la ideología, el conocimiento y las instituciones (Toledo & García-Frapolli, 2008).



**Figura 11. Red de estructura conceptual MS y SUS. Fuente. Elaboración propia con base en la búsqueda sistemática.**

En este sentido y para finalizar, de acuerdo con los objetivos planteados en esta investigación, el método a través del cual se analizará el metabolismo social del socioecosistema mezcal tradicional de la Región Queréndaro, es el metabolismo social rural. Debido a que permite abordar el conjunto de las relaciones entre las sociedades humanas y la naturaleza, desde una perspectiva más que de intercambios materiales, además de ser un método de diseño y aplicación claro dentro de las realidades rurales latinoamericanas, como lo es la producción de mezcal.

## **1.2. Historia del mezcal en la Región Queréndaro**

La historia de la producción de mezcal tradicional en la región Queréndaro en el estado de Michoacán se deriva de una relación hombre-maguey (*Agave spp*) que tiene sus orígenes 11 a 9 mil años atrás, en lo que hoy es el territorio mexicano (Delgado Lemus et al., 2021; Zizumbo-Villarreal et al., 2009). Dicha relación se entiende desde la importancia de la especie *Agave spp* como recurso, a través del cual el hombre satisfacía

y satisface múltiples necesidades como: alimento, materiales de construcción, fibras textiles, cercas vivas, medicinas, bebidas, entre otras (Colunga-GarcíaMarín et al., 2007; Marín et al., 2009; Torres, Blancas, et al., 2015).

Esta relación entre el hombre y los agaves es un legado de las culturas mesoamericanas para quienes hoy siguen siendo parte de sus visiones del mundo (Torres, Blancas, et al., 2015; Zizumbo-Villarreal et al., 2009). Lo anterior se puede evidenciar especialmente en comunidades rurales como el caso de las localidades: Real de Oztumatlán, Rio de Parras, Cañada del Agua y Exhacienda Zacapendo, en la región mezcalera de Queréndaro, Michoacán, donde los usos tradicionales siguen vivos, representando una importancia no solo cultural sino también de subsistencia como fuente de ingresos monetarios.

Tal como ya se mencionó, la historia entre el agave y el ser humano inicia por lo menos hace unos 9 mil años, y según Colunga-García Marín et al. (2007) dicho periodo se puede dividir en tres momentos o periodos de acuerdo a su uso más dominante: en primer lugar, su uso como alimento, en segundo, como bebidas fermentadas y finalmente, como bebidas destiladas, las cuales se conocen como mezcal. En este sentido se concentran los esfuerzos por entender la historia desde la transición de las bebidas fermentadas hasta la elaboración del mezcal.

Se parte del hecho soportado en registros arqueológicos, etnobotánicos e históricos que identifican que en la época prehispánica el principal uso que le daban los indígenas a las plantas de agave era como alimento, fibras textiles y bebidas fermentadas ampliamente establecidas como el pulque (Colunga-GarcíaMarín et al., 2007; García-Frapolli et al., 2008; Marín et al., 2009; Plascencia de la torre & Peralta Gordon, 2018).

En este punto, los reportes científicos discuten tres escenarios o hipótesis a través de las cuales se pudieron convertir estas bebidas fermentadas de agave a su forma como destilado (mezcal).

En un primer escenario, está la existencia prehispánica de vasijas llamadas *capacha*, elaboradas entre 1500 a 1000 ac en Colima, pudiendo ser destiladores del fermento de agave, implicando la producción de mezcal antes de la colonización, esto sin embargo, abre la pregunta de cómo habría evolucionado este destilador mesoamericano antes de que en el periodo virreinal el destilador asiático lo sustituyera, por ser más eficiente (Marín et al., 2009; Zizumbo-Villarreal et al., 2009). En un segundo escenario, se cree que la destilación del fermento de agave ocurrió a principios del siglo XVII con la llegada de los españoles y la implementación de los alambiques tipo árabe junto con el cultivo de caña de azúcar (Zizumbo-Villarreal et al., 2009).

Finalmente, está el escenario fuertemente sustentado y congruente con los destiladores y tipo de destilación que se realiza en la región de la sierra entre los estados de Michoacán y Jalisco, y por ende de la región Queréndaro. La cual sugiere que la técnica de destilación fue introducida en las comunidades mesoamericanas a finales del siglo XVI por filipinos que embarcaron en las costas de Colima, en el Galeón de Manilla, nombre con el que se conocían a las naves españolas que cruzaban el océano Pacífico de Filipinas a los puertos de Nueva España en América (Delgado Lemus et al., 2021).

Dicha técnica de destilación (la filipina), inicialmente se empleó en la producción de licor de coco, debido a la introducción entre 1539 y 1569 de cocoteros, procedentes de Panamá, las Islas Salomón y posteriormente de las Islas Filipinas (Zizumbo-Villarreal & Colunga-Garcíaamarín, 2008). Es así como para 1600 el proceso de destilación del coco

estaba totalmente establecido en el occidente de México, Zizumbo-Villarreal & Colunga-Garcíamarín (2008), documentaron como entre 1612 y 1644, las haciendas productoras de licor de coco pasaron de 50 a 110, y que entre 1630 y 1670, los registros de diezmos del Obispado de Michoacán indicaban que la producción y comercio de licor de coco era la principal actividad económica de Colima.

El auge del licor de coco, permitió entonces la adopción del destilado de agaves a finales del S.XVI e inicios del S.XVII, principalmente, porque la expansión de la producción del licor de coco permitió la incorporación de los indígenas raizales al proceso de elaboración del destilado, y con ello, se pudo aprender la técnica de destilación que se empezó a utilizar para los fermentos de agave, inicialmente cerca de las estribaciones de los volcanes de Colima (Zizumbo-Villarreal et al., 2009). Lo anterior sugiere que el destilado de agave (mezcal), surgió o se potencio de la adaptación del proceso de destilación de licor de coco.

Es así como para la primera mitad del S.XVII la Real Audiencia de Nueva España inicia con las prohibiciones del licor de coco, a causa de la competencia con los vinos españoles, y su creciente demanda en las zonas mineras. Así entonces, se da el contexto para la elaboración en forma del mezcal, y su difusión ríos arriba, puesto que era más fácil escapar de la autoridades coloniales en las zonas de la sierra, donde se empezó a establecer la producción de mezcal, debido a que no se requería de cultivos, por la existencia de los agaves silvestres de la zona, que sí eran necesarios en la elaboración del licor de coco en plenas zonas bajas fácilmente identificables (Zizumbo-Villarreal et al., 2009).

De esta manera, durante la segunda parte del S. XVII y primera mitad del S. XVIII, el licor de coco se escaseó mientras que el mezcal continuó creciendo y diversificándose al lado de los ríos y arroyos de las sierras cercanas a los distritos mineros del norte y centro de México (Delgado Lemus et al., 2021). Así mismo, Zizumbo-Villarreal & Colunga-Garcíaamarín (2008), encontraron que el desplazamiento de la producción de destilados de coco por destilados de agave no provocaron, por lo menos hasta el finales del S.XVIII, domesticación de los agaves silvestres, implicando la sobre explotación desde entonces y hasta la fecha de las comunidades silvestres, fenómeno que se ha extendido desde las cuencas bajas hasta las Sierras de Nayarit y Michoacán.

En este sentido Zizumbo-Villarreal et al. (2009), destacan cinco claves por las cuales el destilado de agave tuvo una muy rápida difusión en toda la región occidental mexicana: 1) la alta diversidad de especies de agave en la región con características apropiadas para la elaboración del licor; 2) la alta experiencia de las comunidades de la región en la utilización del agave como alimento y bebida fermentada; 3) el manejo en toda la región del fermentador en pozo de peña<sup>4</sup>; 4) la fácil adopción del destilador filipino, el cual se puede construir con materiales locales y de fácil transporte y desmonte; 5) una extensa red de comercio que se extendía desde las tierras bajas hacia el altiplano desde la época precolombina y que en la conquista fueron utilizadas para el comercio de sal y licores hacia las zonas mineras.

---

<sup>4</sup> El pozo de peña es un recipiente artesanal hecho con piedra de peña, en el cual se ponen las piñas del maguey a fermentar de manera natural o con el uso de arrancadores, como el caso del pulque.

Como ya se puede interpretar, para la última mitad del S.XVIII la producción de mezcal estaba completamente establecida en los sitios cercanos a los complejos mineros, llegando a ser una actividad económica relevante gracias a la alta demanda en las zonas mineras (Colunga-garciamarin, 2015). Esto provocó que nuevamente la competencia resultante con los licores españoles propiciara la prohibición de la elaboración y comercialización del licor de agave, sin embargo, esto no afectó la producción de manera clandestina en las áreas remotas y aisladas donde se elaboraba el mezcal, puesto que la influencia de las autoridades coloniales era mínima (Zizumbo-Villarreal et al., 2009).

Este fue el caso de la región mezcalera Queréndaro, Michoacán, a donde llegó el destilador filipino por la ruta del Río Coahuayana-Tuxpan, alcanzó Jiquilpan y uniéndose a la ruta Jacona-Pátzcuaro, llegando así a la meseta tarasca, ruta que se dirige hacia el norte y cruzando la laguna de Cuitzeo, en donde se localiza hoy el destilador filipino elaborado con troncos de oyamel cerca de Queréndaro, Michoacán (Zizumbo-Villarreal et al., 2009).

Esta región entonces, fue ideal para el establecimiento de la producción clandestina de mezcal por cuatro razones principalmente: 1) se permitía una fermentación lenta de los jugos en grandes volúmenes, puesto que la zona se caracteriza por sus bajas temperaturas uniformes; 2) el destilador filipino, adaptado con un tronco de oyamel, permite en un corto tiempo su montado y desmonte, 3) la cercanía con los distritos mineros de Real de Otzumatlán en Queréndaro y Real de Minas en Tlalpujahua; 4) acceso a ríos y arroyos que descienden de los bosques, principalmente de encino-pino (Coll-Hurtado & Sánchez Salazar, 1999; Delgado Lemus et al., 2021; Zizumbo-Villarreal

et al., 2009; Zizumbo-Villarreal & Colunga-Garcíamarín, 2008). Lo anterior entonces permitió a los vinateros escapar de las autoridades dejando atrás un tronco de árbol tirado, mientras el fermento permanecía sellado y camuflado fácilmente hasta 3 o 4 semanas, y de esta manera, finalmente aludir a las autoridades y comercializar fácilmente su mezcal en los distritos mineros cercanos.

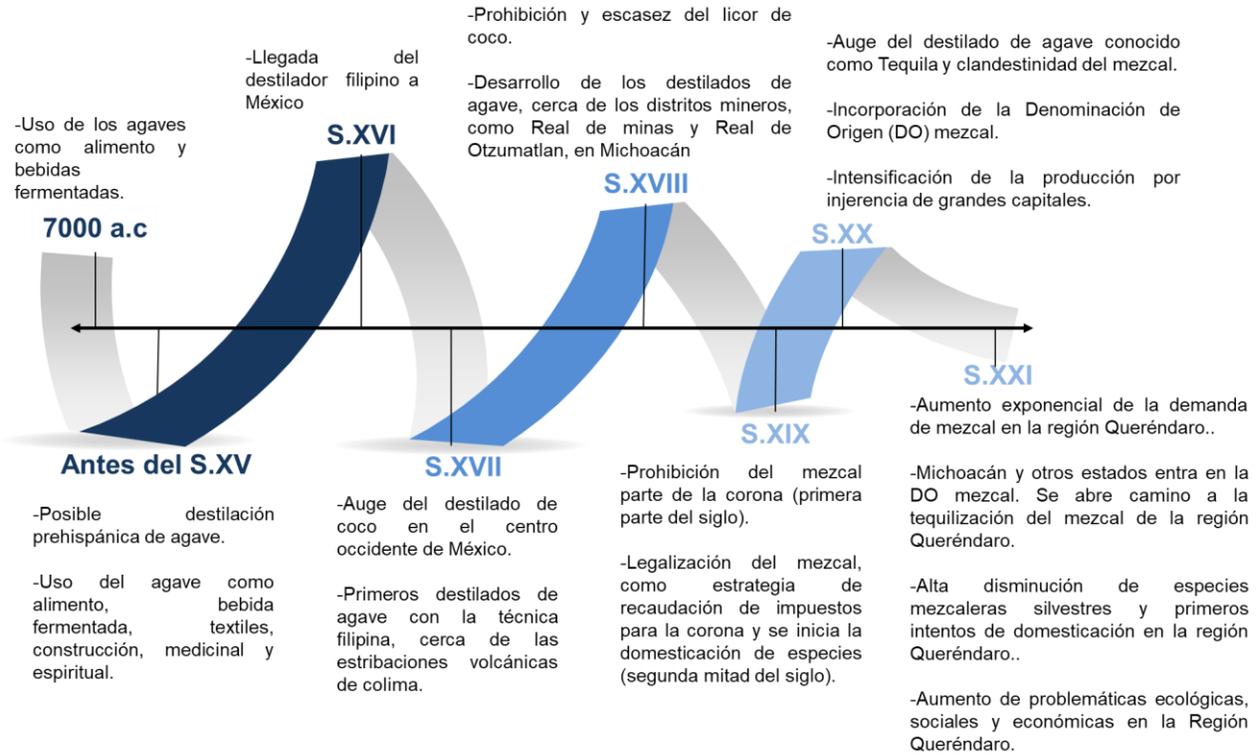
Es así como en la región Queréndaro la producción de mezcal a pesar de que cuenta con una tradición de al menos 400 años, en donde paulatinamente el aprovechamiento de las especies de agave ha ido cambiando de la cosecha directa de poblaciones silvestres a la domesticación y cultivo. Cambio que dio inicio con la legalización a mediados del S.XIX del licor de agave, impulsada en la región de Tequila, Jalisco, abriendo así las puertas hacia un camino de domesticación de las especies (Torres, Blancas, et al., 2015).

En este contexto del S.XIX, se marcaría el inicio de la mercantilización del mezcal impulsado por los españoles que vieron una forma de ingreso por impuestos, debido al alto comercio del licor de agave en la Nueva España, apoderándose de una amplia producción de los destilados, en haciendas donde se comenzó la domesticación y cultivo de agaves a manera de monocultivo, creando así una infraestructura que desde entonces empezó a subsumir a algunas otras regiones, como el caso de la región Queréndaro, a donde no llegaron los grandes capitales españoles, como el de José María Guadalupe Cuervo, en Tequila, Jalisco, dejando a muchas zonas en la clandestinidad con el propósito de evadir los altos impuestos de la corona (Delgado Lemus et al., 2021; Plascencia de la Torre & Peralta Gordon, 2018).

A finales del S. XIX y durante el porfiriato, el desarrollo de los ferrocarriles impulsó más el destilado de agave, favoreciendo aún más a las grandes destilerías y perjudicando a los pequeños productores que continuaron con un comercio local e ilegal (Plascencia de la torre & Peralta Gordon, 2018). De esta manera, el cultivo de los grandes destiladores se tecnificó justo con una considerable disminución de las especies de agave utilizadas, generando que la producción del destilado se convirtiera, para ese momento, en el tercer ingreso tributario detrás de los metales y la industria harinera (Colunga-García Marín et al., 2008; Plascencia de la torre & Peralta Gordon, 2018).

Ya en la primera mitad del S. XX, en 1919, después de la derogación de la *ley seca* impulsada por el entonces presidente Calles, empieza el gran ascenso de la bebida destilada de agave conocida como Tequila, y con ello una alta diversificación de marcas y consumo en masa, empezando la consolidación del consumo nacional e internacional del tequila (Plascencia de la torre & Peralta Gordon, 2018). Mientras que el consumo de otros mezcales de carácter local continuaba desvalorizado.

A finales del S.XX se incorporan tres elementos: (1) la figura de Denominación de Origen (DO) para el mezcal en 1994, como mecanismo de protección intelectual para los destilados agave y con ello un órgano encargado de la certificación y regulación; (2) técnicas agronómicas modernas para su cultivo y producción en masa; y (3) el uso de la biotecnología (clonación). Todo lo anterior, promovido por algunos productores que a nivel nacional vieron en el tequila un camino a seguir, puesto que hasta entonces la demanda de mezcal se mantenía baja y local (Plascencia de la torre & Peralta Gordon, 2018) (véase figura 12).



**Figura 12. Línea del tiempo historia de la producción de mezcal en la Región Queréndaro, Michoacán. Fuente: Elaboración propia y datos de campo.**

## **Capítulo 2. Marco Teórico-conceptual**

En este capítulo el lector podrá encontrar el desarrollo conceptual de las categorías de análisis que forman la base teórica de esta investigación, empezando por la sustentabilidad y su evolución desde los paradigmas de la economía ambiental y ecológica, haciendo énfasis en el segundo, como punto de partida del entendimiento del metabolismo social y la sustentabilidad. Seguido por el constructor de metabolismo social, desde el entendimiento que realiza Marx como relación entre la sociedad y la naturaleza, hasta los abordajes más contemporáneos, como el de metabolismos social rural. Para finalmente acoplar el concepto de socio-ecosistema como la formar a través de la cual se analiza la región de estudio.

### **2.1 Sustentabilidad**

El concepto de sustentabilidad tiene sus orígenes en el campo de las ciencias forestales en Alemania, alrededor de 1713. Este se refería a no cosechar más de lo que los bosques podían volver a crecer. Sin embargo, fue hasta 1972, con el reporte del Club de Roma, que llamó la atención de todo el mundo, al declarar que algunos recursos fundamentales para la supervivencia del ser humano se agotarían en una o dos generaciones (Naredo, 2004).

Es entonces que el concepto de sustentabilidad comenzó a tener relevancia y diversas interpretaciones como: (1) biológica, la cual entendía la sustentabilidad como el rendimiento sostenido de los recursos derivados de la explotación de los ecosistemas; (2) ecológica, la cual se refería a la abundancia y diversidad genotípica de especies individuales en ecosistemas sujetos a explotación; y (3) económica, concepción

entendida como desarrollo económico sostenido, sin comprometer los recursos existentes para las generaciones futuras (Gatto, 1995).

De las anteriores definiciones, las ecológica y económica fueron las que más recepción tuvieron en las discusiones científicas y políticas; la primera desde una posición más arraigada a la necesidad de conservar la diversidad de las especies animales y vegetales dentro de la vida silvestre, mientras que la segunda, pretendía apostar por una gestión de los problemas ambientales, a través de instrumentos de regulación. De esta última concepción se desprende el término “desarrollo sustentable”, demostrando una mayor atención hacia los aspectos socioeconómicos que ecológicos (Gatto, 1995).

Es entonces que hasta 1987 con el Informe Brundtland, comienza a dominar el panorama político y científico el concepto de “desarrollo sustentable”, como una definición del concepto de sustentabilidad, dándole el reconocimiento que tiene actualmente (Naciones Unidas., 1987). De modo tal que este concepto gira alrededor de tres ejes fundamentales: en primer lugar, la satisfacción de las generaciones presentes, significando el abordaje de problemáticas como el crecimiento demográfico, la equidad social y el cambio de valores y prioridades; un segundo eje, relacionado con el respeto al medio natural y la posibilidad de compatibilizar las relaciones sociedad-naturaleza; y en tercer lugar, el reconocimiento de los derechos por las generaciones futuras, implicando una justicia intergeneracional (Astier, M., Masera, O., y Galván-Miyoshi, 2008; Kuhlman, T Farrington, 2010).

La interpretación del concepto de sustentabilidad entonces se empieza hacer en términos de tres dimensiones que deben estar en armonía: social, económica y ecológica (Astier, M., Masera, O., y Galván-Miyoshi, 2008; Kuhlman, T Farrington, 2010). Partiendo

de ellos, en la literatura de forma referida se describen algunas de las condiciones para la sustentabilidad, las maneras de alcanzarla o definen qué no es sustentable, pero no el término por sí mismo (Brown, B. Hanson, M. Liverman, D. Merideth, 2011). A pesar de que en diversos estudios es utilizado el concepto, éste no es definido concretamente (Bilxen c, Colnago P, González N, Márquez C, 2007; Clavijo, 2013; L J Pearson , L Pearson, 2010; Pothukuchi, 2004; Vásquez-Moreno, 2013).

En este panorama, el debate sobre cómo se debe definir la sustentabilidad se amplió también cómo se debe operacionalizar (Ozkaynak et al., 2004). De allí que, la concepción ortodoxa de la sustentabilidad (Informe Brundtland), caminara hacia el paradigma neoclásico de la economía ambiental (denominado también sustentabilidad débil), mientras que la concepción ecológica, encontrara camino hacia un paradigma más fuerte de la sustentabilidad, denominado también economía ecológica (Ozkaynak et al., 2004).

En este entendido, el concepto de sustentabilidad después de Brundtland empezó a derivar hacia la investigación de los dos paradigmas ya mencionados, por un lado, el de la economía ambiental, entendida por muchos autores como la expansión de los horizontes de la teoría neoclásica hacia la preocupación por el medio ambiente (Naredo, 2004; Ozkaynak et al., 2004), siendo un enfoque bastante desarrollado sobre la solución de problemáticas ambientales como el pago por servicios ambientales, impuestos por contaminación o incentivos en procesos más limpios (Klink & Alcántara, 1994).

Siendo su principal escuela la *London School of Environmental Economists*, con autores como Pearce, Barbier, Markandya y Turner, quienes propusieron las bases y desarrollaron el concepto del mantenimiento del stock de capital natural, una de las

condiciones para lograr una economía ambiental (clave del desarrollo sustentable), entendiendo el stock de capital natural como valorar los recursos en términos monetarios y luego calcular el valor monetario agregado de los recursos naturales y de esta manera poder integrarlos en el mercado (Ozkaynak et al., 2004).

Mientras que por otro lado, se encuentra el paradigma de la economía ecológica, el cual parte de hacer una crítica a la economía ambiental en tres aspectos fundamentales: el primero, relacionado con la inconmensurabilidad; al valorar los recursos naturales con una unidad de medida monetaria, la cual de lejos, no logra explicar adecuadamente las preocupaciones ecológicas, por ejemplo, algunas características de los ecosistemas como la complejidad de las relaciones entre atributos o especies de la naturaleza son inconmensurables en términos económicos (Klink & Alcántara, 1994; Ozkaynak et al., 2004).

En segundo lugar, el uso de la constancia de valor monetario del stock de los recursos naturales como indicador de la sustentabilidad es engañoso, puesto que no tiene relación con la condición biofísica del planeta, en este sentido, no se puede asegurar que manteniendo un stock de capital natural se logre una distribución aceptable, o bien, que con una distribución aceptable se logre asegurar que la misma naturaleza se encuentre en óptimas condiciones para mantener la vida, puesto que la naturaleza en la realidad no funciona con base en el valor monetario (Ozkaynak et al., 2004).

Finalmente, en tercer lugar, se encuentra el dilema de las preferencias endógenas, en el cual cada individuo de acuerdo con su condición (contexto) y capacidad de accesibilidad y asequibilidad asigna un valor monetario a la naturaleza; en este sentido, es inapropiado porque la metodología de intentar medir los costos y beneficios sociales

simplemente agregando la valoración de cada persona, hecha de forma aislada en sí misma es inapropiada y engañosa para hacer operativo el concepto de sustentabilidad (Martínez et al., 2013; Ozkaynak et al., 2004).

En esta vía, aunque la economía ambiental no parece tener las cosas del todo resueltas, ésta ha aportado de forma positiva en sentido de que ha sido crucial en la toma de decisiones racionales sobre cuestiones ambientales, desde cualquiera de sus análisis conocidos como el costo/beneficio o el estándar mínimo seguro (Ozkaynak et al., 2004). Sabiendo que los ecosistemas tienen características únicas y es claro que muchas funciones de sustento de la vida no tienen sustitución real, en tanto se sale del entendimiento economicista clásico, de ahí la necesidad de asignar algún capital natural como crítico (Klink & Alcántara, 1994).

Esto ilustra por qué la operacionalización y la conceptualización de la sustentabilidad marca una diferenciación crucial. Como se mencionó anteriormente, al no existir un concepto concreto, en los últimos años se ha definido el concepto específicamente para el tema que se está abordando (Astier, M., Masera, O., y Galván-Miyoshi, 2008; Masera et al., 1999). Existe una diversidad muy amplia de intereses, problema, perspectivas y escalas y por ende es demasiado amplio como para reducir el término a una sola definición (Masera et al., 1999).

En este sentido, más que intentar obtener una definición universal, es más relevante identificar elementos en común, de acuerdo con las intenciones y problemas de la sustentabilidad en concreto que se espera abordar, para así derivar definiciones útiles (Masera et al., 1999). Sin embargo, el hecho de no tener claridad en su definición presume ciertos impedimentos, como que dentro de su ambigüedad, puede hacer

referencia a diferentes aspectos, pues puede referirse a un proceso, a un modelo de desarrollo o incluso como adjetivo de una meta deseada (Calderón, 2016; Glavič & Lukman, 2007).

### ***2.1.1 Economía Ecológica: un paradigma de la sustentabilidad***

La búsqueda de la palabra “paradigma” en el sitio web de la Real Academia de la Lengua Española, arroja dos posibles interpretaciones del término: (1) “ejemplo o ejemplar” y (2) “teoría o conjunto de teorías cuyo núcleo central se acepta y que suministra la base y modelo para resolver problemas y avanzar en el conocimiento”. Para el desarrollo del presente trabajo se acuñará la segunda, interpretándola como la forma en la que se entiende el mundo.

De acuerdo con Ayala (2018) los paradigmas ambientales del desarrollo intentan dar una explicación de la compleja relación que hay entre la sociedad y la naturaleza, al tiempo que orientan la forma en la que el ser humano interactúa con el entorno. Si un paradigma es la forma científica en cómo se entiende el mundo, cuando se habla de paradigmas de la sustentabilidad, se hace alusión a las formas de entender la sustentabilidad. En este sentido, se propone desarrollar el concepto de sustentabilidad a través del enfoque de la Economía Ecológica.

En consecuencia, el universo se encuentra constituido por materia y se estructura y mantiene en orden gracias a la energía, en otras palabras, la materia es todo aquello que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio, mientras que la energía, es la capacidad de la materia para transformarse en trabajo (Odum et al., 2006). Un ejemplo podría ser la manzana en un árbol, la cual, de caerse gastaría su energía potencial (gravedad), con la capacidad de hacer abrir el fruto (materia/manzana) en dos o más partes.

El fenómeno anterior se puede explicar con las leyes de la termodinámica. En este caso, la primera ley de la termodinámica nos dice que ni la materia ni la energía se crean o se destruyen, solo se transforman. Mientras que, la segunda Ley de la Termodinámica dice que, en cada transformación de la materia y la energía, esta va perdiendo capacidad de realizar trabajo (Costanza et al., 2014), es decir, en el caso de la manzana, después de que gastó su energía potencial, la energía contenida en la manzana se disipa, por lo que se dice que el desorden aumenta y con ello su entropía.

Por tanto y teniendo en cuenta lo antes mencionado, la organización requiere energía y en tanto más organizado (complejo) sea un sistema, mayor energía requiere (Odum et al., 2006; Pengue, 2017). Pero la cuestión no está en el trabajo que significa el orden, más bien está en la demanda constante de energía que los sistemas requieren para mantener el orden, puesto que por definición los sistemas vivos, son sistemas disipativos de energía (Odum et al., 2006). Un ejemplo de lo anterior sería una célula, que por más pequeña que sea, requiere de energía para desplazarse, relacionarse, reproducirse, alimentarse, entre otras formas de trabajo que mantienen el orden.

En este sentido, el planeta Tierra mantiene el orden a través de la energía que proviene del sol, energía que es tomada por los organismos autótrofos (plantas y microorganismos en general), que crean alimento para los animales, incluyendo al hombre, convirtiéndolos en energía a través de la nutrición.

Ahora bien, es entonces la materia y la energía los principales flujos de todo proceso conocido dentro del planeta Tierra y es también la base sustantiva de la Economía Ecológica, en tanto que toda actividad, incluyendo las económicas, requieren de energía y materia como sustento para su factibilidad empírica, “el hecho de pensar

que se pueda producir sin recursos es absurdo, ya que las máquinas procesan materiales y necesitan energía para su funcionamiento” (Martínez et al., 2013). Un ejemplo de esto sería imaginar una economía que sustituya el petróleo o el hierro, pero nunca una economía que sustituya la materia (ciertos recursos naturales) o la energía (Costanza et al., 2014).

Es aquí donde se incorporan los límites biofísicos dentro de los sistemas sociales, esto quiere decir que el sistema económico, por ejemplo, hace parte de un sistema más grande denominado socio-ecosistema global, del cual depende en tanto es proveedor de materia y energía (Costanza et al., 2014). Dichos límites son evidentes, como lo describen Costanza et al (2014), a través de cinco problemáticas de la humanidad: 1) el aumento poblacional que demanda mayor cantidad de materia y energía para la satisfacción de las necesidades humanas; 2) el cambio climático; 3) la destrucción de la capa de ozono; 4) la degradación de la tierra fértil; y 5) la pérdida de biodiversidad. Las cuatro últimas son evidencias del aumento acelerado de la entropía, en otras palabras, de la disponibilidad de contar con recursos y energía de fácil acceso producto de una compleja organización socio-ecosistémica.

Dichas disipaciones aceleradas de la energía (entropía acelerada), provoca la denomina insustentabilidad del sistema económico actual, puesto que se está transformando la materia y energía de los ecosistemas a una tasa mayor de la que el mismo ecosistema es capaz de reorganizar (renovar) (Pengue, 2017). Es por esto que la economía ecológica sienta sus bases dentro de cuatro principios básicos: (1) una visión de la Tierra como sistema termodinámico cerrado y de crecimiento no material, (2) una visión a futuro de un planeta sustentable y con la capacidad de atender con calidad, la

vida de todas las personas, pero dentro de los límites biofísicos, (3) la necesidad de una postura precautoria producto de la complejidad irreductible del sistema planetario Tierra y (4) instituciones proactivas en lugar de reactivas (Costanza et al., 2014; Martínez et al., 2013).

Los anteriores principios, enmarcan la concepción de sustentabilidad que se acogerá para este trabajo, no sin antes trazar una ruta operativa. En este sentido y como ya se mencionó el énfasis de la economía ecológica está en la preservación de formas específicas de capital natural crítico en términos físicos, y una insistencia en la necesidad de indicadores directos, no monetarios (Ozkaynak et al., 2004).

Entonces, el análisis de la economía ecológica se basa en un marco termodinámico, lo que implica un conjunto de mecanismos de equilibrio entre la sociedad y la naturaleza (V. M. Toledo & de Molina, 2007), un marco coevolutivo, implicando una visión de la economía como incrustada dentro del ecosistema, lo que implica límites en el flujo biofísico de recursos desde el ecosistema al sistema económico y luego como desechos (Artigues & Calvet, 2007; Georgescu-Roegen, 1977), y finalmente un marco de incertidumbre y complejidad, que abarcan la ciencia posnormal, la racionalidad procedimental y las instituciones deliberativas (Ozkaynak et al., 2004).

Lo anterior argumenta que la operacionalización de la sustentabilidad con enfoque de economía ecológica no se puede lograr mediante la aplicación de las herramientas tradicionales de análisis económico únicamente (Ozkaynak et al., 2004). Requiere de indicadores físicos del capital natural crítico, abarcando una visión del mundo natural caracterizada por la interdependencia, la complejidad, la incertidumbre y el dinamismo, y

situando el análisis económico en un marco termodinámico y coevolutivo (Ozkaynak et al., 2004).

Así mismo, la economía ecológica aboga por métodos participativos de toma de decisiones y ofrece un marco orientado a problemas relevante para operacionalizar una sostenibilidad fuerte (Ozkaynak et al., 2004). Adopta una estrategia de creación de consenso, a través de una comunidad de pares ampliada, y enfatiza la calidad del proceso de toma de decisiones en lugar de concentrarse en el resultado final (Ozkaynak et al., 2004). Aunque utiliza muchas técnicas de otras disciplinas, al construir diferentes tipos de indicadores físicos y ayudas de decisión multicriterio toma en cuenta múltiples valores y busca evitar el reduccionismo que implica intentar llegar a una valoración agregada del stock de capital natural en su conjunto (Ozkaynak et al., 2004).

De tal manera que el Metabolismo Social se presenta como un enfoque de la economía ecológica, a través del cual se puede lograr el análisis de los flujos de energía, materia e intangibles de los socio-ecosistemas, basado en la relación entre la naturaleza y la sociedad como un modelo en el cual las sociedades se apropian de los recursos que le ofrece la naturaleza, los cuales consume, circula o transforma para luego devolver como excreciones a la misma naturaleza.

## **2.2. Metabolismo Social**

El enfoque de metabolismo social ha ganado mucha fuerza desde los años noventa del siglo pasado. Desde su definición más general se concibe como la representación de cómo una sociedad establece la forma de organizar el intercambio de materia, energía e información con su entorno natural (González de Molina & Toledo, 2014). Este se ha utilizado como teoría para entender el cambio socioambiental producto

de la crisis ecológica de la sociedad moderna o como instrumento metodológico para el análisis del comportamiento biofísico de las economías (Toledo, 2013)

Es entonces el metabolismo social una perspectiva para el análisis de las relaciones entre la sociedad y la naturaleza desde una base material y no material, lo que quiere decir que se hace a través del estudio de los flujos de materia, energía e información estructurada abstractamente (cultura, instituciones, cosmovisiones, etc.). Históricamente el concepto se deriva de la biología, en tanto función de mantenimiento y reproducción de la vida, surgiendo de la tesis analógica que dice que “dos sistemas pueden ser obviamente diferentes, pero estructuralmente similares”(González de Molina & Toledo, 2014), esto quiere decir que el sistema de funcionamiento de los seres vivos (ecosistemas), puede compararse estructuralmente con el de las sociedades humanas, en tanto, los seres humanos, como la sociedad, forman parte de la naturaleza y están vinculados a las mismas leyes de la evolución natural (González de Molina & Toledo, 2014).

Es así como en 1860 algunos sociólogos como el caso de Ernest Haeckel realizaron las primeras analogías entre los organismos sociales y biológicos, por ejemplo, las células y los seres humanos individuales operan como unidades que construyen organismos. Por su lado, otros sociólogos denominados organicistas como: Herbert Spencer, Paul Lilienfield, Auguste Comte y Adam Schafle, hicieron contribuciones que han sido retomadas principalmente por los análisis socioecológicos actuales. Sin embargo, fue Karl Marx quien utilizó explícitamente el concepto de metabolismo por primera vez para referirse a las relaciones que tienen las sociedades con la naturaleza (Infante-Amate et al., 2017).

### **2.2.1 Metabolismo social en Marx**

Marx, se refirió al concepto de metabolismo mediante el uso del término “*Stoffwechsel*”, traducido del alemán como metabolismo o intercambio orgánico, dicho término fue usado en su obra *El Capital: crítica de la economía política*, publicado en 1867, de tal manera que le dio dos significados: uno como analogía de la biología para ilustrar el flujo de mercancías y otro como intercambio entre el hombre y la Tierra (González de Molina & Toledo, 2014). Alfred Schmidt, en 1971 dedicó espacio dentro de sus publicaciones a dar una interpretación del uso del concepto de metabolismo sobre las implicaciones sociales, históricas y ecológicas del concepto:

“Marx concibió el trabajo como un proceso de humanización progresiva de la naturaleza, un acto que coincide con la naturalización gradual de los humanos (Schmidt 1971, p. 81). "Marx considera la naturaleza como el sustrato material del trabajo, como la fuente primaria de todos los instrumentos y sujetos del trabajo (Schmidt 1971)". Schmidt afirma: "Todo acto de dar forma a una sustancia natural debe obedecer a las leyes peculiares de la materia (Schmidt 1971, p. 84). " Por lo tanto, "... el hombre solo puede proceder en su producción de la misma manera que la naturaleza misma, es decir, solo puede alterar las formas del material (Marx 1965, p. 43).” (González de Molina & Toledo, 2014)

Sin embargo, Marx no estableció la conexión entre los flujos materiales (económicos) y energéticos que más de un siglo después daría lugar a numerosas propuestas, como la de Georgescu-Roegen, que desembocarían en lo que se conoce como la economía ecológica (Martínez et al., 2013).

En este sentido el desarrollo del metabolismo social como concepto en Marx está basado en una amplia historia científica que a principios del siglo XIX algunos intelectuales denominados organicistas o fisiólogos, examinando las interacciones e intercambios bioquímicos entre los organismos y el mundo biótico hablaban de metabolismo (Clark et al., 2019).

Sin embargo, los principales referentes de Marx fueron, por un lado, el médico Roland Daniels, amigo y compañero de Marx, quien extendió el uso del metabolismo a complejos enteros de organismos, presagiando su aplicación en el análisis de ecosistemas, si bien su trabajo no se publicó durante su vida, compartió sus ideas con Marx y otros. Su idea amplia representó lo que se convertiría en la base para examinar las relaciones, y por otro lado, el químico de suelos alemán, Justus von Liebig, quien también ayudó a generalizar el concepto, usándolo para examinar el intercambio de nutrientes entre la Tierra y los humanos (Saito, 2014).

Liebig es ampliamente citado por Marx puesto que sus estudios permitieron identificar la relación entre la producir de cultivos y el contenido de nutrientes en el suelo, como nitrógeno, fósforo y potasio (Foster, 2013). Se permitió identificar que a medida que las plantas crecen, absorben estos nutrientes determinando que la productividad a largo plazo del suelo exigía seguir la ley de compensación, por la cual los nutrientes que se extraen de la tierra deben ser restaurados, señalando que las técnicas de alta agricultura británicas constituían un "sistema de robo", robando nutrientes del suelo y contribuyendo al despojo de la tierra (Clark et al., 2019; Foster, 2013; Reina, 2013)

Es entonces que basándose en el trabajo de Liebig, Marx desarrolló un análisis metabólico más amplio, demostrando en su crítica de la agricultura capitalista que la

fertilidad del suelo estaba influenciada por el desarrollo histórico de las relaciones socioecológicas (Clark et al., 2019). Marx explicó cómo este intercambio metabólico particular fue reconfigurado en gran parte por la división entre ciudad y campo, los derechos de propiedad asociados con el sistema de capital, los nuevos sistemas industriales, el impulso para maximizar las ganancias y la aplicación de nuevas técnicas agrícolas. Por ejemplo, los alimentos se enviaban cada vez más a mercados lejanos, transfiriendo los nutrientes del suelo del país a ciudades distantes, donde se acumulaban como desechos en lugar de devolverse al suelo (Clark et al., 2019; Saito, 2014).

Marx explicó que la agricultura capitalista...

*“perturba progresivamente la interacción metabólica entre el hombre y la Tierra, impidiendo el retorno al suelo de sus elementos constituyentes consumidos por el hombre en forma de alimentos y ropa; por tanto, obstaculiza el funcionamiento de la condición natural eterna para la fertilidad duradera del suelo... Todo progreso en la agricultura capitalista es un progreso en el arte, no sólo de robar al trabajador, sino de robar la tierra; todo progreso en el aumento de la fertilidad del suelo durante un tiempo determinado es un progreso hacia la ruina de las fuentes más duraderas de esa fertilidad... La producción capitalista, por tanto, sólo desarrolla la técnica y el grado de combinación del proceso social de producción al socavar simultáneamente las fuentes originales de toda la riqueza: el suelo y el trabajador”*(Marx, 1887)

....en otras palabras, el orden metabólico social del capital violó progresivamente el metabolismo terrestre, creando una brecha metabólica en el ciclo de nutrientes del suelo (Clark et al., 2019).

Es así como Marx, desarrolla de manera crítica el concepto de la renta de la tierra, abordada ya por los economistas fisiócratas, y desarrollado en el tercer tomo de su texto *El Capital*, como un fenómeno que ocurre en conjunto en los procesos de circulación y producción del capital (Altonji et al., 2015). Entendido entonces como una modalidad que adopta la ganancia, una vía de acumulación que expropia el capitalismo (Park, 2014). La renta de la tierra es una porción del plustrabajo que va orientada o expresa la valorización de la propiedad, por su condición escasa, no reproducible y diferenciada (Altonji et al., 2015; Park, 2014). En otras palabras, son los bienes que no pueden ser producidos, sino utilizados a partir de su disponibilidad natural, entendidos también como fondos del sistema (Mayumi & Giampietro, 2000).

Marx introduce en la reflexión la mediación de la naturaleza en los procesos del capital, siendo la naturaleza la que interviene en los procesos productivos, pero que al mismo tiempo el capital no puede producir (Park, 2014). En otras palabras, el sistema capitalista requiere de recursos naturales que el sistema no puede producir, es entonces, la naturaleza indispensable para la reproducción del capital; de tal manera que cuando la naturaleza entra al sistema capital, esta se transforma en una contradicción para este (Apostolopoulou et al., 2020).

Es así como Marx incorporó el concepto de metabolismo social en su crítica de la economía política, explicando que denotaba "el proceso natural de la producción como el intercambio material (*Stoffwechsel*) entre el hombre y la naturaleza" (Clark et al., 2019). Explicó que existe una relación necesaria entre los humanos y la tierra (naturaleza) y que el trabajo sirve como forma para mediante las propias acciones del hombre mediar, regular y controlar el metabolismo entre él y la naturaleza (Foster, 2013).

En este sentido, la investigación metabólica marxista han examinado cómo el metabolismo social del capitalismo está asociado con problemas ambientales específicos, incluidos el cambio climático, la pérdida forestal y el calentamiento global, por ejemplo, el crecimiento capitalista ha dependido de la quema de cantidades masivas de carbón, gas natural y petróleo, y este proceso ha resultado en romper el presupuesto de ingresos solares, liberando enormes cantidades de carbono que había sido secuestrado (Clark et al., 2019)

Al mismo tiempo, la consecuente degradación de los bosques por deforestación impulsada por el crecimiento, reduce sustancialmente los sumideros de carbono, lo que contribuye aún más a la acumulación de dióxido de carbono atmosférico, lo que da como resultado un aceleramiento en el calentamiento de la tierra y cambio climático (Clark et al., 2019). A medida que el imperativo de crecimiento del capitalismo intensifica su metabolismo social, sin tener en cuenta los límites naturales, se crean fisuras socioecológicas dentro de los ciclos y sistemas naturales específicos (Foster, 2013).

Por ello que es necesaria una transformación en las relaciones socioeconómicas que gobiernan nuestras vidas productivas, se debe regular el metabolismo social de acuerdo con los requisitos del metabolismo universal de la naturaleza, al tiempo que se satisfacen las necesidades humanas de manera sustentable (Clark et al., 2019).

Es claro que a partir del concepto de metabolismo social acuñado por Marx las sociedades humanas y toda la vida en general, dependen e interactúan con la naturaleza (Clark et al., 2019). En este sentido a través de sus vidas y actividades productivas, los humanos crean un metabolismo social entre ellos y el resto de la naturaleza, tanto a una escala macro como micro. Así, el metabolismo social de los seres humanos tiene lugar

en relación con el metabolismo universal de la naturaleza (Foster, 2013; Toledo & García-Frapolli, 2008).

Dicha relación, ser humano – naturaleza, está determinada por la organización político-económica históricamente específica del trabajo y la producción de la sociedad (Clark et al., 2019). Cada modo de producción genera un orden metabólico social distinto que influye en el intercambio e interpenetración de la sociedad y los sistemas ecológicos (Foster, 2013). Así, el metabolismo social bajo el capitalismo se materializa de una manera diferente a otros sistemas socioecológicos anteriores. Para el caso del capitalista, las demandas del capital se imponen a la naturaleza, aumentando las presiones sobre los sistemas ecológicos y la producción de desechos, generando distintas fisuras metabólicas (o rupturas) tanto dentro del metabolismo social como en el metabolismo universal más amplio, que consta de varios ciclos y procesos naturales (Clark et al., 2019; Toledo, 2013).

### ***2.2.3 Sistemas complejos y metabolismo social***

Es común que al iniciar una investigación, las características del sistema de estudio no están dadas por lo que se definen en el transcurso de la misma (García, 2006). Sin embargo, para definirlo, debemos explicar su comportamiento, teniendo en cuenta que dicha explicación será aceptable en la medida que las afirmaciones que se hagan para su interpretación sean constatables empíricamente (García, 2006).

Es este sentido, se hace una presentación lo que no es un observable o un hecho, puesto que, las características de un sistema complejo no están dadas, y esta forma de entendimiento es ambigua en la medida que no hay una lectura directa de una experiencia, hay múltiples formas de ver o cómo se puede ver un observable (Rodríguez

Zoya, 2017). No hay observable puro, como bien lo identifica Jean Piaget, puesto que, intervienen el tiempo y el espacio estableciendo relaciones entre objetos y observadores.

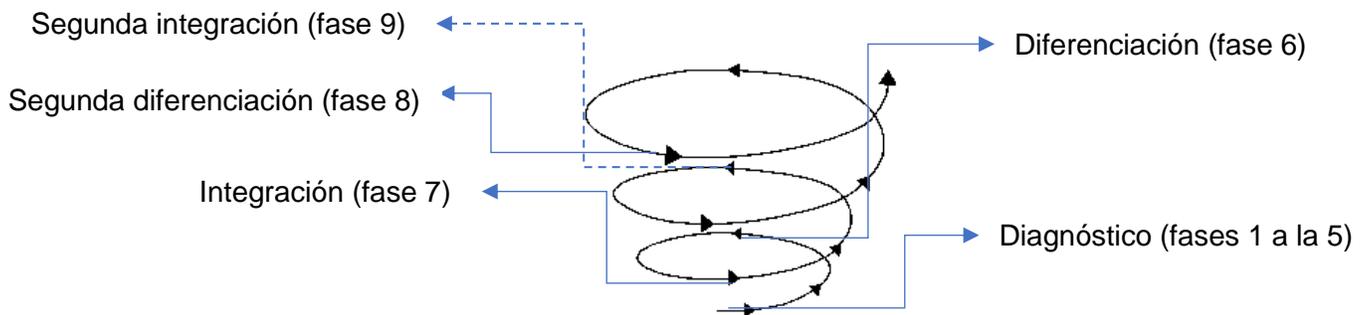
Entonces, por un lado, los observables son las formas de organizar datos, de la experiencia, que fueron elaborados en niveles anteriores, esto quiere decir que existe una relación entre niveles de observables y, por otro, los hechos son un conjunto de múltiples determinaciones, ósea, son una unidad de la diversidad, en otras palabras, relaciones entre observables (García, 2006).

Esto quiere decir que un sistema, como observable, está compuesto por diversos datos físicos, biológicos, sociales, políticos, económicos, etc., que están organizados en niveles de observables en diferentes escalas. Siguiendo el camino propuesto por García (2006), “el observador no puede ser sujeto neutro que toma conciencia de una realidad objetiva, registra datos puros que luego procesa para llegar a una teoría explicativa... ,sus registros corresponden a sus propios esquemas interpretativos” (García, 2006, p. 43), por tanto, toda experiencia contiene teoría y la teoría entonces es: una “organización de observables, previa construcción de instrumentos asimiladores de la experiencia, procesos que se repiten en todos los niveles, hasta dar cuenta de un fenómeno empírico... ,son espirales dialécticas” (García, 2006, p.44), en otras palabras, son la base sobre la cual un investigador establece sus hipótesis o supuestos de investigación.

Dicha espiral, es un método de investigación que García (2006) lo explica a través de 10 fases: las cinco primeras, son necesarias para el punto de partida de la espiral dialéctica, esta es la fase de diagnóstico (ver figura 13), con esto, se parte a recorrer el camino hacia la etapa de diferenciación, fase 6, donde aparecen las investigaciones disciplinarias de los problemas referidos en el contexto de las relaciones entre los

dominios (Resultados). Posteriormente, llega la fase 7, primera integración de los resultados obtenidos en la fase 6 (Discusión y Conclusiones) y en las fases de la 8 a la 10 se repite el proceso de diferenciación integración (fases de la 5 a la 7, ver ilustración 5). El proceso que se acaba de explicar es la base a partir de la cual se construye el conocimiento y por ende las teorías (García, 2006; Rodríguez Zoya, 2017).

**Figura 13.** Espiral dialéctica.



**Fuente:** Elaboración propia con base en García (2006)

Con esta construcción se pasa a revisar los componentes del sistema; en este sentido y de acuerdo con García (2006), los componentes son tres: límites, elementos y estructuras, dichos componentes permiten establecer el trozo o recorte de la realidad que se pretende estudiar, en otras palabras, los componentes permiten definir con precisión el sistema de estudio.

El primero de los componentes, los límites, se refiere al establecimiento correcto de los recortes de la realidad (sistema complejo), puesto que los sistemas complejos carecen de límites precisos, tanto a nivel físico como en su problemática. La forma de establecerlos inicialmente puede ser desde el punto de vista geográfico, hasta llegar a

unas formas menos obvias como los tipos de producción, organización económica o culturas presentes (García, 2006).

Sin embargo, es de aclarar que “En el caso en el que lo que quedó afuera de los límites interactúa de alguna manera con lo que quedó adentro, su acción se toma en cuenta a través de las condiciones de contorno o condiciones en los límites” (García, 2006, p. 49), dichas condiciones son los flujos de materia, energía, crédito o información, que entran y salen del sistema. Los flujos tienen una velocidad de cambio que son la relación con la escala temporal del fenómeno, lo que quiere decir que un flujo lento, es aquel que tiende a ser constante, mientras que uno rápido es variable (García, 2006).

El segundo componente son los elementos, estos entonces son el conjunto de observables entre los cuales se han podido detectar las relaciones más significativas, los elementos del sistema forman a su vez unidades complejas que se denominan subsistemas, estos son susceptibles de ser analizados desde otro nivel de la investigación (Rodríguez Zoya, 2017).

De aquí la importancia en la identificación de los elementos o relaciones más preponderantes dentro del sistema, puesto que, permiten establecer las escalas del tiempo y fenómeno de la investigación: la primera (tiempo), se relaciona con el periodo durante el cual se estudiará, mientras que el segundo (fenómeno), se relaciona con la determinación de los subsistemas incluidos, en otras palabras, los niveles de escala que se incluyen, mayores, menores o multiescalar (García, 2006).

El último componente son las estructuras, el cual se podría definir como un conjunto de relaciones dentro de un sistema organizado que se mantiene en condiciones

estacionarias, para cierta escala de tiempo y fenómeno, mediante procesos dinámicos de regulación (García, 2006).

En este sentido, son las propiedades estructurales del sistema las que determinan el grado de estabilidad o inestabilidad, que puede llegar a soportar los sistemas, cuando es acatado por cierto tipo de perturbaciones. Cuando se hace referencia a las estabilidades e inestabilidades, se refiere a los procesos de estacionalidad, destrucción o reestructuración de un sistema, mientras que cuando se habla de perturbaciones son las dinámicas normales en el sistema, unas con mayores o menores capacidades de causar inestabilidades en el sistema (García, 2006).

Otra de los aspectos fundamentales en el entendimiento de los sistemas complejos, es el de procesos y niveles de análisis. Para esclarecer lo que esto significa, se hablará primero de los niveles de los procesos, entendiendo que en el estudio de los procesos está el centro de la dinámica de los sistemas (perturbaciones) y por tanto un proceso describe los cambios que tiene un sistema, dichos cambios se categorizan en: básico o primario, es el que tiene efecto sobre el medio físico o sobre la sociedad que lo habita o explota, secundario, tiene efecto sobre el medio que gobierna el sistema y este determina procesos primarios, y finalmente están los procesos terciarios, los cuales determinan los cambios secundarios. En segundo lugar, los niveles de análisis se refieren a la escala del fenómeno, en este sentido hay análisis locales, regionales, nacionales e internacionales, los cuales difieren en sus dinámicas y actores (García, 2006).

Finalmente están las dinámicas de los sistemas complejos, que en parte ya se abordaron con la explicación de las estructuras, por lo que se retoma lo dicho en esa sección, entendiendo las dinámicas como perturbaciones. En este sentido, hay dos tipos

de dinámicas generales, por un lado, cuando no hay perturbaciones y por ende se considera que hay una situación ideal o en equilibrio (sistemas aislados), y por otro lado, cuando hay perturbaciones y se considera una situación alejada del equilibrio, donde hay oscilaciones alrededor de un estado medio durante un periodo de tiempo (Rodríguez Zoya, 2017).

A su vez, los sistemas considerados en situación alejada del equilibrio puede presentar dos condiciones: la primera, llamada, estado estacionario, que ocurre cuando las fluctuaciones de las perturbaciones (relaciones entre los elementos) son pequeñas con respecto a un valor medio, es decir no se transforma la estructura del sistema. La segunda es el estado de destrucción o reestructuración, el cual se da cuando el sistema no puede absorber las perturbaciones (exógenas o endógenas), tornando inestable el sistema y ocurriendo una disrupción de su estructura (García, 2006).

El entendimiento de sistema complejo desarrollado hasta ahora permite una mayor comprensión del metabolismo social en tanto concepto, puesto que, y como ya se abordó en apartados anteriores, el metabolismo social parte de hacer un análogo entre las sociedades y la naturaleza para entender las estructuras desarrolladas históricamente entre los seres humanos y la naturaleza. Dichas relaciones contienen dos dimensiones, por un lado la material o tangible (materia y energía) y, por el otro, inmaterial o intangible (información estructurada abstractamente) (Victor Toledo, 2013).

Dichas dimensiones no son otra cosa que flujos de entradas y salidas de energía, materia e información estructurada abstractamente, que inician con el proceso de apropiación de la naturaleza y terminan cuando se depositan desechos, emisiones, o

residuos (excreción) en la misma naturaleza (González de Molina & Toledo, 2014; Toledo, 2013).

Sin embargo, entre los procesos de la apropiación (A) y la excreción (E), existen otros fenómenos por medio de los cuales los flujos apropiados se circulan (C) , se transforman (T), y se consumen (Co), estos 5 procesos metabólicos A, E, C, T y Co, suelen estar organizados o articulados por las instituciones con las que cuentan las sociedades, parte intangible o blanda de la estructura metabólica (Victor Toledo, 2013).

Lo anterior lo describen González de Molina & Toledo (2014), como que todo metabolismo social posee un hardware y un software, los cuales se determina recíprocamente a lo largo de la historia, en la figura 14, se observan como la estructura poliédrica constituida por los elementos A, B,C y D hacen las veces de esa parte intangible, mientras la estructura conformada por los números del uno al ocho, la parte tangible, conformando así un estructura metabólica en su totalidad.

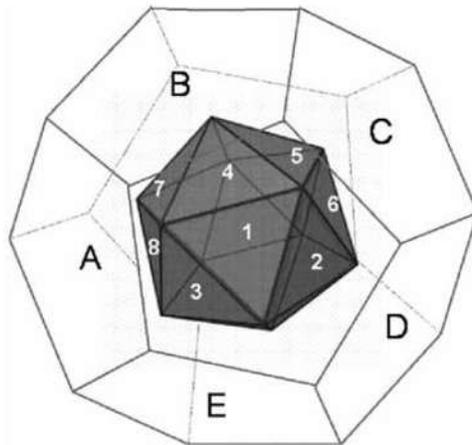


Figura 14. Estructura metabólica de la sociedad<sup>5</sup>. Fuente: (González de Molina & Toledo, 2011)

---

<sup>5</sup> “La estructura metabólica de la sociedad aparece como la integración de dos cuerpos poliédricos (uno contenido en el otro): el formado por los cinco procesos materiales (números) y el que conforma el conjunto de dimensiones intangibles (letras)” (Victor Toledo, 2013)

Lo anterior, desde la concepción de sistemas complejos, es equivalente en la medida que el metabolismo social hace uso claro de los conceptos y componentes básicas del análisis de un sistema complejo: límites, elementos, flujos, estructuras, dinámicas, escalas, entre otros, están inmersos en el discurso para el análisis de la relación sociedad-naturaleza, dicha relación entonces obedece al estudio de los sistemas complejos, permitiendo proponer un marco conceptual y metodológico interdisciplinario capaz de orientar hacia la comprensión de la crisis civilizatoria, provocada por los desfases o desajustes metabólicos complejos de las sociedades.

#### ***2.2.4 Metabolismo social rural/agrario***

En las últimas décadas el concepto de metabolismo social se ha concentrado en la utilización de análisis de tipo cuantitativo, especialmente con el uso de los flujos de materia y energía propuesto por la escuela del metabolismo social de Viena. Dichos estudios se han incrementado notablemente, abordando temas tan diversos como la salud humana, el desarrollo y el crecimiento económico, que se aplican en problemáticas industriales y de escala nacional principalmente (González de Molina & Toledo, 2014; Toledo, 2013; Toledo & García-Frapolli, 2008)

Sin embargo, el uso del concepto (metabolismo social), no se debe reducir simplemente a cálculos de entradas, salidas, importaciones y exportaciones, dejando por fuera cuestiones que hacen parte del proceso metabólico como la dimensión no material o intangible, además de, las aplicaciones en contextos rurales donde las problemáticas son tan o más importantes que en las ciudades o las industrias (Víctor Toledo & García-Frapolli, 2008)

En contraste, aunque aún son pocos, existen análisis del metabolismo social centrados en el estudio de comunidades, municipios y regiones rurales, principalmente de Latinoamérica, donde se articulan los intercambios ecológicos y económicos en territorios concretos (bajo sus procesos e instituciones particulares), dichos estudios son liderados por la escuela del metabolismo rural o agrario, método propuesto por Toledo (2008), González de Molina y Toledo (2011:59-94) y González de Molina y Toledo (2014:59-84).

#### ***2.2.4.1. El modelo básico del metabolismo rural/agrario***

El modelo base del metabolismo social propuesto por Toledo (2008), González de Molina y Toledo (2011:59-94) y González de Molina y Toledo (2014:59-84), empieza cuando una unidad de apropiación (P); individuo, familia, comunidad, empresa, etc., realiza el acto de apropiarse y transformar ecosistemas para satisfacer sus necesidades (González de Molina & Toledo, 2014). En otras palabras, es el proceso a través del cual, usando su trabajo, los seres humanos hacen transitar una cantidad determinada de materia y energía desde la naturaleza al espacio social (González Acevedo & Toledo, 2016)

Cabe aclarar que existen dos tipos de apropiación, por un lado la apropiación tangible o material, y por otro lado, la apropiación intangibles o inmaterial; esta segunda ocurre cuando el ser humano se integra al mundo natural por medio de sus creencias, conocimientos, percepciones, estéticas, imaginación e intuición (V. M. Toledo & de Molina, 2007).

Esta acción entonces de la apropiación determina y es determinada al mismo tiempo por otros procesos que conforman el modelo básico del metabolismo social (ver

figura 15), estos son: (1) la transformación, implicando el cambio de todos los productos apropiados de la naturaleza, los cuales ya no son consumidos de forma original.(2) La circulación, este proceso aparece cuando las unidades de apropiación dejan de consumir todo lo que producen y producir todo lo que consumen, en este sentido, se crea un intercambio entre unidades P que permite la circulación de los productos, este proceso aumenta de acuerdo a la distancia y cantidad intercambiada (Toledo, 2008).

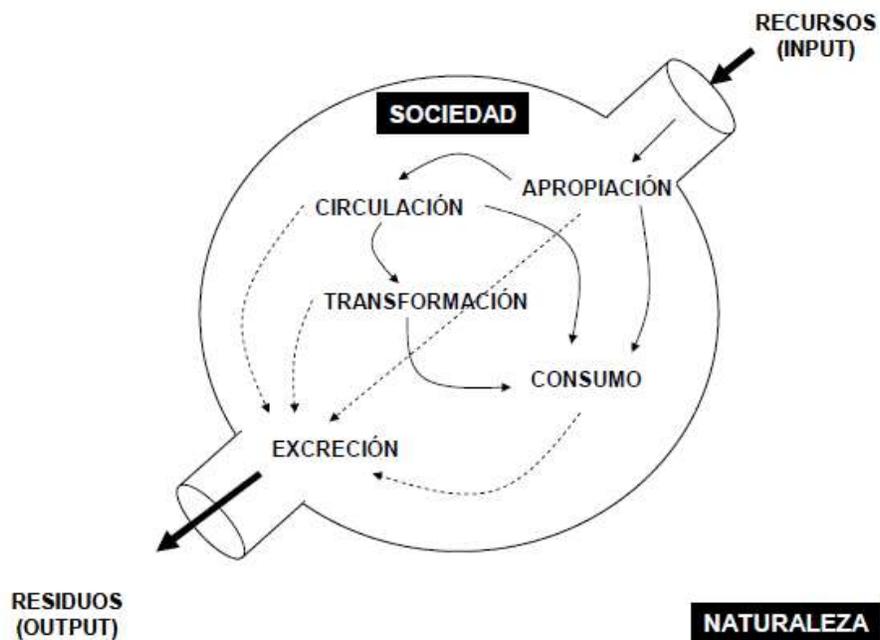


Figura 15. Modelo básico de apropiación sociedad y naturaleza. Fuente: (Toledo, 2008)

(3) El consumo, es el proceso de satisfacción de las necesidades abastecidas en los anteriores procesos (apropiación, transformación y circulación). (4) Y finalmente, la excreción, proceso a través del cual se tira materia y energía hacia la naturaleza, la cual no tiene un aparente valor para las unidades de apropiación que la producen (González de Molina & Toledo, 2011, 2014).

#### **2.2.4.2. Los ambientes de apropiación**

El metabolismo social rural articula cada unidad P con cuatro ambientes o universos en los que se relacionan materialmente (González Acevedo & Toledo, 2016). Dichos ambientes son de dos tipos, por un lado, las de tipo ecológico los cuales son: (1) el Medio Ambiente Transformado (MAT), aquel en el que los ecosistemas están total o parcialmente modificados, (2) el Medio Ambiente Utilizado (MAU), aquel que no presenta cambios sustanciales sobre la estructura, dinámica y arquitectura de los ecosistemas (Cordón & Toledo, 2008).

Y por último, (3) el Medio Ambiente Conservado (MAC), del cual se obtiene los servicios ambientales al utilizar ciertas zonas como áreas de conservación, se caracteriza por ser una especie de no acción humana (Cordón & Toledo, 2008). Es importante señalar que la diferencia entre el MAT y el MAU, radica en que en el último, el proceso de apropiación no afecta la capacidad natural de los ecosistemas para automantenerse, autorepararse o autorreproducirse, a diferencia del primero en donde se afectan estas capacidades y requieren de energía externa (animal, tecnología, fósil, etc.) para suplir dichos procesos (González de Molina & Toledo, 2014).

Por otro lado, está el de tipo económico o social, que tiene lugar en el proceso de circulación entre las unidades de apropiación, en otras palabras, el Medio Ambiente Social (MAS) (Cordón & Toledo, 2008). El MAS ocurre entonces, cuando las relaciones de tipo económico (intercambios) de la unidad de apropiación se realizan con un ámbito social mayor (González Acevedo & Toledo, 2016).

### **2.2.4.3. El modelo de flujos del metabolismo rural/agrario**

Como ya se mencionó, el MAU, el MAT y el MAC, constituyen espacios naturales concretos y corresponden a la naturaleza apropiados, mientras que, el MAS corresponde al espacio de lo social o económico, conformando todas aquellas instancias donde la unidad P realiza intercambios con la sociedad (González Acevedo & Toledo, 2016). En este sentido, la categoría apropiación puede ser empíricamente reducida a flujos: monetarios, de materia, energía, agua, trabajo, servicios e información, que son susceptibles de describir, estructurar e integrar en la realidad concreta (Toledo, 2008).

Dicha representación espacial del fenómeno de apropiación de acuerdo con González de Molina y Toledo (2011:59-94) y González de Molina y Toledo (2014:59-84), debe tener una mínima coherencia o robustez conceptual; debe ser lo menos arbitraria posible al trazar los límites o cortes de la realidad que se representa; y debe ser explícita en cuanto a las categorías, parámetros y variables utilizados en el modelaje, los cuales deben ser identificables, obtenibles y cuantificables.

Visto de esta manera, P realiza constantes intercambios con los espacios ecológicos y con el resto de la sociedad. Dichos flujos podrían ser: desde el MAU, vegetación natural, relieve, suelos o todas aquellas apropiaciones objeto del trabajo que no provocan un quiebre en la estructura ecosistémica de los espacios que se apropian, mientras que, desde el MAT, podrían ser aquellas apropiaciones que forman parte de las áreas de la unidad P que se encuentran dedicadas a la agricultura, ganadería, plantaciones forestales, acuicultura, etc., es decir, naturaleza mediada por la acción del hombre (Toledo, 2008).

Así mismo está el MAC, el cual incluye todas aquellas áreas que P mantiene intocables por la acción del hombre. Y finalmente el MAS constituido por todos aquellos sectores de la totalidad social que estando fuera de los límites de la unidad P realizan algún tipo de intercambio con dicha unidad de apropiación (Toledo, 2008).

Los flujos que se intercambian entre los espacios ecológicos, social y la unidad de apropiación (P), permiten ensamblar la estructura que describe el metabolismo rural de la unidad P, convirtiéndolo en una parte o recorte de la totalidad (González de Molina & Toledo, 2011). Es así como en el cuadro 1, se describen los flujos principales del modelo metabólico ilustrado (ver figura 16).

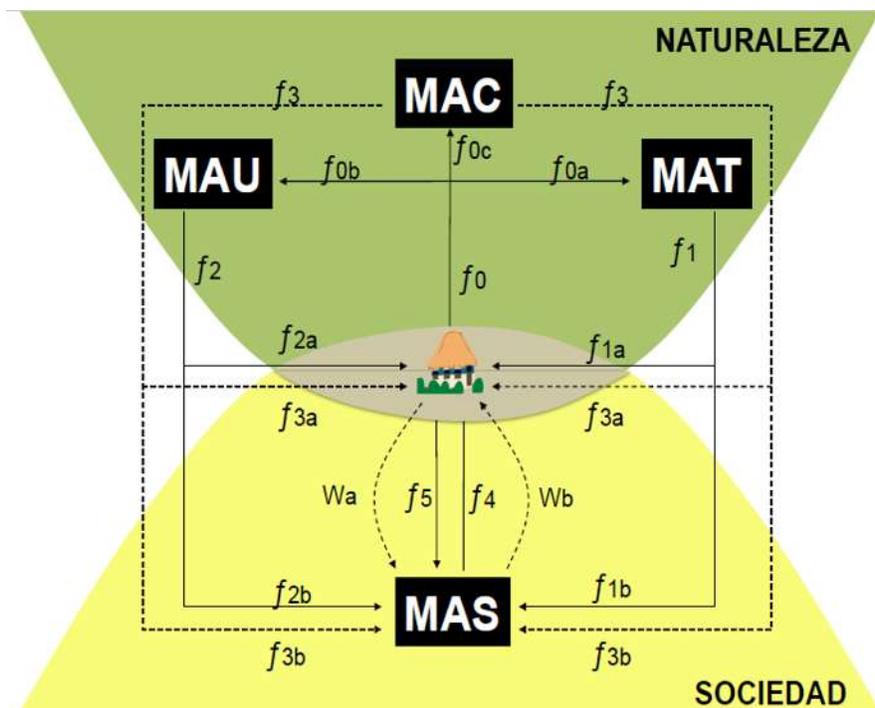
**Cuadro 1. Flujos del modelo básico de apropiación**

<b>Flujo</b>	<b>Representatividad</b>
<b>F0</b>	Es la fuerza que toda unidad P ejerce con el fin de realizar la apropiación, venciendo la resistencia extrínseca de los ecosistemas por medio del trabajo y así apropiándose de los recursos que permanecen en ellos (Víctor Toledo, 2008). Dado lo anterior del flujo F0 se desprenden los sub-flujos F0a, F0b y F0c, según su dirección al espacio de apropiación, ya sea al MAU, al MAT o al MAC (González Acevedo & Toledo, 2016).
<b>F1</b>	Flujo que retorna del MAT, constituido por bienes o servicios, que a su vez se divide en dos sub-flujos F1a y F1b, el primero dirigido a satisfacer las necesidades de la propia unidad P, y el segundo, dirigido al proceso de circulación con otras esferas sociales diferentes de P (Víctor Toledo, 2008).
<b>F2</b>	Flujo que retorna del MAU, constituido por bienes o servicios, que a su vez se divide en dos sub-flujos F2a y F2b, el primero dirigido a satisfacer las necesidades de la propia unidad P, y el segundo, dirigido al proceso de circulación con otras esferas sociales diferentes de P (Toledo, 2008)
<b>F3</b>	Flujo que retorna del MAC, constituido por servicios, que a su vez se divide en dos sub-flujos F3a y F3b, el primero dirigido a satisfacer las necesidades de la propia unidad P, y el segundo, dirigido al proceso de circulación con otras esferas sociales diferentes de P (Toledo, 2008).
<b>F4</b>	Flujo que va desde el MAS a la unidad P, este entonces son bienes o servicios valorados por el dinero que se introducen por la monetización del sistema al hacer intercambio de los bienes y servicios que se apropió o transformo P al MAS (Toledo, 2008).

Flujo	Representatividad
<b>F5</b>	Flujo que surge cuando P emplea el dinero obtenido de la venta de sus mercancías para comprar otras mercancías requeridas para su metabolismo al MAS (Toledo, 2008).
<b>W</b>	Flujo que muestra la fuerza de trabajo y la capacidad de transformación, se divide en dos sub-flujos, por un lado, $W_a$ que es la cantidad de trabajo que P vende al MAS, y por otro lado $W_b$ , que es la cantidad de trabajo que P compra del MAS (Toledo, 2008).
<b>t</b>	Es la capacidad de transformación que tiene P sobre los bienes extraídos del MAT y el MAU (Toledo, 2008).

Fuente: Elaboración propia con información de (Toledo, 2008)

**Figura 16.** Modelo de flujos del metabolismo rural.



Fuente: (Toledo, 2008)

#### 2.2.4.4. Indicadores del metabolismo rural/agrario

González Acevedo & Toledo (2016), construyeron indicadores económico-ecológicos (ver cuadro 2) que permiten medir y reflejan en tanto, las condiciones en las cuales el metabolismo de P existe y se reproduce, en este sentido, la permanencia y

reproducción de P depende de su habilidad para obtener, sin agotar, los bienes y servicios que requieren para su supervivencia (Víctor Toledo, 2008).

Para ello se proponen los siguientes indicadores: (1) beneficio, el cual expresa la capacidad de la unidad P para producir beneficios en términos de horas de trabajo, dinero o energía, dicho indicador se presenta como  $(F1+F2+F3) - (F0+Wb)$ , esto surge entonces de la diferencia entre el valor total de lo producido o apropiado de la naturaleza, con el valor total de lo investido o el trabajo impreso en la naturaleza para obtener los bienes o servicios (González Acevedo & Toledo, 2016).

(2) Rentabilidad, el cual expresa la tasa de devolución por unidad invertida respecto a la inversión total, y se calcula así:  $((F1+F2+F3) - (F0+Wb)) / F0$ , dicho calculo es la tasa de ganancia o pérdida que se genera respecto a la inversión en horas de P (González Acevedo & Toledo, 2016). (3) balance de flujos, este indicador permite analizar la diferencia entra las entradas y salidas de la unidad P con el MAS, se calcula así:  $((F4+Wa) - (F5+Wb))$ , lo que quiere decir que se mide la capacidad de la unidad P para generar energía, trabajo o dinero (González Acevedo & Toledo, 2016).

Finalmente, la (4) autosubsistencia, este indicador representa en porcentaje el valor de los productos que se destinan para la unidad P sobre el valor del total de los bienes y servicios obtenidos de la naturaleza, esto se calcula de la siguiente manera:  $(F1a+F2a+F3a) / (F1+F2+F3)$ , esto indica que valor en porcentaje de energía, jornales y dinero se dedican a la producción de bienes y servicios dirigidos al consumo de la unidad P.

**Cuadro 2. Indicadores económico-ecológicos para el metabolismo rural/agrario**

<b>Nombre del indicador</b>	<b>Formula</b>	<b>Significado</b>
Beneficio	$(F1+F2+F3) - (F0+Wb)$	El indicador sugiere que el sistema es más eficiente en la medida en que se obtiene mayor energía, jornales y dinero con menos dinero, energía o horas de trabajo invertidas.
Rentabilidad	$((F1+F2+F3) - (F0+Wb)) / F0$	El indicador sugiere que el sistema será más rentable cuando el porcentaje sea mayor pues indica que se es más eficiente en la medida que con mayores ganancias se obtienen mayores beneficios.
Balance	$((F4+Wa) - (F5+Wb))$	El indicador permite evaluar si gana dinero, produce energía o trabajo disponible o si por el contrario el sistema requiere inyecciones de energía, dinero o de mano de obra.
Autosubsistencia	$(F1a+F2a+F3a) / (F1+F2+F3)$	El indicador sugiere que con valores más bajos el destino de sus productos es hacia el resto de la sociedad (MAS).

Fuente: Elaboración propia con información de (González Acevedo & Toledo, 2016)

### 2.3 Socio-ecosistemas

Realizar investigaciones donde se aborda la complejidad de la relación entre las sociedades (ser humano) y la naturaleza, tiene una serie de limitaciones debido a que está rodeada de múltiples maneras, tanto a diferentes escalas temporales como espaciales (Maser et al., 1999). A esto se le añade que el paradigma predominante en las ciencias concibe una relación dividida entre el ser humano y la naturaleza, una de las causas que ha llevado a las sociedades modernas a entender a la naturaleza como un objeto que debe ser diseccionado para comprenderlo en diferentes disciplinas, como si la realidad fuesen objetos independientes y diferenciables, semejantes a los objetos de investigación de las disciplinas científicas (Ortega et al., 2014).

Lo anterior es un impedimento a la hora de entender la estrecha interdependencia que existe entre los sistemas ecológicos y sociales, tangibles en muchas de las problemáticas ambientales del presente (García, 2006). Frente a dicha limitación, ha surgido el enfoque del socio-ecosistema, el cual aclara de manifiesto la heterogeneidad, la complejidad e incertidumbre que resulta de la interacción entre los humanos y su entorno biótico y abiótico como un todo e integrado (Ortega et al., 2014).

En este sentido la relación sociedad-naturaleza se propone como un proceso único, total y en permanente transformación histórica, donde se concibe al ser humano como parte y artífice del ecosistema desde una perspectiva ecológica profunda o fuerte, sistemática y compleja (García, 2006; Ortega et al., 2014). Dicho proceso no excluye de facto el entendimiento disciplinario de la totalidad, puesto que puede ser disciplinariamente investigado siempre y cuando el objeto de estudio sea construido como una condensación de la totalidad de la cual forma parte (García, 2006; Ortega et al., 2014; Rodríguez Zoya, 2017)

Esta forma entonces conduce a los socio-ecosistemas, definidos como: “sistemas complejos y adaptativos en el que distintos aspectos ecológicos (evolutivos, biogeoquímicos, energéticos, etc.) y culturales (políticos, sociales, económicos, tecnológicos, etc.) están interactuando entre sí producto de la interacción de los componentes humanos, bióticos y abióticos que los conforman” (Ortega et al., 2014), es decir, es una forma de entender los sistemas sociales humanos como parte constitutiva del entorno natural.

Así, la definición de socio-ecosistema parte de una conceptualización de los sistemas como complejos y adaptativos, esto implica que a la complejidad de los sistemas

sociales y naturales se añade un factor clave, como es incremento en la interdependencia entre el sistema humano y el sistema ecológico. Lo anterior hace alusión a los procesos coevolutivos o de adaptación evolutiva mutua, entre los sistemas humanos y ecológicos (Velázquez-torres & Castillo-Villanueva, 2015).

De tal manera que un socioecosistema es una compleja estructura que se puede analizar considerando los subsistemas social y ecológico, bajo una perspectiva en la que se integran redes de sistemas socio-ecológicos a diferentes escalas, locales, regionales y nacionales, conformando una estructura anidada de subsistemas donde las relaciones se dan tanto vertical como horizontalmente (ver figura 17).

Figura 17. Socioecosistema global.

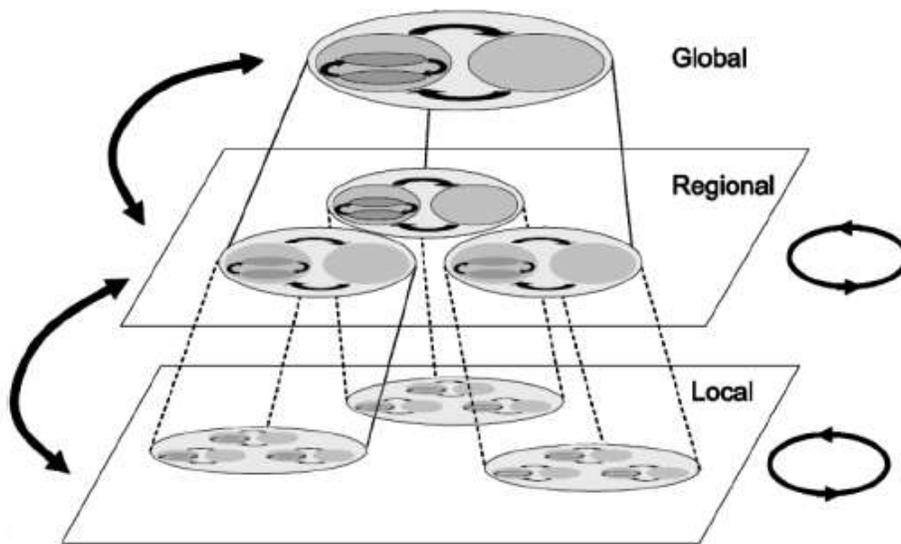


Figura 18. Socioecosistema global Fuente. (Raskin, 2006)

En este sentido, las perturbaciones que sucedan en el subsistema ecológico o social comprometen la sustentabilidad del sistema global (Velázquez-torres & Castillo-Villanueva, 2015). Un ejemplo de ello es como la pérdida de biodiversidad, el cambio climático o degradación de los ecosistemas en general, impactan negativamente a las

personas o comunidades en forma de desastres naturales, erosión y contaminación, así mismo, en el ámbito social, las desigualdades globales, la injusticia, y la polarización tienen repercusiones severas en los ecosistemas a través de los conflictos bélicos, presiones migratorias, entre otro (Raskin, 2006; Velázquez-Torres & Castillo-Villanueva, 2015; Walter A et al., 2012)

Es así como los socio-ecosistemas asumen una connotación de sistemas complejos adaptativos, en el sentido de que los subsistemas social y ecológico, son interdependientes y no lineales, con retroalimentaciones a diferentes escalas, permitiendo la autoorganización, adaptación continua y cambio impredecible (Velázquez-torres & Castillo-Villanueva, 2015). De aquí la necesidad de entender la estructura y los patrones de las interacciones intra e inter subsistema con la finalidad de explorar e incrementar su capacidad de resiliencia y adaptación (Velázquez-torres & Castillo-Villanueva, 2015).

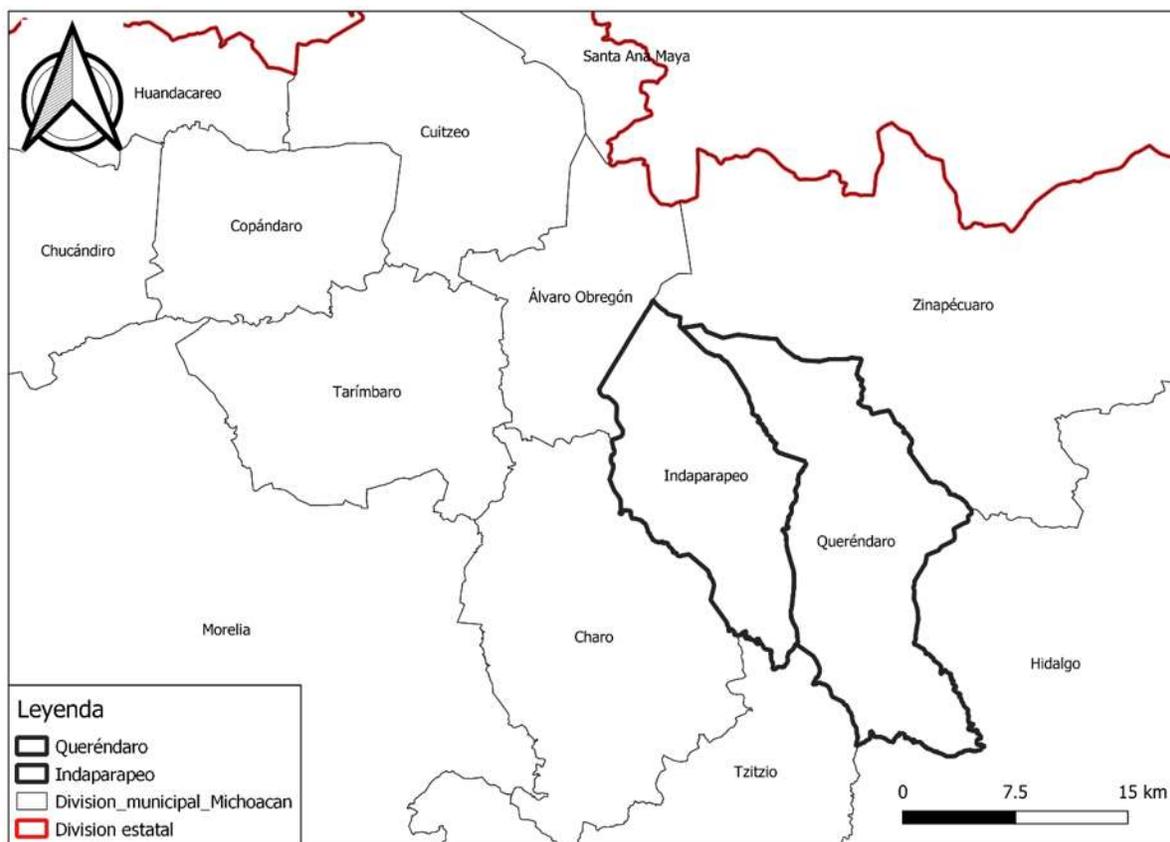
Finalmente, por un lado, el propósito esencial del estudio de los socio-ecosistemas desde su concepción como sistemas complejos adaptativos, es entender cómo su investigación permite direccionar la sustentabilidad (Walter A et al., 2012), así como también, el enfoque de los socio-ecosistemas propone una manera participativa y adaptativa, a modo de incorporar todos los actores involucrados a la vez que se aprende lo más que se pueda del sistema, aspirando a facilitar la articulación entre las ciencias sociales, las ciencias biofísicas y el saber empírico tradicional (Ortega et al., 2014)

## Capítulo 3. Marco Metodológico

### **3.1 Región de estudio y métodos de investigación**

#### **3.1.1. Región de estudio**

La región productora de mezcal Queréndaro, está compuesta por localidades mezcaleras ubicadas en los municipios de Queréndaro e Indaparapeo, cada una de ellas con sus particularidades. las localidades más relevantes son: Río de Parras y Real de Oztumatlán en Queréndaro, y Cañada de agua y Exhacienda Zacapendo en Indaparapeo (ver figura 18). Actualmente estas localidades producen mezcal en varias vinatas, usando especies de maguey silvestre como el *Agave inaequidens* (alto o criollo), siendo el más usado, y cultivadas como el *Agave cupreata* (chino), y *Agave tequilana* (chato o azul) (Delgado Lemus et al., 2021).



**Figura 19. Ubicación región de estudio. Fuente. Elaboración propia con información de INEGI (2020)**

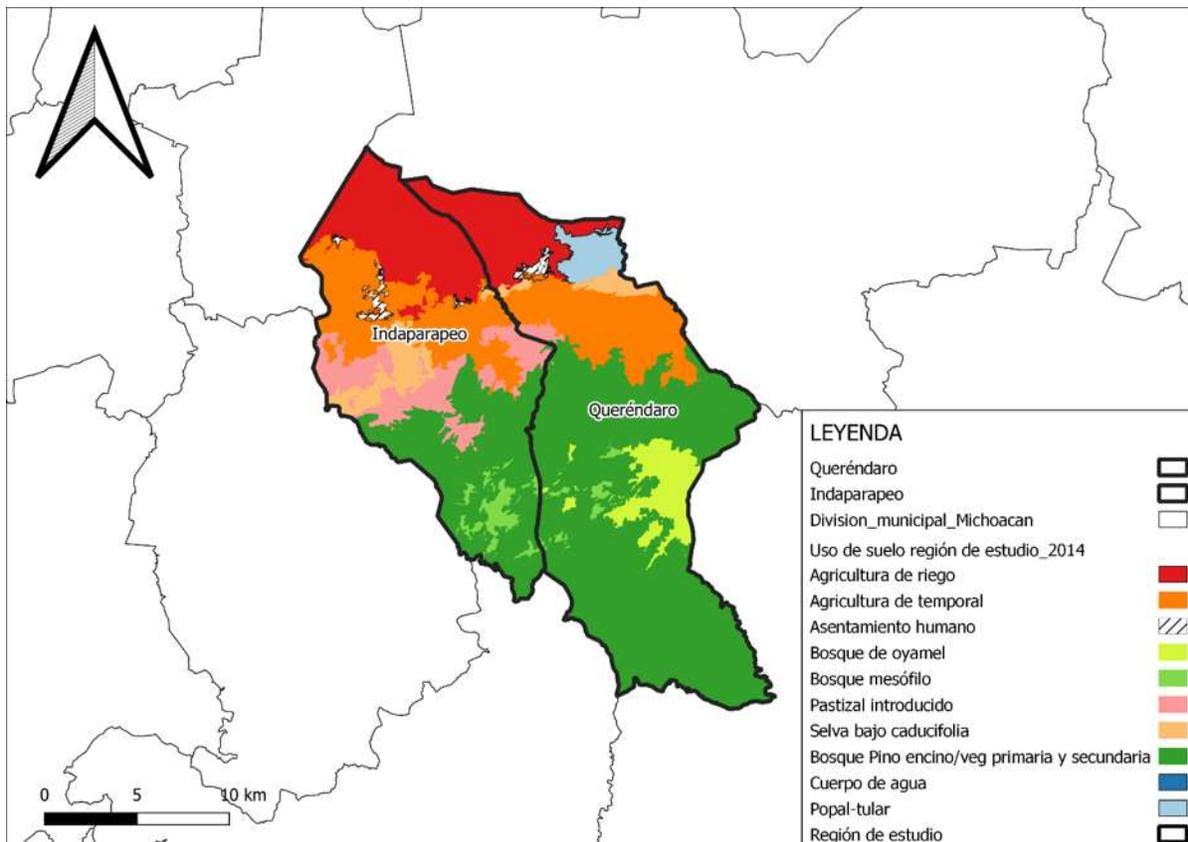
La producción de mezcal en esta región es particular y única, con respecto a las otras regiones mezcaleras del estado de Michoacán, por tres razones: en primer lugar, en el proceso de fermentación del maguey molido, los maestros mezcaleros adicionan algunos litros de pulque o pie de pulque al fermento de magueyes cocidos, con la finalidad de acelerar la fermentación que es muy lenta debido a las bajas temperaturas de la región. En segunda, el proceso de destilado del mezcal se realiza en un alambique que esta hecho de un gran tronco de oyamel ahuecado o tablas de la misma madera; y finalmente, es muy común usar huinumo (hojas de pino) para cubrir los magueyes en el proceso de cocción y aislarlos de la tierra que se le adiciona para tapar los hornos de cocción (Delgado Lemus et al., 2021).

Lo anterior permite enmarcar a la región dentro de las determinantes geográficas y socioeconómicas de los municipios de Queréndaro e Indaparapeo. En este sentido, dichas determinantes son:

- **Clima:** templado subhúmedo con lluvias en verano, con temperaturas promedio que oscilan entre los 10°C y 22°C, y un rango de precipitación de entre 600 mm a 1500 mm (INEGI, 2009a, 2009b, 2020).
- **Hidrografía:** pertenece en casi su totalidad a las cuencas del Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Laguna de Yuriria. Sus principales corrientes de agua son: Zinapécuaro, El Muerto, Frío, Queréndaro, Ojo de Agua, el Real, Las Huertas y el Caguaro (INEGI, 2009a, 2009b, 2020).
- **Uso de suelo:** Su principal uso de suelo es bosque (53%), seguido por la agricultura (35%), pastizales (5%), selva (4%) y zona urbana (2%) y tula (1%) (INEGI, 2009a, 2009b, 2020) (ver figura 19).

**Socioeconomía:** por un lado, el municipio de Queréndaro tiene un total de 13,836 habitantes, de los cuales el 42.82% se considera población económicamente activa y ocupada, de los cuales 65.93%, son trabajadores asalariados y 33.02% trabajadores no salarios. Su división ocupacional está encabezado por comerciantes y trabajadores en servicios diversos (41.82%), seguido por, trabajadores agropecuarios (25.49%), trabajadores en la industria (19.92%) y funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos (12%), lo que quiere decir que el principal sector de actividad económica es el primario con un 31.16%, seguido por el sector servicios (30.85%), sector secundario (20.83%) y sector comercial (16.00%) (INEGI, 2020).

Por el otro, el municipio de Indaparapeo tiene una población total de 16,990 habitantes, de los cuales el 43.72% se considera población económicamente activa y ocupada, de estos 62.95% son trabajadores asalariados y 36.52% trabajadores no salarios. Su división ocupacional está encabezada por comerciantes y trabajadores en servicios diversos (41.43%), seguido por, trabajadores en la industria (30.53%), trabajadores agropecuarios (18.28%) y funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos (9.23%), lo que quiere decir que el principal sector de actividad económica es el secundario con un 36.06%, seguido por el sector servicios (26.10%), sector primario (19.89%) y sector comercial (17.34%) (INEGI, 2020).



**Figura 20. Ubicación localidades mezcaleras en la región de estudio. Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020), CONABIO (2020) y datos de campo.**

### **3.1.2. Métodos de investigación**

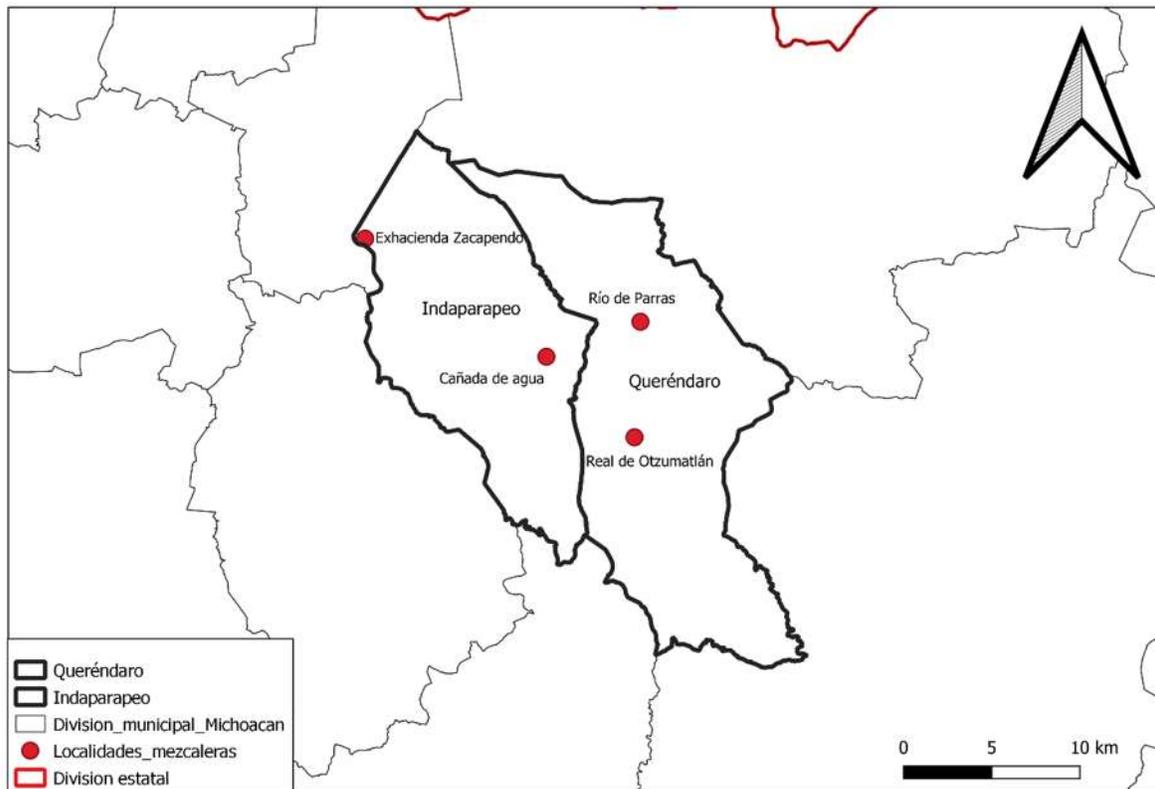
Para dar cumplimiento con los objetivos de la investigación, se abordaron dos niveles de análisis metabólico: 1) unidad de producción de mezcal tradicional y 2) región Queréndaro. Estos dos niveles se estudiaron según la metodología del metabolismo social rural/agrario (V. M. Toledo & de Molina, 2007; Victor Toledo, 2013), y con un enfoque de investigación mixto que comprendió la aplicación de entrevistas, encuestas y la realización de observación en múltiples visitas de campo (Hernández Sampieri et al., 2006).

#### **3.1.2.1 Investigación documental**

Frente a los pocos antecedentes de estudios en Michoacán sobre el tema, se requirió realizar una búsqueda inicial de información sobre el sistema de producción de mezcal en el estado, incluyendo comercios de venta de mezcal en la capital, empresas, marcas de mezcal, organizaciones civiles, cooperativas y asociaciones. La búsqueda se realizó en redes sociales (Facebook principalmente), por dos razones: en primero, se ha observado que esta plataforma es utilizada como medio para dar a conocer este tipo de productos, y segundo, porque debido a la situación de contingencia sanitaria en la cual se realizó esta investigación, causada por la pandemia del Coronavirus SARS-CoV-2, se restringieron muchas de las formas convencionales de contacto.

Este primer acercamiento junto con los pocos documentos revisados a través de la búsqueda en las principales bases de datos de porte científicas como: Scopus, WoS, Google Académico, repositorios de universidades donde se han desarrollado trabajos en el tema (Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Michoacana de San

Nicolas de Hidalgo y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste) y otras fuentes importantes como publicaciones de organizaciones civiles dedicadas al estudio y defensa de la producción de mezcal tradicional del estado, permitieron identificar las cuatro localidades productoras de mezcal tradicional de la región de estudio (ver figura 20).



**Figura 21. Ubicación localidades mezcaleras en la región de estudio. Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020) y datos de campo.**

Dicha búsqueda se realizó durante el periodo de abril a septiembre de 2020. Encontrando dos asociaciones mezcaleras, dos organismos reguladores y certificadores, una asociación civil y 48 productores mezcaleros en la región. Cabe mencionar que muchos de los productores fueron identificados durante la aplicación de entrevistas. A partir de lo encontrado en la prospectiva anterior se procedió a realizar el trabajo de campo propiamente dicho.

### **3.1.2.2 Trabajo in situ**

Es así como, a lo largo de doce visitas al sitio de estudio se aplicaron 23 entrevistas a profundidad semiestructuradas: 16 a productores y 6 a representantes de eslabón. Se determinó que el número apropiado de entrevistas fuera el ya mencionado, debido a que durante la aplicación de las entrevistas los datos y la información capturada empezó a ser repetitiva, llegando a la conclusión que se encontraba en el punto de saturación. Así mismo, la decisión del tipo de entrevista aplicada, se dio porque ésta permite profundizar en el entrevistado, y con ello, producir datos más auténticos, sin perder la estructura de la entrevista ni de los datos que se espera obtener (Marvasti, 2011).

En algunos casos, dichas entrevistas fueron grabadas con la aprobación del entrevistado y su realización fue a partir de los propósitos de la investigación. De igual manera, se integraron los aspectos requeridos que permitieron la caracterización del sistema. La entrevista aplicada se puede consultar en el Anexo 1. Los aspectos abordados en la entrevista fueron: (i) Información general y específica del productor o representante de eslabón, (ii) información general y relevante de las fases del proceso de elaboración del mezcal y, finalmente, (iii) aspectos referentes a la sustentabilidad del sistema.

En adición, a través de la técnica de la observación participante (Tarrés, 2001), se realizaron recorridos guiados por los productores al proceso de elaboración, desde la jima de maguey en el cerro hasta la comercialización propiamente del producto terminado mezcal. En algunos casos se participó de las actividades propias de la elaboración como el destajo en el monte, la elección de magueyes, el traslado caminando y en machos, desde el cerro a la vinata de mezcal, entre otras. Para registrar la información se tomaron

grabaciones de video, se tomaron fotografía y notas de campo. Toda la información fue transcrita en su totalidad para posteriormente ser analizada con el Software Atlas Ti 8.4.

### **3.1.2.2. Tipología**

La creación de tipologías se considera una forma de descripción que contribuye a la comprensión del objeto de estudio. De la misma manera, estas son útiles para distinguir elementos dentro de un gran conjunto que aparentan ser homogéneo desde cierto ángulo, y por tanto mediante la creación de subgrupos que comparten características se logra una descripción más fina y particular (Roldán, 1996).

Así, el primer paso consistió en definir categorías, las cuales son los aspectos en los que suele diferenciarse el socio-ecosistema mezcal tradicional en la región Queréndaro, partir del análisis de las entrevistas realizadas. Dichas categorías son: (i) especie de maguey utilizado, (ii) cantidad de mezcal producida al año, (iii) tenencia de la vinata, (iv) proceso de elaboración de mezcal, (v) manejo de subproductos, (vi) obtención del maguey, (vii) meses de producción, (viii) experiencia del maestro mezcalero, (xix) uso de agroquímicos, (x) número de empleados, (xi) certificación, (xii) manejo del maguey, (xiii) diversificación de ingresos, (xiv) rango de venta, (xv) capacidad de cocción y (xvi) precio de venta al público.

A continuación, se describen las diferentes categorías:

- Especie de maguey utilizado: aunque la especie de maguey más utilizada y reconocida de esta región es el *Agave inaequidens* (alto o criollo), en los últimos años la siembra y utilización de especies como como el *Agave cupreata* (chino) y

*Agave tequilana* (chato o azul), están creciendo, e incluso algunos productores están explorando el uso y siembra de *Agave angustifolia* (espadín).

- Cantidad de mezcal producida al año: varía en la región aproximadamente en un rango de 100 litros hasta 60.000 litros al año.
- Tenencia de la vinata: no todos los productores cuentan con vinata propia, algunos, deben rentar en su misma localidad o incluso en otras localidades productoras de la región.
- Proceso de elaboración de mezcal: a pesar de que esta región es única y por ende característica por el uso de pulque como iniciador de la fermentación y el destilado por medio de alambiques tipo filipinos hechos de troncos de madera de oyamel, existen algunos productores particulares que no lo hacen de esta manera. De la misma forma, no todos los productores usan guanimo, como elemento para tapar los hornos cónicos de piedra volcánica en la cocción del maguey.
- Manejo de subproductos: si se realiza algún tipo de manejo o aprovechamiento principalmente del bagazo y vinazas.
- Obtención del maguey: mientras algunos productores cuentan con terrenos propios destinados a la siembra del maguey, otros extraen los magueyes de terrenos ejidales o los compran de comunidades y municipios aledaños a la región, muchos usan más de una fuente de obtención de las antes mencionadas.
- Meses de producción: la producción de mezcal en la región tradicionalmente ocurre en temporada de secas, variando entre productores entre 6 a 9 meses, sin embargo, otros productores producen mezcal todo el año.

- Experiencia del maestro mezcalero: años dedicados a la labor de producir mezcal, la cual varía entre 5 a 50 años.
- Uso de agroquímicos: lo regular es que no se usen ni fertilizantes ni plaguicidas, sin embargo, algunos (la minoría) los utilizan.
- Número de empleados: aunque la región es característica por el trabajo familiar, para ciertas labores y ciertos productores, requieren emplear mano de obra, la cual varía entre 1 a 15 trabajadores.
- Certificación: si el producto mezcal, se encuentra o no certificado por alguno órgano certificador.
- Manejo de maguey: si el productor realiza algún tipo reposición, siembra, cuidado silvestres o tiene vivero, con la finalidad de mantener un ciclo de remplazo del maguey que aprovecha.
- Diversificación de ingresos: para complementar el sustento familiar, los productores y sus familias se dedican además de producir mezcal a labores como la ganadería, la agricultura, el comercio de víveres (abarrotes), aprovechamiento del bosque (madera o resinas), restaurante y turismo.
- Rango de venta: rango geográfico en el que el mezcal del productor se comercializa, el cual varia de estatal (Michoacán), nacional (2 o más estados de la República Mexicana), hasta internacional.
- Capacidad de cocción: la capacidad de cocción deriva en la posibilidad para el productor de destilar una cantidad mayor de mezcal, es por ello por lo que las capacidades de cocción dependen del tamaño del horno, el cual varía entre cuatro hasta diez toneladas, y el número de hornos que esta entre uno a tres.

- Precio de venta al público: los precios varían entre 250 a 400 pesos el litro.

Dichas categorías fueron sometidas a un análisis estadístico multivariado exploratorio: Análisis de Componentes Principales (ACP) mixto (tomamos en cuenta variables cuantitativas y cualitativas), con la finalidad de reducir multidimensionalidad del conjunto de categorías y obtener subconjuntos, a través de combinaciones lineales de factores no correlacionados entre sí (Díaz & Cárdenas, 2010). En otras palabras, se resume la estructura de datos (categorías) y efectuó una clasificación automática de los productores de mezcal entrevistados, utilizando el software XLSTAT.

### **3.1.2.3. Caracterización**

La caracterización del sistema se hizo a partir del análisis de las entrevistas realizadas, las cuales fueron transcritas y posteriormente analizadas en el software de análisis cualitativo Atlas Ti. Para ello se realizó una codificación inductiva, la cual se refiere a elaborar códigos a partir de los datos y no que los datos se adapten a códigos o teorías preestablecidas.

De esta manera, los códigos fueron clasificados en dos grupos, el primero de ellos se refiere a la caracterización y el segundo a todos aquellos que fueran elementos o procesos relevantes para el metabolismo del sistema. Es de relevancia mencionar que las categorías seleccionadas fueron obtenidas a partir de lo establecido por el metabolismo social rural.

#### **3.1.2.4. Identificación de elementos/procesos del metabolismo social**

Para este paso, se utilizó la codificación inductiva ya descrita en el apartado anterior, con la finalidad de clasificar los códigos según la relación naturaleza (los espacios ecológicos) y la sociedad, del metabolismo social rural, tomando en cuenta esto, se establecieron relaciones entre elementos y procesos, obteniendo como resultado una sola tabla de interacciones en la que se incluyeron todos los espacios ecológicos y la sociedad o unidad productora familiar.

#### **3.1.2.5. Identificación de los flujos metabólicos (estructura metabólica)**

A partir de la identificación de elementos se pudieron identificar los flujos para el metabolismo del socio-ecosistema mezcal artesanal en la región de estudio. A partir de esto, se construyeron las estructuras metabólicas que permiten derivar indicadores pertinentes para el análisis del metabolismo social.

Ahora bien, para cuantificar los flujos del metabolismo se eligió un representante de las categorías identificadas de acuerdo con el nivel de accesibilidad/nivel de sinergia con el productor y representatividad de su grupo, puesto que los datos que se solicitaron para hacer un mapeo completo del metabolismo requieren de la confianza investigador-productor, en la medida que la información que se suministra es de corte personal y confidencial.

Para lo antes descrito el productor dio autorización para conocer la sustentabilidad de su metabolismo, es así como se comprendió la situación particular de los productores seleccionados, con el fin de formular las recomendaciones en beneficio de la familia y las demás.

### **3.1.2.6. Integración de resultados (indicadores)**

Con el objetivo de mostrar un acercamiento (aunque particularizado) del comportamiento del metabolismo social de las diferentes categorías en función de los indicadores, se decidió realizar una evaluación cualitativa a partir de lo identificado en las encuestas a un representante de cada categoría (anexo 2). Para la medición se siguieron diferentes métodos según el tipo de indicador, los cuales se explican más adelante. Finalmente, los resultados de las categorías fueron integradas en una misma tabla.

- Beneficio económico: este indicador se calcula como la diferencia entre, la suma de los flujos que entran de la naturaleza a la unidad familiar y la sociedad, y la suma de los flujos que entran de la sociedad y la unidad familiar a la naturaleza. La ecuación es  $(F1+F2+F3) - (F0+Wb)$ . Este indicador permite identificar si el metabolismo está dejando excedentes (beneficios) de dinero o tiempo, de la naturaleza la unidad de familiar.
- Rentabilidad económica: se calcula como el cociente entre el beneficio y los flujos que salen de la unidad familiar hacia la naturaleza. La ecuación es,  $((F1+F2+F3) - (F0+Wb)) / F0$ . Este indicador permite determinar el porcentaje de rentabilidad que está teniendo en dinero o tiempo el metabolismo de la unidad familiar, producto de apropiarse de la naturaleza.
- Balance monetario: este indicador se calcula como la diferencia entre los flujos que llegan del medio ambiente social a la unidad familiar y los flujos que salen de la unidad familiar al medio ambiente social. Este indicador permite identificar si la

unidad de producción gana dinero o si por el contrario el sistema requiere de dinero del exterior o mano de obra.

- Autosuficiencia económica: este indicador es la representación en porcentaje de los productos extraídos de la naturaleza que se destinan para autoconsumo, sobre el valor total de los productos o recursos que fluyen hacia la sociedad. Se calcula cómo:  $(F1a + F2a + F3a) / (F1 + F2 + F3)$ . Entre mayor sea el porcentaje, mayor es la cantidad de recursos que se quedan en la unidad de producción como autoconsumo y en tanto se está priorizando la autosuficiencia antes que los mercados.

## Capítulo 4. Resultados

### 4.1 Caracterización del mezcal tradicional de la región Queréndaro

En la actualidad, la producción del mezcal en términos generales se realiza en 24 de los 32 estados de la República mexicana, de los cuales solo nueve cuentan con DO (Zacatecas, San Luis Potosí, Guerrero, Durango y Oaxaca, posteriormente, Guanajuato, Tamaulipas, Michoacán y Puebla). De la misma manera, hoy se habla de tres categorías que clasifican a los productores como: los ancestrales, los artesanales y los industriales, siendo el artesanal la categoría más común (Colunga-GarcíaMarín et al., 2007; Plascencia de la torre & Peralta Gordon, 2018).

Es así como desde el punto de vista nacional, existen muchas divergencias en la cadena de producción, distribución y consumo del mezcal, debido a las transformaciones culturales, sociales, ecológicas, económicas, políticas y tecnológicas que existen, según cada región (Colunga-GarcíaMarín et al., 2007; Plascencia de la torre & Peralta Gordon, 2018).

En el caso particular de la región Queréndaro, para lo que va del S. XXI (2000-2021), de acuerdo con el análisis de las entrevistas realizadas para esta investigación, la región se caracteriza por:

- 1) Los productores, comercializadores y uniones en general perciben un incremento en la demanda y oferta de mezcal, propiciando que grandes capitales (incluso extranjeros) se interesen por controlar sus medios de producción, lo anterior a generado una competencia por precios entre productores de la región y otras regiones de Michoacán, que dificulta; uno, darle mayor valor a las bebidas de origen tradicional, más

costosas precisamente por sus procesos artesanales, y dos, lograr vivir cien por ciento de la producción de mezcal, llevando a la diversificación de ingresos.

2) Se observa una pérdida dramática de la principal especie silvestre de maguey utilizada en la región (*Agave inaequidens*); de hecho, el total de los entrevistados manifestaron percibir una evidente disminución, a pesar de que en la región muchos de los productores realizan algún manejo de la especie, siendo los principales manejos el de semilleros para siembra en monocultivo, en su mayoría, y algunas devoluciones al bosque directamente.

Lo anterior ha provocado que en los últimos 20 a 30 años debido a la presencia de plagas, los mezcaleros se desanimen y dejen a un lado estas prácticas, puesto que, en sistemas de monocultivo esta especie no domesticada tiende a plagarse con facilidad pasados entre 6 u 8 años, dejando cosechas completa o parcialmente al punto de no poder aprobarlas para la producción de mezcal. Esto ha generado que los mezcaleros empiecen a cambiar su relación con el bosque y sus costumbres tradicionales, en la medida que la fallida domesticación de su especie criolla, el *Agave inaequidens*, los ha llevado a empezar a explorar con cultivos de especies domesticadas como el agave espadín, azul o cupreata.

En general, la mayoría de los productores han notado con mayor presencia dos, identificadas o nombradas por ellos mismos como la *bacteria* y el *picudo*, las cuales se perciben con mayor severidad en las localidades de Río de Parras y Cañada del Agua. Algunos productores han perdido entre 5 a 12 hectáreas plantadas con *Agave inaequidens*.

3) Se detecto un aumento en la tala de bosques, principalmente de encino y pino, ecosistema estratégico puesto que de él depende en gran parte la oferta natural de agua de las localidades mezcaleras, presentándose desabastecimientos, principalmente en la localidad de Caña del Agua. La tala del bosque no se derivada directamente del uso en los hornos y destiladores de mezcal, su mayor impacto se deriva de la venta de este recurso en los aserraderos de la región, aunque sin embargo no deja de ser una causa que suma a la degradación, por lo que muchos de los productores localizados en las áreas de Real de Otzumatlán y Caña del Agua, dedican parte de su tiempo a plantar pino y encino en sus predios propios o ejidales.

4) En el estado existen dos uniones de mezcaleros que concentran la totalidad de asociados de la región, una más que otra y estas son: la Unión de Mezcaleros de Michoacán (UMM) y la Unión Empresarial de Productores de Agave y Mezcal Michoacano (UEPAMM).

Estas uniones muestran rivalidad con la entidad que lleva los procesos de certificación, verificación y regulación para el estado de Michoacán. Mientras la UMM se encuentra más de cerca a la Comisión Reguladora del Mezcal (CRM), ubicada en el estado de Oaxaca, la UEPAMM en abril del 2021 logró que el Centro de Innovación y Desarrollo Agroalimentario de Michoacán (CIDAM) y otros organismos del Estado, pudieran certificar y verificar la cadena de producción del mezcal, considerando la capacidad de autonomía de los mezcaleros del estado y por ende de la región.

Este es un debate que está trazando y trazará la hoja de ruta del mezcal de la región Queréndaro y en general la de todo el estado en el corto plazo, debido a que el rol de estas instituciones certificadoras es avalar la bebida alcohólica, abriendo la posibilidad

de que los productores puedan vender sus destilados tradicionales en los mercados nacional e internacionales en gran volumen, priorizando de nuevo a unos pocos y dejando en la clandestinidad a la mayoría de los pequeños productores que quieren seguir conservar sus tradiciones ancestrales.

5) En general en la región se le da un uso al bagazo residual de la producción de mezcal, principalmente como abono para cultivos, jardines, solares y fertilizante para el aguacate. Sin embargo, son múltiples los usos potenciales que se podrían dar y que tienen un mayor valor agregado que el actual, pudiéndose convertir en una estrategia económicamente rentable.

6) Las entidades gubernamentales municipales, estatales y federales de acuerdo con lo expresado por los productores no les aportan elementos para la solución de sus problemáticas. Esto lo ven en la falta o falla de las medidas de control para los aserraderos que están devastando los bosques de la región; así como nulos apoyos para los pequeños productores que están sintiendo un ultimato con el ingreso de empresas que cuentan con grandes capitales que amenazan con sacarlos del mercado y atentan contra sus maneras de sobrevivencia familiar; muchos productores también sienten dicho abandono en su salud física, ya que muchos años inhalando el humo del proceso de destilación les está ocasionando problema respiratorios crónicos, que no muchas ocasiones pueden atender debidamente al no contar con atención médica y seguro social integral.

Finalmente, de acuerdo con el análisis realizado en Atlas. Ti, con la codificación de las respuestas a la pregunta ¿Para usted qué significa ser productor de mezcal?, los productores de la región Queréndaro conciben su labor como: (1) una actividad

Dicha funcionalidad depende de la relación que las unidades de producción (familia productora/subsistema familiar), tenga con el entorno natural que le rodea, en el sentido de que requiere de la apropiación de parte de la naturaleza para la producción de mezcal y su subsistencia propia. Su materia prima, los magueyes, fluyen de tres relaciones en esencia: la primera, cuando la unidad de producción extrae los magueyes silvestres (*A. inaequidens*) del subsistema forestal, la segunda, cuando la unidad de producción en sus terrenos jima los magueyes cultivados (principalmente *A. inaequidens*, *A. cupreata*, *A. angustifolia* y *A. tequilana*), y finalmente, cuando la unidad de producción compra los magueyes a comunidades aledañas (principalmente *A. inaequidens*, *A. cupreata*, *A. angustifolia*). Para todos los casos se requiere del uso del macho o burro (elemento del subsistema pecuario) para realizar el traslado del lugar de jima al subsistema vinata. También se requiere del uso camionetas que son propiedad de la unidad de producción.

En cuanto a los insumos, el primero que se utiliza en el proceso de elaboración de mezcal son los agroquímicos, a pesar de ser poco utilizados por las unidades de producción, algunos productores hacen uso de ellos, fluyendo del exterior hacia el subsistema agrícola donde se realiza el proceso de cultivo de los magueyes u otras actividades de cultivo.

Otro de los insumos es la madera, la cual desempeña un papel fundamental en los procesos de cocción y destilado del maguey, proporcionando la energía térmica requerida: en la cocción, se usa madera de encino verde la cual puede provenir directamente del subsistema forestal, en los casos que la unidad de producción tenga terrenos con bosques de pino-encino, o puede ser comprada en aserraderos o a vecinos

de la misma región. Para el caso de la madera de pino, normalmente corteza (residuo), utilizada en el destilado, esta se compra en aserraderos de la región.

La gasolina es otro insumo utilizado por aquellos productores que manejan la destrozadora de mangas para realizar el molido del maguey cocido o la motosierra para picar la piña de maguey en el proceso de jima, este elemento fluye del exterior hacia el subsistema vinata. Así mismo, una materia prima característica es el pulque, usado como principio de arranque del proceso de fermentación, este fluye del exterior (comunidad de Ucareo, municipio de Zinapécuaro o Tarímbaro) al subsistema vinata. Por último, están los envases de vidrio y plástico (botellas y bidones), utilizados para almacenar el mezcal que fluyen del exterior al subsistema vinata. Aunque no es un insumo, del exterior se requiere de mano de obra, tanto en los procesos que ocurren en el subsistema agrícola como en el subsistema vinata.

De todos los procesos descritos anteriormente, quedan dos flujos principales que fluyen del subsistema vinata al exterior: por un lado, el bagazo y vinazas, como subproductos, los cuales son dejados en el suelo para su descomposición o recirculados como abono orgánico para el subsistema agrícola. Por el otro, está el mezcal propiamente, el cual puede tomar tres caminos: el primero, es que la unidad de producción lo venda a granel a intermediarios que lo etiqueten con otra marca y posteriormente sea vendido al consumidor; el segundo, es que la unidad de producción en cooperativa con externos impulse y venda su marca de mezcal al consumidor; y por último que la misma unidad de producción realice la venta de su marca de mezcal.

La venta de mezcal se da en todas las escalas, pero la ruta de intermediario y cooperativa tiende a escalas nacionales e internacionales. De la misma manera para los

casos en que se posee certificaciones de los organismos reguladores o marbetes del SAT, se genera la necesidad de que la unidad de producción tenga una relación vía impuesto federal por la venta de sus vinos de maguey y por ende se convierte en una salida de dinero al exterior.

De la misma manera, una de las características fundamentales de este sistema es la necesidad de diversificación laboral y por ende de sus ingresos económicos. Este fenómeno se da principalmente porque los ingresos percibidos por la comercialización del mezcal no son suficientes para mantener las necesidades de la misma unidad. Es por esto por lo que las unidades de producción hacen fluir de los subsistemas agrícola, pecuario y forestal, recursos del medio ambiente natural al exterior a través de su trabajo, tales recursos se venden como: maíz, frijoles, frutas, resinas, madera y ganado, con el objetivo de complementar sus ingresos.

Por último, la unidad de producción tiene dos relaciones más con el exterior: una primera es por vía de asociaciones o uniones, las cuales son creadas por varios productores de mezcal, a nivel estatal, con la meta de velar por los intereses de los asociados. Estas asociaciones en tanto brindan instrumentos de asesoría y capacitación a los miembros con el objetivo de apoyar y mejorar sus condiciones. Y una segunda, es a través de la relación con los organismos reguladores encargados de la verificación y certificación del sistema de producción de mezcal, directrices enmarcadas en la NOM-070.

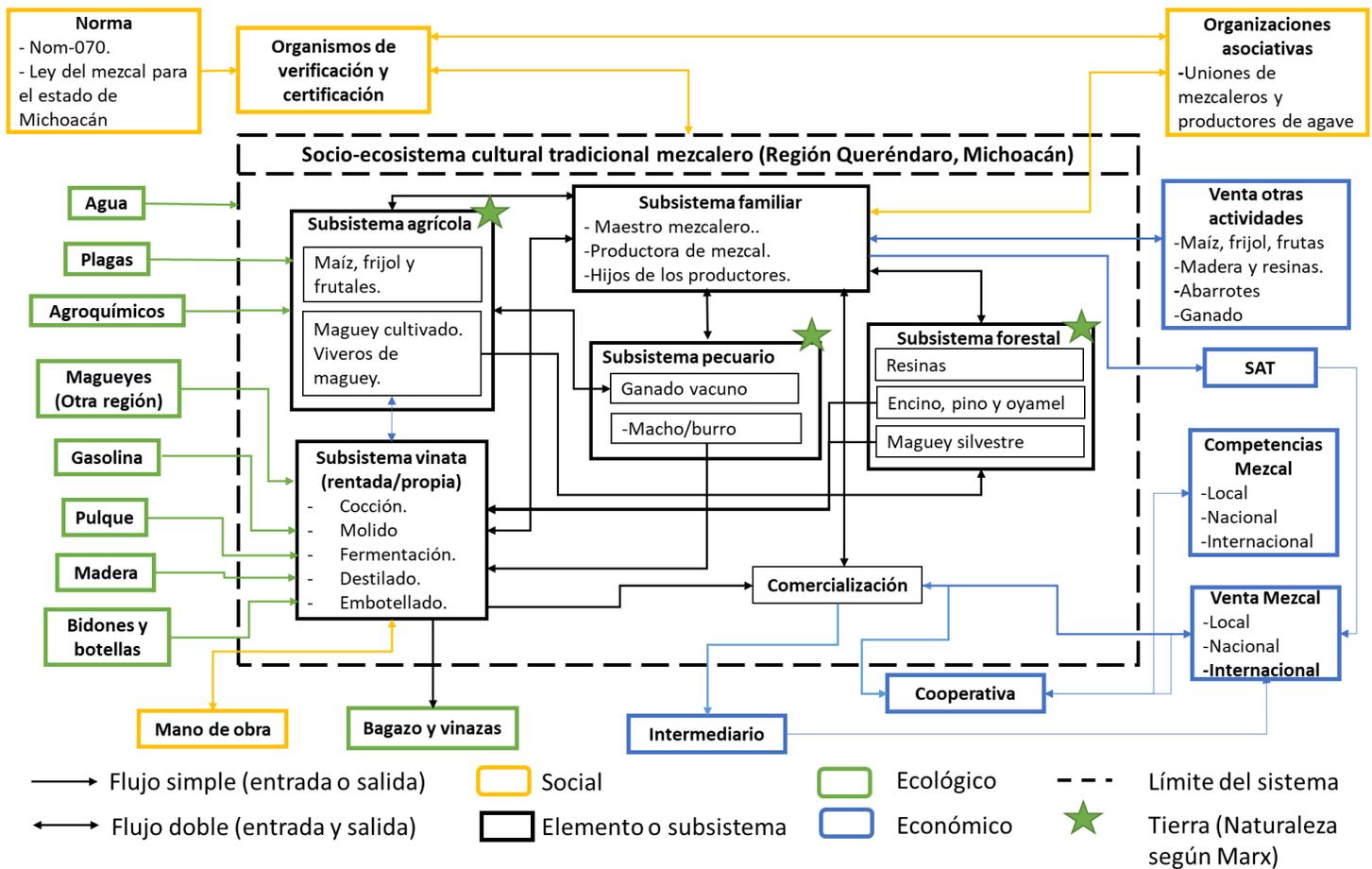
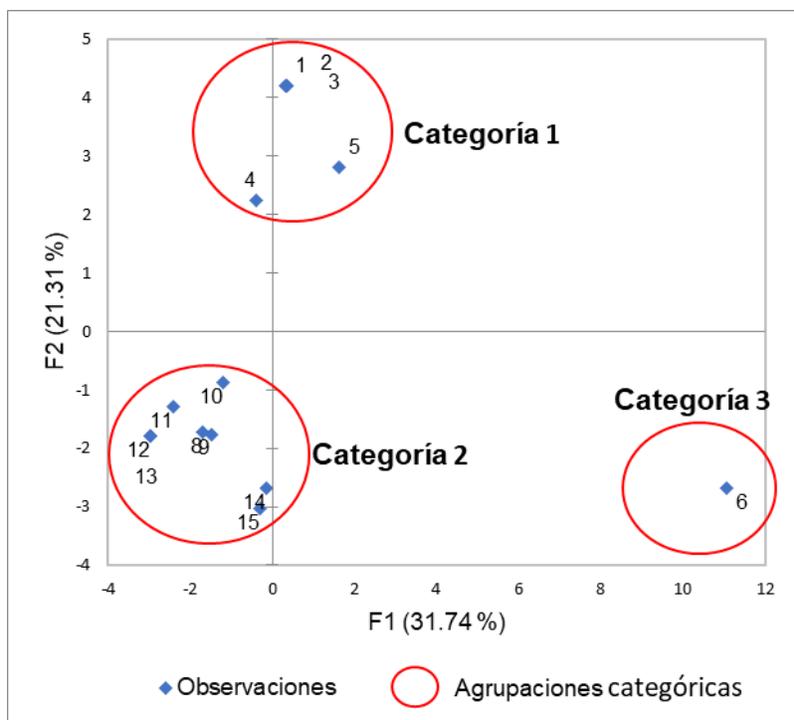


Figura 22. Caracterización general del socio-ecosistema mezcral tradicional en la región Queréndaro, Michoacán.

Fuente: elaboración propia, a partir del análisis elaborado en Atlas. Ti.

## 4.2 Tipología del socioecosistema mezcral

En el cuadro 3 se muestra el total de los productores entrevistados (16), los cuales fueron clasificados en tres categorías construidas por medio de un ACP, como se muestra en la figura 22, este instrumento permitió a partir de las categorías o aspectos identificados (Ver figura 21), clasificar el metabolismo del socioecosistema de producir mezcal en la región Queréndaro.



**Figura 23. Productores entrevistados clasificados por categorías. Fuente: elaboración propia, a partir de análisis hecho en XLSTAT.**

De igual manera, se pueden observar las diferentes características de los productores según las categorías establecidas. A continuación, se describe cada categoría:

- 1) Categoría C1 (Unidad de micro producción familiar diversificada): el total de los productores de esta categoría mantienen el uso de pulque como materia prima para dar arranque al proceso de fermentación, así como el uso de alambique de oyamel, para la destilación, característico de la región. La temporada de producción es de 8 a 9 meses (octubre-junio). Aunque se trabajan principalmente con la especie de *Agave inaequidens*, también se realizan algunos ensambles por petición de clientes con especies como el chato o espadín. Es también

característico para estos productores que además de dedicarse a la producción de mezcal, también se dediquen a la cría de ganado y cultivo de maíz. La experiencia de los maestros mezcaleros varía entre 45 a 10 años, con una media de 20 años, aunque con una mayor frecuencia hacia los 10 años.

Así mismo, esta categoría utiliza fertilizantes químicos y plaguicidas para el control del picudo y la mosca de gusano blanco principalmente, que afecta a las especies de maguey cultivadas y silvestres. Es muy común el establecimiento de viveros y experiencias de reintegro de maguey (*A. inaequidens*) a áreas silvestres o de conservación. Sus ventas principalmente son a escala estatal y nacional, aunque tendiente a la estatal, en parte porque no cuentan con certificación de algún órgano verificador, ni con marbete del SAT. Su producción, que varía entre 300 a 1500 litros por año, está determinada por la capacidad en los hornos que en su mayoría tiene un aforo de cinco toneladas y es congruente con la necesidad de mano de obra externa a la familiar que oscila entre 4 y 6 personas. Finalmente, el precio al que se comercializa al público el producto en estas unidades va de \$250 a \$450, con una media de \$350.el litro.

- 2) Categoría C2 (Unidad de micro producción familiar experimentada y altamente diversificada): los productores de esta categoría al igual que la C1 mantienen aspectos tradicionales de la región como el uso de pulque y alambique de oyamel. Sin embargo, además de producir principalmente con la especie *inaequidens*, es muy común que realicen abocados o destilados de mezcal de víbora, gallo de pelea, coyote, frutas, quiote, pollo, cannabis, etc. Para lo cual no usan fertilizantes

químicos ni plaguicidas, a pesar de tener presencia de plagas como el picudo y una especie de bacteria que aún no ha sido identificada.

Al igual que la C1 se dedican a la cría de ganado y cultivo de maíz, pero de una forma marginal, debido a que su canasta de ingresos se complementa con la venta de cremas de mezcal, cultivo de árboles frutales o aprovechamiento del bosque (madera y resinas), de tal manera que esta categoría presenta un nivel de diversificación mayor en las entradas económicas y por aprovechamiento de los recursos naturales de su contexto.

Su capacidad de producción, en promedio, es mayor en comparación a la categoría 1 (entre 400 y 9000 litros al año), lo que se explica en el tamaño de los hornos los cuales oscilan entre 5 y 10 toneladas. Aunque presenta mayores producciones, esta categoría contrata mano de obra inferior a la categoría 1 (entre 1 y 5 empleados), esto se explica en la medida que muchos de los productores de esta categoría tienen mayor experiencia (promedio de 35 años), en tanto su edad es mayor y cuentan con mano de obra familiar en sus hijos y nietos quienes también se dedican a la producción del vino de maguey.

Esta categoría también comprende procesos de vivero, preferiblemente a plantar en áreas destinadas para el monocultivo, lo que ha derivado en mayores de plagas, especialmente de bacteria. Aunque venden su mezcal en las tres escalas (estatal, nacional e internacional), su principal mercado es el nacional, explicado en parte porque no están certificados, aunque muchos productores sí cuentan con marbete del SAT. Finalmente, los mezcales que se venden estas unidades lo hacen entre \$250 y \$330, con un promedio de 290 pesos el litro.

3) Categoría C3 (Unidad de pequeña producción empresarial): esta categoría agrupa el menor número de productores, pero al mismo tiempo diferentes en comparación a las dos primeras categorías. Estos a diferencia de las anteriores categorías no usan ni pulque, ni alambique de oyamel, característico de la producción tradicional de la región. Así mismo, la especie más común y tradicional con la que se realiza el mezcal en esta región, el *Agave inaequidens*, no es utilizada debido a sus bajos rendimientos en azúcares, en tanto, se usan las especies de agave espadín y azul, con algunos ensambles de *A. cupreata*.

La capacidad de producción de esta categoría es muy superior a las otras (entre 10.000 y 60.000 litros al año), lo que se explica por su infraestructura, capacidad de hornos y número de hectáreas destinadas al monocultivo de espadín y azul, potenciados con fertilización química y plaguicidas. Al igual que las otras categorías, esta presenta diversificación de actividades económicas, pero enfocadas al turismo del paisaje tipo tequilero de sus predios. La experiencia de los maestros mezcaleros en esta categoría es de 15 años en promedio, la más baja de las categorías.

Un aspecto muy relevante es que esta categoría sí está certificada y utiliza marbete del SAT, lo que le permite comercializar el mezcal en los mercados nacionales e internacionales con mayor facilidad. Finalmente, el precio promedio del litro se vende al público en 400 pesos, el más alto entre las categorías, está entre 300 a 500 pesos.

**Cuadro 3. Características principales de los productores entrevistados.**

Categoría					Especie de maguey utilizado	Cantidad de mezcal producida al año	Tenencia de la vinata	Proceso de elaboración		Manejo de subproductos	Obtención del maguey	Certificación	Meses de producción	Experiencia del maestro mezcalero	Uso de agroquímicos			Número de empleados	Diversificación de ingresos	Manejo del maguey			Rango de venta	Capacidad de cocción		Precio de venta al público
N	Cat	Municipio	Comunidad	Marca de mezcal	Especie	Litro producido/año	Vinata (propia/rentada)	Alambique o yamel	Usa pulque (Si/No)	Aprovecha bagazo	Maguey (comprado otras comunidades/propio/ejido)	Certificado (Si/No)	Temporada de producción	Experiencia (Años)	Uso de fertilizantes	Tipo de plaga	Uso de plaguicidas	Número de empleados	Otros ingresos económicos	Predios destinados al maguey	Vivero	Plantas germinadas y sembradas al año	Rango de venta (estatal, nacional, internacional)	Capacidad de horno (ton)	Número de hornos	Precio del mezcal (L)
1	C1	Indaparapeo	Cañada de agua	Dinastia salinas	inaequidens / ensambles por pedido con cupreata y Espadín	400-600	Rentada familiar	Si	Si	Comida para ganado y fertilizante orgánico para la milpa	Del ejido y comprado	No	Noviembre-junio	10	No	Picudo y bacteria	asipermetrina	6	Cultivo de maíz y ganado	Si, con problemas de plaga	Si	2000	Estatal	5	1	300
2	C1	Indaparapeo	Cañada de agua	Dinastia salinas	inaequidens / ensambles por pedido con cupreata y Espadín	400-600	Rentada familiar	Si	Si	Comida para ganado y fertilizante orgánico para la milpa	Del ejido y comprado	No	Noviembre-junio	10	No	Picudo y bacteria	asipermetrina	6	Cultivo de maíz y ganado	Si, con problemas de plaga	Si	2000	Estatal	5	1	300
3	C1	Indaparapeo	Cañada de agua	Dinastia salinas	inaequidens / ensambles por pedido con cupreata y Espadín	400-600	Rentada familiar	Si	Si	Comida para ganado y fertilizante orgánico para la milpa	Del ejido y comprado	No	Noviembre-junio	10	No	Picudo y bacteria	asipermetrina	6	Cultivo de maíz y ganado	Si, con problemas de plaga	Si	2000	Estatal	5	1	300
4	C1	Indaparapeo	Cañada de agua	A cuesta de macho	inaequidens	400-600	Propia	Si	Si	fertilizante orgánico para la milpa y agaves en su predio	Del ejido y comprado	No	Noviembre-junio	45	No	Mosca de gusano blanco	No	4	Cultivo de maíz	Si, con problemas de plaga	No	3000	Estatal	5	1	400
5	C1	Indaparapeo	Cañada de agua	Yonkianapo	inaequidens / ensambles por pedido con Cupreata y Espadín	1000-1500	Propia	Si	Si	fertilizante orgánico para agaves en su predio	Del ejido y comprado	No	Octubre-junio	15	formola	Picudo	No	5	Tienda de abarrotes	Si	Si	2000	Nacional	5	2	400
6	C3	Indaparapeo	Exhacienda Zacapendo	Cuerazo y fiesta michoacana	Espadín y azul / ensambles con cupreata	10000-60000	Propia	No	No	Abono orgánico, para cultivo de maguey	Propio	Si	Todo el año (depende de la demanda)	20	Si	Si	Si	15	Restaurante cava y turismo (tiroleza)	Si	No	0	Nacional/internacional	8	3	400
7	C3	Indaparapeo	Exhacienda Zacapendo	Cuerazo y fiesta michoacana	Espadín y azul / ensambles con cupreata		Empleado	No	No			Si		8												
8	C2	Queréndaro	Real de Otzumattan	Del Real	inaequidens	6000-7000	Propia	Si	Si	Abono orgánico para jardín	Comprado/propio	No	Noviembre-junio	40	No	Picudo y bacteria	No	3	Aprovechamiento de madera y resinas	Si, pero plagados	No	5000	Nacional	8	1	260

N	Cat	Municipio	Comunidad	Marca de mezcal	Especie	Litro producido/s/año	Vinata (propia/rentada)	Alambique oyamel	Usa pulque (Si/No)	Aprovecha bagazo	Maguey (comprado otras comunidades/propio/ejido)	Certificado (Si/No)	Temporada de producción	Experiencia (Años)	Uso de fertilizantes	Tipo de plaga	Uso de plaguicidas	Número de empleados	Otros ingresos económicos	Predios destinados al maguey	Vivero	Plantas germinadas y sembradas al año	Rango de venta (estatal, nacional, internacional)	Capacidad de horno (ton)	Número de hornos	Precio del mezcal (L)
---	-----	-----------	-----------	-----------------	---------	-----------------------	-------------------------	------------------	--------------------	------------------	--	---------------------	-------------------------	--------------------	----------------------	---------------	--------------------	---------------------	---------------------------	------------------------------	--------	---------------------------------------	---	--------------------------	------------------	-----------------------

9	C2	Queréndaro	Real de Oztumattan	El jilguero	inaequidens	7000-9000	Propia	Si	Si	Abono orgánico para su huerta	Comprado/propio	No	Noviembre-mayo	50	No	Picudo y bacteria	No	4	Huerta de frutas, elaboración de cremas y licores, abarrotes	Si, algunos plagados	No	6000	Nacional	8	1	300
10	C2	Queréndaro	Real de Oztumattan	Mu	inaequidens /ensambles por pedido con Cupreata y Espadin	1500-2000	Propia	Si	Si	Lo vende para huertas de aguacate	Comprado/propio	No	Todo el año	16	No	Picudo y bacteria	No	2	No	Si	No	1000	Nacional	6	1	250
11	C2	Queréndaro	Real de Oztumattan	El real	inaequidens	400-600	Propia familiar	Si	Si	Ninguno	Comprado/propio	No	Noviembre-junio	15	No	Picudo y bacteria	No	1	Resinas	Si	No	2000	Estatal	7	1	250
12	C2	Queréndaro	Real de Oztumattan	El real	inaequidens	400-600	Propia familiar	Si	Si	Ninguno	Comprado	No	Noviembre-junio	10	No	Picudo y bacteria	No	1	Ganaderia	No	No	1000	Estatal	7	1	250
13	C2	Queréndaro	Real de Oztumattan	El real	inaequidens	400-600	Propia familiar	Si	Si	Ninguno	Comprado	No	Noviembre-junio	10	No	Picudo y bacteria	No	1	Ganaderia	No	No	1000	Estatal	7	1	250
14	C2	Queréndaro	Río de Parras	Trancazo	inaequidens / cupreata/espadin	3000-4000	Propia	Si	Si	Abono orgánico para maiz	Propio	No	Todo el año	37	No	Picudo y bacteria	No	5	Ganaderia y cultivo de maiz y frijól	Si, a dejado de cultivas inaequidens porque se plaga	No	5000	Nacional/Internacional	8	1	300
15	C2	Queréndaro	Río de Parras	Mezcalante	inaequidens /espadin/cupreata	3000-4000	Propia	Si	Si	Abono orgánico para cultivo de maguey y árboles frutales	Propio	No	Todo el año	60	No	Picudo y bacteria	No	2	Cremas de mezcal	Si, con problemas de plaga	Si	5000	Nacional	10	1	300
16	C2																									

Fuente: elaboración propia

### 4.3 Estructuras metabólicas

#### 4.3.1 Estructuras metabólica general

El socio-ecosistema de producción de mezcal en la región de estudio en términos generales presenta los flujos metabólicos que se describen en el cuadro 4. Dichos flujos fueron identificados mediante el análisis hecho en Atlas Ti por medio de la vinculación de los códigos y los espacios paisajísticos (MAU, MAT, MAC y MAS) del metabolismo social rural en una red de relaciones. De tal manera se identificaron las actividades correspondientes a cada uno de los flujos de la estructura metabólica general propuesta por Toledo (2008). Dichos flujos fueron capturados dependiendo de su correspondencia categorial.

**Cuadro 4. Tabla de flujos metabólicos del socio-ecosistema mezcal tradicional.**

Flujos*		Sub-flujos	Actividades
MAT	F0	F0a	Cantidad de dinero en horas dedicadas al cuidado, insumos utilizados, jima de maguey cultivado y a otros cultivos
MAU		F0b	Cantidad de dinero en horas Extracción de madera (leña), resinas o jima de maguey silvestre.
MAC		F0c	Cantidad de dinero en horas dedicados al cuidado del bosque, la asistencia técnica, investigación y ecoturismo.
MAT	F1	F1a	Valor en dinero de los bienes de consumo familiar apropiados
		F1b	Venta de mezcal de maguey cultivado Venta de otros cultivos u otros bienes (cremas de mezcal)

Flujos*		Sub-flujos	Actividades
MAU	F2	F2a	Valor de la madera utilizada en la Unidad de Producción
		F2b	Venta de mezcal de maguey silvestre Venta de madera
MAC	F3	F3a	Valor de los servicios ambientales
		F3b	Valor de los servicios ambientales
MAS	F4	Suma de F1b + F2b + F3b	
	F5	Vestuario, alimentación, educación, energía, celular, salud, madera aserradero, agroquímicos, insumos cremas de mezcal.	

*Fuente: elaboración propia, a partir del análisis elaborado en Atlas. Ti. \* MAT (Medio Ambiente Transformado), MAU (Medio Ambiente Utilizado), MAC (Medio Ambiente Conservado) y MAS (Medio Ambiente Social)*

#### 4.3.2 Estructuras metabólicas por categorías – casos de estudio

Los datos para la cuantificación de los flujos para cada caso de estudio se encuentran en el anexo 3. Los cuales fueron extraídos de la encuesta (Anexo 2) aplicada en las salidas de campo (Anexo 4). En este sentido, las estructuras metabólicas para las respectivas categorías se encuentran a continuación:

- Unidad de micro producción familiar diversificada (C1):

En esta categoría se trabajó con el productor número cinco (C1-P5), cuya unidad de producción familiar está compuesta por tres integrantes (dos adultos y un menor). Ellos extraen del MAU: leña para autoconsumo y parte de las demandas requeridas en el proceso de cocción y destilado del mezcal, esto representa un valor de \$34,000 MNX/año aproximadamente. Al mismo tiempo extraen piñas de maguey

silvestre (*A. inaequidens*), que le representan un ingreso por venta de mezcal de \$150,000 MNX/año aproximadamente.

En estas actividades la unidad familiar invierte \$19,202 MNX/año (1080 horas/año) de trabajo en cuidados y proceso de extracción en el bosque (tala de árboles y jima de maguey silvestres principalmente), así como aproximadamente \$10,000 MNX/ año de insumos, como gasolina para la camioneta, mantenimiento de herramientas, cuidado de los machos (mula o burros), entre otros.

Del MAT la unidad de producción familiar extrae: piñas de maguey cultivadas (*A. Inaequidens* y *A. cupreata*), lo que le representa un ingreso por venta de mezcal de \$180,000 MNX/año aproximadamente y una inversión de tiempo requerida para cuidados y extracción de las piñas de 10,202 MNX/año (576 horas/año) y un aproximado de \$10,000 MNX en insumos. Con respecto a la relación entre la unidad de apropiación y el MAC, ésta es de una sola vía, en la medida que del MAC la unidad de producción recibe indirectamente servicios ambientales como aire y agua, pero para este caso particular la unidad no recibe ni devuelve algún flujo directamente, como cuidados al bosque para su conservación, uso de éste para ecoturismo o pago por servicios ambientales.

Finalmente, la relación entre la unidad de apropiación familiar y el MAS, se da en dos vías: por un lado, un flujo de entrada de dinero por venta de mezcal igual a \$330,000 MNX/año aproximadamente; por otro, dos flujos de salida de \$90,000 MXN/año y \$108,000 MNX/año, por pago de bienes o servicios familiares y pago a la mano de obra contratada respectivamente. Ver cuadro 5.

**Cuadro 5. Estructura metabólica categoría 1, productor C1-P5**

<b>FLUJOS</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COSTO ANUAL</b>
<b>F0a</b>	Horas e insumos dedicadas al maguey cultivado	\$ 20,202
<b>F0b</b>	Horas e insumos dedicadas al maguey silvestre	\$ 29,130
<b>F0c</b>	Cuidado del bosque	\$ -
<b>F0</b>		\$ 49,332
<b>F1a</b>	Consumo familiar	\$ -
<b>F1b</b>	Venta de mezcal cultivado	\$ 180,000
	Venta de mezcal silvestre	\$ 150,000
<b>F1</b>		\$ 330,000
<b>F2a</b>	Valor de la madera extraída	\$ 34,000
<b>F2b</b>	Venta de madera	\$ -
<b>F2</b>		\$ 34,000
<b>F3a</b>	Ingresos y horas dedicadas al ecoturismo	\$ -
<b>F3b</b>	Valor de asistencia técnica y científica	\$ -
<b>F3</b>		\$ -
<b>F4</b>	Suma de F1b + F2b + F3b	\$ 330,000
<b>F5</b>	Vestuario, alimentación, educación, energía, etc....	\$ 90,000
<b>Wa</b>	Trabajo independiente	\$ -
<b>Wb</b>	Trabajadores contratados	\$ 108,000

*Fuente: elaboración propia.*

- Unidad de micro producción familiar experimentada y altamente diversificada (C2):

En esta categoría se trabajó con el productor número diez (C2-P10), cuya unidad de producción familia compuesta por seis integrantes (dos adultos y cuatro menores), extrae del MAU: piñas de maguey silvestre (*A. inaequidens*), que le representan un ingreso por venta de mezcal de \$125,000 MNX/año aproximadamente. En estas actividades la unidad familiar invierte \$8,502 MNX/año (480 horas/año de trabajo) en cuidados y proceso de extracción en el bosque (tala de árboles y jima de maguey silvestres principalmente), así como, \$5,000 MNX/año

aproximadamente en insumos como: gasolina para la camioneta, mantenimiento de herramientas, cuidado de los machos, entre otros.

Del MAT la unidad de producción familiar extrae: piñas de maguey cultivadas (*A. Inaequidens*, *A. cupreata* y *A. angustifolia*), lo que le representa un ingreso por venta de mezcal de \$312,000 MNX/año aproximadamente y una inversión de tiempo requerida para cuidados y extracción de las piñas de \$17,004 MNX/año (960 horas/año), así como insumos por valor de \$12,000 MNX/año aproximado. También extrae alimentos como duraznos, peras, lechugas, aguacate, huevos, pescado, pollo, etc., cultivados y criados por ellos mismos en su solar para autoconsumo, esto representaría un valor aproximado de \$22,431 MNX/año y una inversión en trabajo de \$3,188 MNX/año (180 horas/año) aproximadamente.

Con respecto a la relación entre la unidad de apropiación y el MAC, la familia invierte 384 horas/año (\$6,802 MNX/año) en cuidado y conservación del bosque (principalmente reforestación de pino y encino), así como un aproximado de \$3,000 MNX/año en insumos y plántulas. Todo esto con el fin de asegurar el futuro de los servicios ambientales que esta unidad paisajística les presta, especialmente el de abastecimiento de agua. Para este caso, la familia no recibe pago por servicios ambientales ni utiliza el bosque para procesos de ecoturismo.

Finalmente, la relación entre la unidad de apropiación familiar y el MAS, se da en dos vías: por un lado, un flujo de entrada de dinero por venta de mezcal igual a \$437,500 MNX/año aproximadamente; y por otro, dos flujos de salida de \$216,000 MNX/año y \$144,000 MNX/año, por pago de bienes o servicios familiares y pago a la mano de obra contratada respectivamente. Ver cuadro 6.

**Cuadro 6. Estructura metabólica categoría 2, productor C2-P10**

<b>FLUJOS</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COSTO ANUAL</b>
<b>F0a</b>	Horas e insumos dedicados al maguey cultivado	\$ 32,192
<b>F0b</b>	Horas e insumos dedicados al maguey silvestre	\$ 13,502
<b>F0c</b>	Cuidado del bosque	\$ 9,802
<b>F0</b>		\$ 55,496
<b>F1a</b>	Consumo familiar por cultivo o cría de animales	\$ 22,431
<b>F1b</b>	Venta de mezcal cultivado	\$ 312,500
	Venta de mezcal silvestre	\$ 125,000
<b>F1</b>		\$ 459,931
<b>F2a</b>	Valor de la madera extraída	\$ -
<b>F2b</b>	Venta de madera	\$ -
<b>F2</b>		\$ -
<b>F3a</b>	Ingresos y horas dedicadas al ecoturismo	\$ -
<b>F3b</b>	Valor de asistencia técnica y científica	\$ -
<b>F3</b>		\$ -
<b>F4</b>	Suma de F1b + F2b + F3b	\$ 437,500
<b>F5</b>	Vestuario, alimentación, educación, energía, etc....	\$ 216,000
<b>Wa</b>	Trabajo independiente	\$ -
<b>Wb</b>	Trabajadores contratados	\$ 144,000

*Fuente: elaboración propia.*

- Unidad de pequeña producción empresarial (C3):

En esta categoría se trabajó con el productor número seis (C3-P6), cuya unidad de producción familiar se comporta más como una unidad de producción empresarial, en la medida que no todos los miembros de la familia se encuentran involucrados. Este metabolismo no extrae ningún recurso de manera directa del MAU. Mientras que del MAT la unidad de producción extrae todas las piñas de maguey (*A. cupreata* y *A. azul*), lo que le representa un ingreso por venta de mezcal de \$4,500,000 MNX/año aproximadamente y una inversión en insumos

(principalmente fertilizantes y plaguicidas) de \$900,000 MNX/año, en la medida que ningún miembro de la familia le dedica tiempo para alguna actividad más allá de la comercial y administración de la empresa, las horas dedicadas hacia alguna unidad de paisaje es de cero.

Con respecto a la relación entre la unidad de apropiación y el MAC, esta recibe ingresos de \$42,000 MNX/año por ecoturismo y \$4,251 MNX/año equivalente al asesoramiento técnico que recibe de la entidad que avala la certificación de sus bebidas. Finalmente, la relación entre la unidad de apropiación familiar y el MAS, se da en dos vías, por un lado, un flujo de entrada de dinero por venta de mezcal, y por otro, dos flujos de salida de \$1,666,000 MXN/año y \$1,350,000 MNX/año, estos últimos por pago de insumos o mantenimiento de la fábrica, y, pago de los empleados respectivamente. Ver cuadro 7.

**Cuadro 7. Estructura metabólica categoría 3, productor C3-P6.**

<b>FLUJOS</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COSTO ANUAL</b>
<b>F0a</b>	Insumos dedicados al maguey cultivado (fertilizantes y plaguicidas)	\$ 900,000
<b>F0b</b>	Horas dedicadas al maguey silvestre	\$ -
<b>F0c</b>	Cuidado del bosque	\$ -
<b>F0</b>	900,000	\$
<b>F1a</b>	Consumo familiar	\$ -
<b>F1b</b>	Venta de mezcal cultivado	\$ 4,500,000
	Venta de mezcal silvestre	\$ -
<b>F1</b>	4,500,000	\$
<b>F2a</b>	Valor de la madera extraída	\$ -
<b>F2b</b>	Venta de madera	\$ -
<b>F2</b>	-	\$
<b>F3a</b>	Ingresos y horas dedicadas al ecoturismo	\$ 42,000
<b>F3b</b>	Valor de asistencia técnica y científica	\$ 4,251

FLUJOS	ACTIVIDAD	COSTO ANUAL
F3	46,251	\$
F4	Suma de F1b + F2b + F3b	\$ 4,500,000
F5	energía, combustible, madera, plaguicidas etc....	\$ 1,666,000
Wa	Trabajo independiente	\$ -
Wb	Trabajadores contratados	\$ 1,350,000

*Fuente: elaboración propia.*

#### 4.4 Indicadores económico-ecológicos del metabolismo

Los indicadores del metabolismo rural para los casos de estudio, por categoría, se realizaron con base en los flujos antes calculados. Dichos indicadores son los desarrollados por González Acevedo & Toledo (2016). A continuación, se presentan los indicadores económico-ecológicos para los casos indicados (ver cuadro 8):

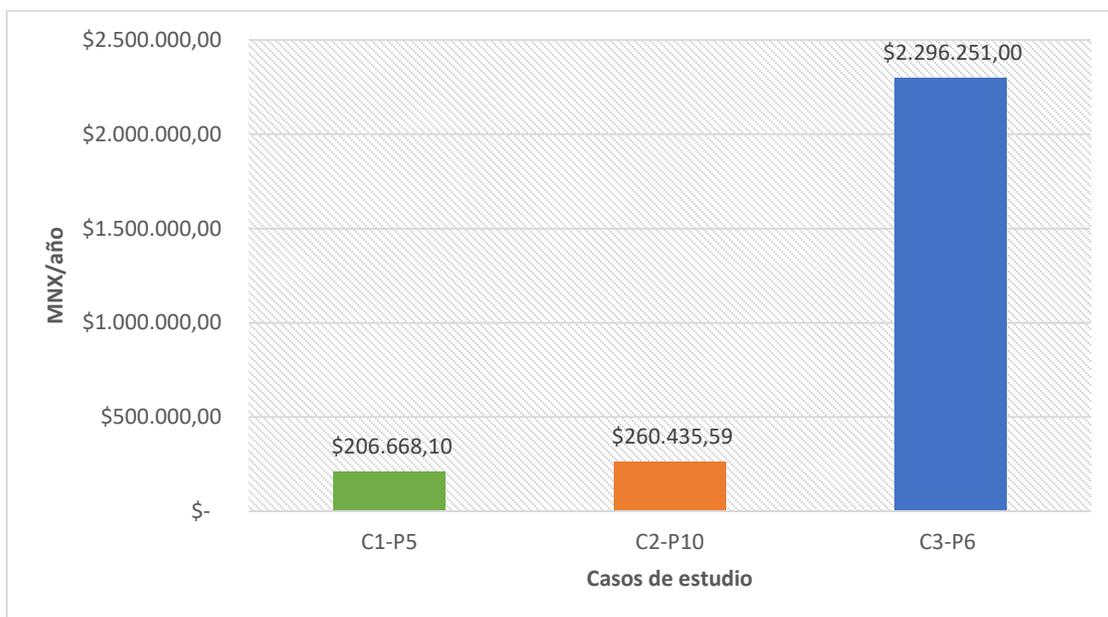
**Cuadro 8. Resumen de indicadores del Metabolismo rural para los casos aplicados en los productores de mezcal de la región Queréndaro, por categoría identificada.**

Nombre del Indicador	C1-P5	C2-P10	C3-P6
<b>Beneficio económico-ecológico</b>	\$ 206,668.10	\$ 260,435.59	\$2,296,251.00
<b>Rentabilidad económico-ecológico</b>	419%	469%	255%
<b>Balance de flujos económico-ecológico</b>	\$ 132,000.00	\$ 77,500.00	\$ 1,484,000
<b>Auto subsistencia económico-ecológico</b>	9%	5%	0%

*Fuente: elaboración propia*

- Beneficio económico-ecológico:

Este indicador es la diferencia entre el dinero que ingresa a la unidad de producción familiar por venta de mezcal y el dinero en tiempo e insumos que la unidad de producción invirtió en las unidades paisajísticas (MAC, MAU, MAT). Este se calculó como  $(F1+F2+F3) - (F0+Wb)$ , en la figura 23, se representa el indicador para cada caso de estudio.



**Figura 24. Indicador beneficio económico-ecológico Fuente: elaboración propia.**

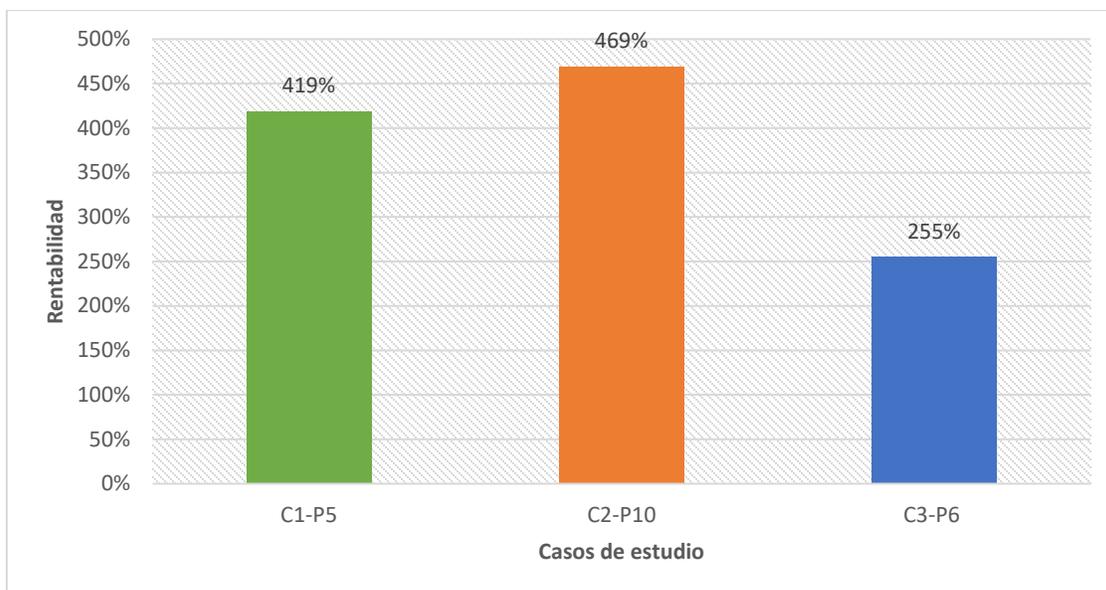
Para este indicador, el beneficio surge de la diferencia entre el dinero que reciben los productores, en comparación con lo que invierten en horas e insumos. De tal manera que esto sugiere que el sistema es eficiente económicamente en la medida que se recibe mayor dinero con menos recursos y tiempo de trabajo invertidos; entre mayores sea el indicador, mayor será la utilidad económica. Sin embargo, una mayor utilidad económica no significa un impacto positivo para la

unidad paisajística que se esté apropiando, por lo que mayores cuidados a la unidad paisajística implicaría esperar una disminución de las utilidades económicas y mayores impactos positivos al medio ambiente.

Los casos de estudio por categorías indican que C3-P6, tiene más utilidades económicas que los casos de estudio de las categorías uno (C1-P5) y dos (C2-P10). Esto se debe a que la cantidad de litros de mezcal que produce C3-P6, es casi cinco veces la cantidad de mezcal en litros que producen C1-P5 y C2-P10, además C1-P5 y C2-P10, tiene relación con las tres unidades paisajísticas (MAU, MAT, MAC), en las cuales se invierte tiempo e insumos en cuidado y extracción de recursos, mientras que C3-PX, solo interactúa con el MAT, externalizando los recursos que indirectamente utiliza del MAU y MAC, como el agua, el aire y los alimentos que consumen.

- Rentabilidad económica-ecológica:

Se entiende como la tasa de ganancia o pérdida que genera cada unidad de paisaje, contrapuestas con las horas e insumos invertidas por familia en cada unidad de paisaje y la mano de obra contratada. Se calculó como  $((F1 + F2 + F3) - (F0+Wb)) / (F0)$ , y los valores por cada caso se representan en la figura 24.



**Figura 25. Indicador rentabilidad económico-ecológico. Fuente: elaboración propia.**

En la figura 24, se observa que, al contabilizar los costos de la mano de obra de la familia y la mano de obra contratada, en los tres casos (C1-P5, C2-P10 y C3-P6) las unidades paisajísticas permiten a los productores generar rentabilidad económica, aunque es mayor para C2-P10 y C1-P5, en la medida que aprovechan o se apropian de una diversidad mayor de recursos, entre los que se encuentran frutas, vegetales y animales para autoconsumo, madera para autoconsumo y uso de agaves silvestres.

Adicionalmente, los casos C2-P10 y C1-P5 no requieren tanta inversión en pago por mano de obra, ya que toda la familia se encuentra inmersa en los procesos de apropiación de las unidades de paisaje, mientras que, la unidad familiar de C3-P6 no interviene directamente en el proceso de apropiación, debido a su mayor presencia en actividades comerciales y administrativas. A todo esto, se le debe adicionar que C3-P6, invierte una suma alta en fertilizantes y plaguicidas, mientras

que C2-P10 y C1-P5, no lo hacen. Todo anterior permite que la unidad de apropiación familiar en los casos C2-P10 y C1-P5 obtenga mayor rentabilidad de los recursos que extrae de la naturaleza.

- Balance económico-ecológico:

Este indicador muestra la diferencia entre las entradas y salidas de dinero entre la unidad de apropiación familiar y el MAS. Se cuantifica los ingresos recibidos por la venta de mezcal u otras actividades, menos, el valor de los insumos y mano de obra adicional requerida. Es importante resaltar que este indicador incluye el valor monetario de los alimentos que la unidad de apropiación familiar le genera a la familia para su autoconsumo. Se calculó así:  $(F4 + Wa) - (F5 + Wb)$ , ver figura 25.

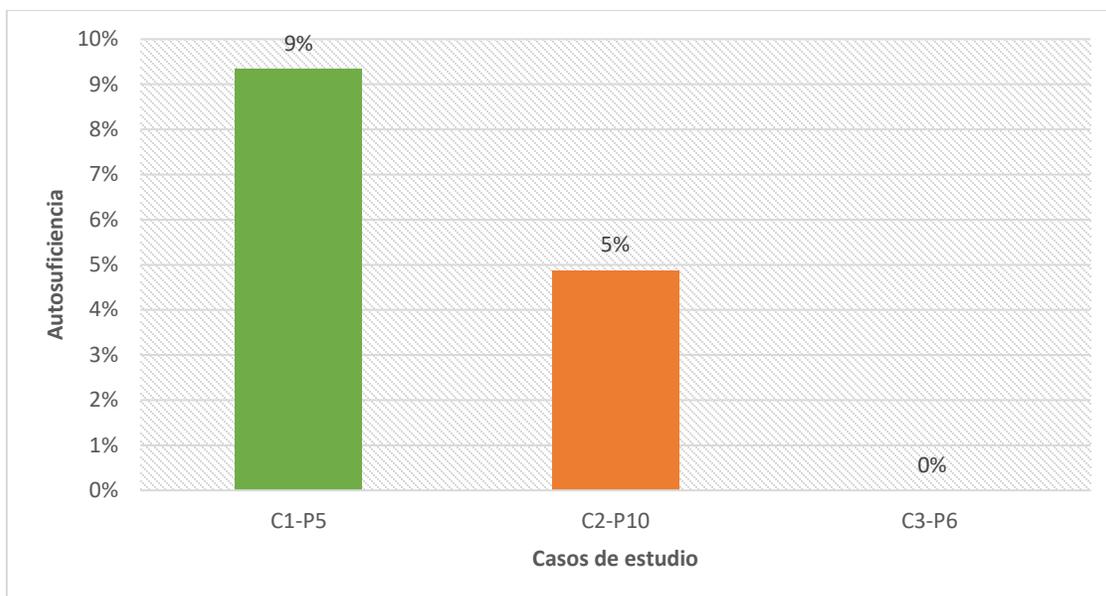


Figura 26. Indicador balance económico-ecológico. Fuente: elaboración propia.

En resumidas cuentas, la base de los flujos de este indicador permite evaluar la capacidad de la unidad de apropiación familiar para generar dinero. Por lo que, un valor positivo implica ganancia de dinero. De tal manera que, si observamos la figura 25, los tres casos reflejan ganancias monetarias, aunque, C3-P6, es muy superior en comparación con las ganancias que recibe anualmente C1-P5 y C2-P10. Esto pueden deberse, en primer lugar, al volumen en litros que procesa C3-P6 al año, produciendo aproximadamente hasta 400% más de mezcal al año aproximadamente que las producciones C1-P5 y C2-P10. Y, en segundo lugar, el valor promedio de venta del litro de mezcal en C3-P6 es 80% superior al precio de venta de C2-P10 y 50% superior a C1-P5, explicando también, por qué C2-P10, cuyo precio oscila en \$290.00 pesos, obtiene las menores ganancias de los tres casos.

- Autosuficiencia económico-ecológica:

Este indicador mide el grado de autosuficiencia de las unidades de producción. Entre mayor sea el porcentaje, indica que más jornales, dinero y alimentos se dedican a la producción y sostenimiento de la unidad de producción familiar, mientras que, valores bajos indican que el destino de los productos es hacia el resto de la sociedad; en otras palabras, valores altos señalan que se está priorizando la autosuficiencia antes que los mercados y viceversa. Se calcula así:  $(F1a + F2a + F3a) / (F1 + F2 + F3)$ , ver figura 26.



**Figura 27. Indicador autosuficiencia económico-ecológica. Fuente: elaboración propia.**

Con lo anterior, en la figura 26 se observa que en general, los tres casos poseen un nivel de autosuficiencia bajo, siendo el mayor 9%. Esto se debe principalmente a que en los tres casos se depende en un alto porcentaje de los agaves ya sea silvestres o cultivados, que finalmente se transforman en mezcal para mayoritariamente venderse al mercado, siendo muy baja la práctica cultivo y cría para autoconsumo en los casos de C1-P5 y C2-P10 y nulo en el caso de C3-P6.

En el caso de C1-P5, este valor es mayor en comparación con C2-P10, debido a que C1-P5, extrae una cantidad importante de leña para cocción y destilado del mezcal (casi la mitad de su demanda) del MAU, sin procesos directos de conservación del bosque, mientras que C2-P10, sí realiza procesos de reforestación en el MAC y actualmente no extrae madera de ninguna unidad de

paisaje directamente, es decir, el cien por ciento de su demanda de madera, al igual que para el caso C3-P6 proviene de la compra en el mercado (aserradero).

## Capítulo 5. Discusión y aproximaciones para la sustentabilidad

### 5.1 Caracterización del socioecosistema mezcal tradicional

La caracterización del socio-ecosistema cultural tradicional de la región mezcal Queréndaro realizada en esta investigación, coincide con lo reportado por Delgado Lemus et al. (2021), con respecto a: (i) dos de las localidades analizadas (Río de Parras y Real de Otzumatlán); (ii) uso de las especies de maguey alto (*A. inaequidens*), maguey chino (*A. Cupreata*), y maguey chato (*A. azul spp.*); (iii) uso de pulque para acelerar la fermentación, alambique hecho de un gran tronco de oyamel ahuecado y huinumo para cubrir los agaves en el horno; (iv) presencia importante de árboles frutales, característica de los mezcales de esta región.

Sin embargo, y aunque Delgado Lemus et al. (2021) realizan la primera caracterización de la región Queréndaro, recopilando las particularidades de la producción de mezcal en el estado de Michoacán; al compararla con los datos encontrados para esta investigación, hecha específicamente para una de las regiones mezcaleras del estado, se pudieron registrar otros aspectos característicos de la región Queréndaro en particular, que a continuación se enumeran.

Primero, el hecho que las localidades que producen mezcal tradicional en la región son cuatro (Río de Parras, Real de Otzumatlán, Cañada del Agua y Exhacienda Zacapendo). Segundo, que además de las especies ya mencionadas de maguey alto, chino y chato, en los últimos años se empezó a experimentar con el maguey espadín (*A. angustifolia*). Tercero, que el socioecosistema cultural de producción de mezcal tradicional, está compuesto por cinco subsistemas

estrechamente relacionados: subsistema familiar, subsistema agrícola, subsistema pecuario, subsistema forestal y subsistema vinata.

Sobre este último aspecto, es importante destacar la producción de mezcal en esta región como una interacción entre las unidades familiares de producción (las familias productoras) y el medio natural que aprovechan, solo se entiende en la medida que se incorporan los elementos y procesos completos de la estructura metabólica y que en primera instancia parecen separados. Un primer acercamiento general a este entendimiento complejo de los subsistemas fue mencionado por Marín et al. (2009), para la producción tradicional agrícola de vino mezcal en el sur de Jalisco, y por Torres-García et al. (2019), para el género *Agave* en los sistemas agroforestales de México.

Estos elementos y procesos para la región Queréndaro son: el cultivo de la milpa, frutales, y los propios magueyes cultivados; la cría de ganado, machos y animales de granja; tiendas de abarrotes, restaurantes o comercios pequeños; el aprovechamiento del bosque en términos de extracción de madera, huinumo, resinas y los propios magueyes silvestres; así como, la fuerza de trabajo de los integrantes familiares y los procesos de transformación que ocurren en el bosque, la tierra de cultivo y la vinata (fábrica de mezcal).

Lo antes mencionado para la región fue expuesto, de manera muy general y no específica, por Torres-García (2016a), al identificar que muchas de las comunidades mezcaleras de tradición centenaria poseen prácticas diversas en términos culturales y económicos que les confiere identidad propia a las mismas.

Un cuarto elemento relevante aquí encontrado es que las Unidades de Producción Familiar realizan manejo del maguey alto o criollo (*Agave inaequidens*), los cuales pueden ser: (i) dejar algunos individuos maduros para que puedan esparcir las semillas de manera natural, (ii) esparcimiento de semillas recolectadas en zonas propicias para la germinación, (iii) desmontar la vegetación que hace competencia al maguey en el monte, y (iv) germinación de semillas en viveros para posterior reintegro de la plántula al monte o en áreas delimitadas a manera de monocultivo. Torres-García (2016b) había identificado algunos de estos manejos para las localidades de Real de Oztumatlán y Río de Parras los cuales categorizó en tres niveles: aprovechamientos silvestres, manejo *in situ* y manejo *ex situ*.

El quinto aspecto por destacar se refiere a las formas en cómo se comercializa el mezcal de la región y sus diferentes relaciones con el exterior del socioecosistema o Medio Ambiente Social (MAS). Relaciones que son relevantes a la hora de entender las diferencias en términos económicos y sociales, por ejemplo, vender el mezcal a un intermediario o vender el mezcal directamente al consumidor local, nacional o internacional;

Y finalmente, como sexto aspecto, y asintiendo con lo identificado por Arreola Pompa et al. (2018), se enfatiza que los actores externos al socioecosistema encontrados y que se encargan de la regulación del sistema de venta y comercialización de mezcal, inmersos dentro de la ley de protección industrial y la NOM-070-SCFI-2016, son las organizaciones de productores (UMM y la UEPAMM), la Secretaría de Desarrollo Económico del estado de Michoacán y los organismos de verificación y certificación (CRM y el CIDAM).

De manera que, por un lado, en términos generales y referente a los aspectos institucionales en los que se enmarca el socioecosistema cultural de la región Queréndaro, no existen divergencias con lo encontrado ya por Arreola Pompa et al. (2018), a excepción de la notoria disminución de las uniones mezcaleras, pasando de seis a dos en el lapso de los últimos 3 años, y el reconocimiento del CIDAM como organismo de verificación y certificación. Lo anterior tal vez debido al aumento en la homogenización de los propios marcos que no alcanzan a percibir la diversidad socioecológicas y cultural de las producciones de mezcal estatal y nacional. Tal homogenización que está acelerando la transición de procesos tradicionales, diversos y con identidad biocultural propia a procesos industriales típicos tequileros.

Ahora bien, contrastando las características encontradas en la región de estudio con otras investigaciones realizadas para el estado de Michoacán y otros estados de la república, se logra identificar ciertos rasgos característicos dentro de sus estructuras metabólicas, resaltando de nuevo el hecho de que cada región mezcalera son particulares y diferentes, más aún a nivel federal. Estas características son:

Un incremento en la demanda y consumo de mezcal, evidenciado en este trabajo por el aumento de establecimientos especializados (Mezcalerías), la continua aparición de marcas de mezcal, la publicidad y mercadeo continuo con la participación directa incluso de *influencers* de alto impacto en redes sociales, y la promoción constante de festivales en torno al mezcal en las diferentes escalas; situación que ya ha venido siendo reportada por la literatura (Delgado Lemus et al., 2021; Plascencia de la torre & Peralta Gordon, 2018; Red Temática Productos

Forestales No Maderables, 2018; Torres-García, 2016a; Torres García & Hernández López, 2016).

Lo anterior ha conllevado a un aumento en la apropiación de recursos necesarios para la producción del mezcal, especialmente en la extracción de magueyes, como la segunda característica similar en los metabolismos del país, percibida por un lado, en el agotamiento de los magueyes silvestres y el aumento de su domesticación, generando la aparición o incremento de plagas, caso que está sucediendo con el *Agave inaequidens*, especie utilizada en la región Queréndaro, reportado por Figueredo et al. (2014) y Torres, Blancas, et al. (2015); así mismo sucede con otras especies de uso particular para diferentes regiones de la república, como por ejemplo: Acateyahualco y Ahuacuotzingo, en Guerrero (Illsley Granich, 2013), el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en Puebla (Torres, Casas, et al., 2015) o algunas comunidades del estado de Yucatán (Colunga-GarcíaMarín et al., 1996). Por otro, también ha repercutido en la apropiación de especies ya domesticadas de otras regiones, provocando así la pérdida de diversidad e identidad biocultural de las regiones donde se utilizan las especies silvestres (Colunga-GarcíaMarín et al., 2007; Figueredo et al., 2014)

Finalmente, con el trabajo realizado en la región Queréndaro y lo contrastado con lo dicho por Carrillo Morales et al. (2007); Colunga-GarcíaMarín et al. (2007); Gaytán (2018); Gaytán & Bowen (2015) y Plascencia de la torre & Peralta Gordon (2018), se pudo identificar que la marcha hacia una transición mercantil de formas tradicionales de cientos de años hacia procesos industrializados y homogenizados, en parte propiciado por el ingreso de grandes capitales que ven en el auge del

mezcal una oportunidad de magnificar sus rentas financieras, sigue creciendo y al parecer los marcos políticos y normativos están respaldando dichos cambios a través de la exclusión de las Unidades Familiares de Producción Tradicional, y por ende, de sus formas diversas de relacionarse con su contexto natural, con valor ecológico, cultural, social y económico.

## **5.2 Tipología socioecosistema mezcal tradicional - región Queréndaro**

Con la caracterización del socioecosistema mezcal tradicional de la región Queréndaro se encontró tres categorías que describen patrones que agrupan a una escala local las diversidades presentes en la región de estudio. Dichas categorías fueron construidas a través del procesamiento de múltiples variables sociales, ecológicas y económicas que describen los rasgos particulares de las Unidades de Producción Familiar.

En este sentido, en la literatura solo existe una clasificación donde se efectúa el intento por diferenciar unidades de producción de mezcal; dicha clasificación es realizada por la NOM-070-SCFI-2016, la cual se refiere a la Denominación de Origen Mezcal, definiendo tres categorías: Mezcal, Mezcal Artesanal y Mezcal Ancestral.

Dicha clasificación es limitada y simplista a la hora de entender la diversidad de expresiones metabólicas que existen entre la naturaleza y las unidades de producción familiar o empresarial en México, puesto que el criterio central para hacer dicha diferenciación reside en el uso de materiales y equipos, dejando de lado los procesos y elementos ecológicos, sociales, culturales, económicos y políticos

relevantes a la hora de darle identidad a los propios procesos, como en este trabajo se ha enfatizado.

De tal manera que la construcción de la clasificación realizada por esta investigación procura defender las diversidades en la elaboración de mezcal y sus relaciones necesarias con sus contextos ecológicos y sociales locales, dejando de lado el reduccionismo que impone la sola Denominación de Origen. Aquí vale la pena señalar que para esta investigación se analizaron los productores denominados tradicionales o artesanales por la NOM-070-SCFI-2016, debido a que estos representan casi la totalidad de las formas de producción de mezcal, no solo de la región de estudio, sino de la república en general; expresiones de producción que históricamente se mantienen en la clandestinidad (Consejo Regulador del Mezcal, 2019; López, 2018).

Sin embargo, al comparar la categorización realizada por esta investigación con la realizada por Torres, Blancas et al. (2015), quienes clasificaron la percepción del riesgo en cinco comunidades, dentro de las cuales tres se encuentran en la región de estudio, para la especie *A. inaequidens* en términos de su disminución en calidad y cantidad; ambas clasificaciones coinciden en tres aspectos: en primer lugar, la utilización del Análisis de Componentes Principales (ACP), como método para reducir la dimensionalidad de las variables tomadas en cuenta para la categorización.

En segundo lugar, las variables identificadas, puesto que se tuvieron en cuenta las dimensiones social, ecológica y económica, con la finalidad de lograr un entendimiento en términos de socioecosistema de las comunidades investigadas,

esto deja en evidencia que las variables identificadas e incluidas para realizar la categorización son congruentes con las encontradas por Torres, Blancas et al. (2015), validando su pertinencia a través del análisis inductivo de las entrevistas semiestructuradas a profundidad aplicadas en las Unidades de Producción Familiar.

El tercer y último aspecto en coincidir, se relaciona con la propia categorización, puesto que en la investigación realizada por Torres, Blancas et al. (2015), los patrones o categorías, aunque no son iguales con los encontrados por esta investigación (producto de su objetivo principal), en algún grado se asemejan, especialmente con los aspectos descriptivos encontrados en las agrupaciones o categorías C1 y C2, puesto que Torres, Blancas et al. (2015) no incorporo unidades de la categoría C3. En este sentido, Torres, Blancas et al. (2015), coinciden con lo reportado por esta investigación en que C1, compuesta en su mayoría por Unidades Productivas Familiares de la localidad Cañada de Agua, son el grupo más vulnerable, con niveles de extracción intermedios entre las categorías y que realiza prácticas de manejo de la especie *A. inaequidens*.

De la misma manera Torres, Blancas et al. (2015), coinciden con el reporte realizado en esta investigación respecto a C2, compuesta principalmente por Unidades de Producción Familiar de las localidades de Río de Parras y Real de Oztumatlán, siendo el ingreso mayor por producción de mezcal en comparación con la localidad de Cañada de Agua.

Finalmente, y aunque el estudio realizado por Torres, Blancas, et al. (2015) presenta coincidencias, metodológicas y en sus resultados, también es claro que producto de los objetivos principales y el enfoque de investigación, ambos estudios

presentan por separado una sección antes no explorada para los sistemas de producción de mezcal tradicional, desde su entendimiento como socioecosistemas.

En este sentido, los resultados obtenidos por esta investigación en particular develaron las formas en cómo tendencialmente se pueden agrupar las diversas formas en como las Unidades de Producción Familiar inmersas en el socioecosistema de la región Queréndaro, se relacionan con los procesos y elementos de la naturaleza y el resto de la sociedad. Dejando en descubrimiento los aspectos esenciales que describen y dan identidad a las agrupaciones o categorías. De tal manera que C1 y C2 son sistemas que conservan las tradiciones típicas y ancestrales de la región; y que al mismo tiempo deben convivir con expresiones en transición hacia lo industrial, como las Unidades de Producción Empresarial (C3).

Esto en tanto abre la interrogante sobre si se pueden desarrollar en un mismo espacio territorial (lo local), estos sistemas sin generarse conflictos ya sea ecológicos, sociales o económicos; o por el contrario, si esta región en particular, está transitando hacia sistemas industriales, tal como sucedió con el tequila durante el siglo XIX y XX, y en el que hoy se encuentran inmersas muchas regiones y estados de la república mexicana, donde los grandes capitales ingresaron mercantilizando los saberes tradicionales y los recursos bioculturales de las localidades mezcaleras, como por ejemplo el desplazamiento de las especies criollas de la región Queréndaro, que muchas veces no tienen un valor competitivo en términos de eficiencia industrial, por sus bajos contenidos en azúcares, en comparación con otras especies altamente intervenidas y domesticadas, pero que si tiene un valor biocultural incomparable.

### **5.3 Estructuras e indicadores económico-ecológicos del metabolismo**

La estructura metabólica rural del socioecosistema mezcalero tradicional de la región Queréndaro, es un constructo en el que conviven formas diversas de relaciones entre la Unidad de producción y la naturaleza. Dichas unidades se clasificaron en tres categorías que, aunque presentan diferencias intracategoriales, sí agrupan patrones claros en sus relaciones con el resto de la sociedad y con la naturaleza. En este sentido, dichas agrupaciones mostraron que existen tres metabolismos a nivel general que conviven en un mismo espacio territorial; dos de ellos, cercanos entre sí (C1 y C2), y uno de ellos separado fuertemente de los otros (C3).

Lo anterior se da principalmente porque la relación que tiene C3 con la naturaleza es de producción muy cercana a lo industrial, generando mayores beneficios en términos rentables, pero dejando mayores externalidades negativas, en términos ecológicos y socioculturales para la tradición biocultural de la región, dicha condición establece el punto de partida diferenciador con las otras dos categorías de productores artesanales (C1 y C2), estableciéndose un intercambio (producción y comercialización del mezcal) desigual entre categorías que deben convivir en una misma región.

Con respecto a lo anterior, no se encontraron en la literatura investigaciones que bajo el enfoque del metabolismo social rural realizaran este tipo de estudios en sistemas mezcaleros; sin embargo, si existen experiencias reportadas para otros sistemas y que podrían compararse con los resultados y los indicadores encontrados por cada uno de los casos de estudio analizados.

De tal manera que la metodología del metabolismo social rural, tal como se realizó, comparte aspectos teóricos y metodológicos en común con las investigaciones de Blanco et al. (2015); García-Frapolli et al. (2008); González Acevedo & Toledo (2016); Guzmán & González de Molina (2008); Ortiz-Avila & Masera Cerutti (2008); Tello et al. (2008); Zuberman & Fernández (2016), tales investigaciones coinciden a nivel general con la aquí realizada en cuanto a: (i) orden y coherencia de las diferentes actividades o relaciones de las familias productoras rurales, como unidad de análisis, midiendo los flujos de intercambio y obteniendo valores medios; (ii) la identificación y medición del esfuerzo invertido por los productores en cada actividad productiva; (iii) la identificación de proporción de bienes y servicios derivados tanto de la autosuficiencia como del mercado; y (iv) el valor monetario de cada práctica productiva y la eficiencia productiva calculada como la relación entre el trabajo invertido y el valor monetario del flujo de retorno.

Con lo anterior las investigaciones se permiten generar un perfil o estructura metabólica para el análisis integral de los recursos que se apropia la comunidad, conociendo cuáles de los recursos son consumidos, transformados o vendidos como *commodities*, además de los servicios que ofrecen (ecoturismo, gastronómicos, comerciales, apoyo de campo, etc), y la fuerza laboral que vendan ocasionalmente.

En este sentido, y de manera particular, se encontraron similitudes con los siguientes estudios realizados también en sistemas rurales, estos son: (i) García-Frapolli et al. (2008), en el cual las comunidades rurales mayas de la península de Yucatán, al igual que las comunidades rurales mezcaleras de la región Queréndaro

invierten la menor parte de su esfuerzo de trabajo en generar bienes y servicios para la auto subsistencia, siendo el mayor porcentaje de su tiempo y esfuerzo invertido en la producción de bienes y servicios para el mercado.

Esto afirma la posición actual de las comunidades rurales como sitios que transitan hacia una mercantilización de su bioculturalidad, y en tanto, dependencia de las fuerzas del mercado para mantenerse a flote como unidades familiares de producción, siendo sus dinámicas diferentes en términos ecológicos, sociales y económicos. Inevitablemente quedando en clara desventaja frente a expresiones concebidas para funcionar bajo la competencia salvaje del mercado global, al cual no le interesa el valor de lo tradicional, más allá de si es o no un buen negocio.

(ii) Ortiz-Avila & Masera Cerutti (2008), realizaron un análisis comparativo entre tres tipos de productores forestales rurales del ejido Casas Blancas, Michoacán. Al compararlo con el estudio realizado para la región Queréndaro, se encontró por un lado que a diferencia del metabolismo del socioecosistema de mezcal tradicional estudiado, la categoría de productores forestales más diversificada (agrosilvopastoril) para el caso de Ortiz-Avila & Masera Cerutti (2008), es la que mejores eficiencias económicas tiene; caso contrario a lo que se pudo identificar para la región Queréndaro, donde las más diversificadas (C1 y C2), son las que obtuvieron los indicadores de balance y eficiencia económica inferiores. Lo anterior puede deberse a las características regulatorias y de mercado de venta del mezcal, el cual privilegia a los productores certificados, quienes pueden vender su producto no solo a un precio mayor, sino acceder a un mercado global demandante.

Por otro lado, en el estudio que realizaron por Ortiz-Avila & Masera Cerutti (2008), se identificó que las políticas nacionales y federales, están encaminando a los sistemas forestales rurales campesinos diversificados hacia sistemas especializados, lo que impactaría negativamente en la pérdida de agrobiodiversidad y la disminución de autosuficiencia para las familias productoras; situación a la cual también se enfrenta el socioecosistema de mezcal tradicional de la región Queréndaro. Esto apunta a pensar que el reduccionismo de la norma asociada a la DO Mezcal para con las múltiples expresiones mezcaleras de la república, podrían ser cuestiones generalizadas del tipo de desarrollo económico que se está practicando, el cual tiende a favorecer los tipos de producción de bienes y servicios especializados, como los tequileros para el caso del mezcal o las plantaciones forestales comerciales para el caso de los aprovechamientos forestales.

(iii) González Acevedo & Toledo (2016) y Torres Flórez et al. (2018), quienes realizaron un análisis de los indicadores económico ecológicos del metabolismo social rural, para categorías de los sistemas cafeteros Colombianos; vale la pena resaltar que a pesar de ser un sistema extranjero latinoamericano, estos estudios hicieron uso de los indicadores económico ecológicos que se utilizaron para analizar los casos de estudio del socioecosistema mezcal tradicional de la región Queréndaro, siendo en su estructura conceptual los mismos. De tal manera que, es apropiado hacer contraste con lo encontrado en ambos trabajos, especialmente lo relacionado con las categorías *campesino* y *empresario*, del estudio de González Acevedo & Toledo (2016), y el caso de estudio campesino realizado por Torres Flórez et al. (2018); puesto que son los casos más semejantes a las condiciones

rurales de las Unidades de Producción Familiar mezcaleras de la región Queréndaro.

Partiendo de lo anterior, al comparar los dos estudios antes mencionados y el realizado por esta investigación, en términos de los indicadores de beneficio económico ecológico y balance económico ecológico, la tendencia para los tres casos es la mismas, en la cual la categoría empresarial cafetera y C3 (Unidad de pequeña producción empresarial) para el socioecosistema mezcal de la región Queréndaro presentan las mayores eficiencias económicas, en comparación con las categorías campesina cafetera y C1 y C2 (Unidad de micro producción familiar diversificada y Unidad de micro producción familiar experimentada y altamente diversificada). Esto debido en gran parte a que las Unidades de pequeña producción empresarial externalizan aspectos sociales y ecológicos de sus metabolismos.

En cuanto al indicador de rentabilidad económico ecológico, los resultados difieren entre el sistema cafetero y el mezcalero de la región Queréndaro, en la medida que las rentabilidades son negativas para todos los casos del sistema cafetero campesino, debido principalmente a la dependencia del café a los precios del mercado global, razón por la cual no es comparable en ningún nivel este indicador en particular. Sin embargo, es de resaltar que para todos los estudios comparados, el porcentaje de rentabilidad es bajo entre categorías para las expresiones empresariales de producción, debido principalmente a la internalización del valor monetario del trabajo familiar en las expresiones campesinas y tradicionales, situación también mencionada por González Acevedo & Toledo (2016).

Frente al indicador de autosubsistencia económico-ecológica, los resultados encontrados para las expresiones empresariales, son congruentes en todos los casos comparado, con porcentajes muy bajos tendientes a cero; mientras que, para el caso de las expresiones campesinas o tradicionales, los resultados para los casos de estudio del socioecosistema mezcalera de la región Queréndaro preocupan en la medida que son muy bajos en comparación con sus homólogos en el sistema cafetero, planteando de nuevo la incertidumbre de una transformación del metabolismo tradicional hacia metabolismos empresariales o industriales.

Todo lo anterior deja en aviso que los beneficios que las Unidades de Producción Familiar de mezcal de corte empresarial, están obteniendo mayores beneficios monetarios a costa de la sobre explotación de los saberes tradicionales y los recursos naturales, externalizados en sus costos finales; pero al mismo tiempo, las unidades de producción familiar de mezcal de corte más tradicional, están siendo jaladas por las empresariales puesto que es la única manera de subsistir en los mercados competitivos globales, cuando no existen blindajes institucionales claro, es la mercantilización y externalización de lo ecológico y social, o en el peor de los casos la pobreza familiar.

#### **5.4 Aproximaciones hacia la sustentabilidad del socioecosistema mezcalero**

Existen acercamientos documentados para el manejo sustentable del socioecosistema mezcalero, pero hacen aproximaciones inclinadas hacia alguna de las esferas o dimensiones básica de la complejidad relacionada a la sustentabilidad. De tal manera que para discutir una aproximación para la sustentabilidad integral

del socioecosistema mezcalero de la región Queréndaro, se tomará la referida diversidad de estudios para integrar un acercamiento más completo.

Se parte entonces de la esfera ecológica para derivar en la social y económica, estas últimas al mismo tiempo relacionadas con la primera. En este proceder, el tema esencial en la discusión ecológica parte de los procesos de manejo que se están o deberían darse para conservar el patrimonio natural y ecosistémico de los ambientes apropiados por las unidades de producción (familiares/empresariales o tradicionales/industriales).

En este sentido son muy valiosas las aportaciones de Torres-García (2016b); Torres, Blancas, et al. (2015); Torres, Casas, et al. (2015), específicamente aplicables para el ecosistema de la región de estudio, en los cuales documentan los tipos de manejo que se realizan para la principal especie de maguey utilizada en la producción de mezcal, los cuales coinciden con los encontrados por esta investigación. Dichos procesos de manejo son diversos y se extienden en un gradiente que va de nulo hasta casos donde se realizan múltiples procesos de manejo.

Lo anterior es congruente con lo identificado en la medida que, en un mismo espacio, conviven unidades que no realizan ningún manejo de conservación en los ambientes naturales de los que se apropian, y también, unidades que aplican acciones de manejo con resultados positivos y valiosos como información para alcanzar grados mayores de sustentabilidad a nivel regional; información que al mismo tiempo cuenta con valor cultural como saber tradicional. Lo anterior deja en claro que una ruta a seguir de manera importante serían procurar difundir e

investigar a detalle dichas prácticas que, aunque positivas para la sustentabilidad, se quedan en la clandestinidad de unas pocas unidades, siendo las instituciones académicas un importante actor en este proceso.

A la problemática relacionada con el manejo de los recursos necesarios para producir el mezcal, se derivan situaciones sociales y económicas que adicionan complejidad a la hora de entender desde donde abarcar la sustentabilidad del socioecosistema, situaciones anticipadas ya por González de Molina & Toledo (2014) y Torres-García (2016a), puesto que al no existir un contexto generalizado de manejo y conservación ecológico, se abre la puerta a: primero, las condiciones para el ingreso de grandes capitales ya sean públicos o privados que establezcan empresas siguiendo el modelo de la industria tequilera, en el que se prioriza el monocultivo con todos sus impactos negativos ampliamente documentados (Plascencia de la torre & Peralta Gordon, 2018), así como la comercialización y despojo de los saberes bioculturales.

Segundo, la transformación de las expresiones tradicionales de producción de mezcal hacia procesos cada vez más mercantilizados, abandonando prácticas con valor biocultural e identitarios en sí mismas, producto de escenarios competitivos injustos entre unidades de una misma región.

Y tercero, la pérdida de expresiones tradicionales que, arraigadas a sus saberes bioculturales, quedan sometidas a la clandestinidad y pobreza monetaria, al no poder competir con las expresiones mercantilizadas. Para estas situaciones nada sorprendentes en muchos otros sistemas de producción de bienes y servicios rurales más populares a nivel global como el caso del café, las experiencias

documentadas sugieren que se debe procurar generar políticas de apoyo a estas expresiones más desfavorecidas, no solo monetarias, sino también encaminadas a fortalecer a las instituciones y autoridades locales y la conservación del valor de uso de los recursos naturales (Infante-Amate et al., 2017), para evitar la pérdida de la sustentabilidad en su sentido amplio y el avance de una modelo de producción probablemente insustentable, agresivo tanto con la naturaleza como con la sociedad y en especial con la cultura rural tradicional.

Adicionalmente, esta investigación encontró que la diversificación es clave para mantener un equilibrio entre las dimensiones básicas de la sustentabilidad, todo lo contrario de la estandarización en que se basa la mercantilización, en la medida que tender a especializarse en la producción de mezcal produce aumento en las externalidades negativas para los ecosistemas proveedores de los recursos naturales, y los saberes bioculturales tradicionales, además de aumentar las ya existentes desigualdades monetarias en la región, producto del favorecimiento institucional (gobierno, normatividad, mercado) hacia las unidades más mercantilizadas.

En este sentido, finalmente, una ruta diferente a explorar es la valoración de otras formas de aprovechamiento del territorio, que también lo definen, como ya algunas unidades lo practican en los subsistemas agrícola, forestal y pecuario, dejando la puerta abierta hacia la exploración de estrategias de agroforestería como posible camino para alcanzar grados mayores de sustentabilidad en el socioecosistema mezcalero de la región Queréndaro. Además de potenciar otras formas de economía diferentes a la de mercado, que también se encuentran

presentes ya en el socioecosistema, como es el caso de la economía del hogar, la reciprocidad y la pública.

## Conclusiones

El metabolismo social rural del socioecosistema mezcalero de la región Queréndaro en el estado de Michoacán, posee relaciones con su ambiente construidas a través de cientos de años, permitiéndole poseer un valioso grado de tradición en términos bioculturales y de diversidad en sus prácticas productivas, confiriéndole identidad propia.

Dicha diversidad logra agrupar a través de tres categorías los patrones que muestran la complejidad en la región, pero que al mismo tiempo respetan la variabilidad presente, evitando caer en reduccionismos. De tal manera que se pueden agrupar las unidades de análisis de acuerdo con sus relaciones, procesos y elementos entre la naturaleza y la sociedad. Así que las categorías C1 y C2 son unidades conservadas en lo tradicional; pero que al mismo tiempo deben convivir con expresiones en transición hacia lo industrial, como la unidad de la categoría C3.

En este sentido la relación que tiene C3 con la naturaleza es de producción mucho más utilitaria, generando mayores beneficios rentistas, pero dejando mayores externalidades negativas en términos ecológicos y sociales para la tradición biocultural de la región. Dicha condición establece el punto de partida diferenciador con las categorías C1 y C2, generando que los intercambio en la apropiación, transformación y comercialización del mezcal con el resto la naturaleza y la sociedad sean desiguales entre categorías que deben convivir en una misma región.

Lo anterior ha originado una tendencia o marcha hacia la transición mercantil de las formas tradicionales que no pueden competir como iguales; debido al ingreso

de grandes capitales que ven en el auge del mezcal una oportunidad de magnificar sus rentas; y por otro, los marcos políticos y normativos están respaldando dichos cambios a través de la exclusión de las Unidades Familiares de Producción Tradicional, y sus formas diversas de relacionarse con su contexto natural y valores bioculturales superiores a los económicos propiamente.

Esto abre la interrogante ¿se pueden desarrollar estos sistemas en un mismo espacio territorial (lo local), sin generar conflictos ecológicos, sociales o económicos?; o si, por el contrario, esta región en particular está transitando inevitablemente hacia sistemas industriales, tal como sucedió con el tequila durante los siglos XIX y XX, y en el que se encuentran inmersas muchas regiones y estados de la República mexicana hoy, donde los grandes capitales nacionales y extranjeros ingresaron mercantilizando los saberes tradicionales y los recursos bioculturales de las localidades mezcaleras.

Esto confirma la posición actual de las comunidades rurales como sitios que transitan hacia una mercantilización de su bioculturalidad, en tanto, son sometidas a las fuerzas del mercado como una vía para mantenerse a flote como unidades familiares de producción, siendo sus dinámicas diferentes en términos ecológicos y sociales (más sustentables). Inevitablemente quedando en clara desventaja frente a expresiones concebidas para funcionar bajo la competencia salvaje del mercado global, al cual no le interesa el valor de lo tradicional, más allá de si es o no un buen negocio.

Dejando en aviso que los beneficios que las unidades con metabolismos de tendencia más industrial están obteniendo mayores beneficios monetarios a costa

de la sobreexplotación de los saberes tradicionales y los recursos naturales, externalizados en sus costos finales; pero al mismo tiempo, las unidades con los metabolismos de corte más tradicional están siendo sometidas por los industriales, puesto que ideológicamente es la única manera de subsistir en los mercados competitivos local, nacional y global. Es previsible que, sin un blindaje institucional claro, la mercantilización de los saberes tradicionales y la degradación de los recursos naturales asociados tenderán a desaparecer.

Sin embargo, el socioecosistema mezcalero de la región Queréndaro a partir de sus relaciones metabólicas tradicionales existentes, presentes en las categorías C1 Y C2, dejan en claro que una estrategia para mejorar la sustentabilidad de la región, sería posible a partir de investigar a detalle las prácticas de manejo y conservación de los recursos apropiados, que a lo largo del tiempo les ha dado resultados positivos a las unidades más apegadas a sus saberes, siendo las instituciones académicas, como la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, y el Campus Morelia de la UNAM, un importante actor en este proceso de investigación y difusión de la cultura científica dirigida tanto a los productores como a los tomadores de decisión.

Al mismo tiempo las instituciones gubernamentales deben generar políticas de apoyo a estas expresiones desfavorecidas por el mercado, no solo monetarios, sino acciones que contribuyan al fortalecimiento de las instituciones y autoridades locales para la conservación y valorara los bienes naturales y culturales que poseen.

Adicionalmente, se encontró que la diversificación es clave para mantener un equilibrio entre las dimensiones básicas de la sustentabilidad, en la medida que

tender a especializarse en la producción de mezcal aumenta las externalidades negativas para los ecosistemas proveedores de los recursos naturales, y los saberes bioculturales tradicionales, además de incrementar las desigualdades monetarias ya existentes en la región, producto del favorecimiento hacia las unidades más mercantilizadas.

En este sentido, otra estrategia por explorar tendría que ser la valoración de otras formas de aprovechamiento del territorio que además también lo definen (como algunas unidades ya lo practican en los subsistemas agrícola, forestal y pecuario), dejando la puerta abierta hacia la exploración de estrategias de agroforestería como posible camino hacia alcanzar grados mayores de sustentabilidad en el socioecosistema mezcalero de la región Queréndaro.

Finalmente, es importante desatacar que la sustentabilidad de las unidades de análisis varía entre e intra categorías, en tanto depende de las formas en cómo se hacen las apropiaciones del medio natural, es decir, no todas las unidades son sustentables por el hecho de ser de una categoría. Esta premisa permitió determinar que la sustentabilidad no es una característica del tipo de mezcal, sino de los productores, pues son sus relaciones culturales, su historia y su relación con el ecosistema los que hacen que este elemento se construya. Seguir apostando por un único sistema de producción especializado, no solo destruye la naturaleza y sus recursos, sino también las prácticas tradicionales de apropiación de esta, que la han conservado en gran medida, aunque solo sea en cierto grado.

## Perspectivas de investigación

- El cultivo de magueyes criollos (*Agave inaequidens*), se presenta como una de las alternativas para afrontar la progresiva disminución de las poblaciones silvestres, pero las tecnologías y el aprendizaje para el cultivo aún están en niveles exploratorios; y aunque ya existen muchas experiencias de las unidades de producción familiar para permitir el rápido desarrollo de las técnicas requeridas, los investigadores tienen un importante rol en la caracterización, sistematización, y experimentación de estas prácticas con el fin de responder a las interrogantes relacionadas con los temas de la domesticación y control de las plagas, que cada vez son más resistentes y diversas.
- Existe un campo bastante amplio en la exploración de los productos y subproductos que se pueden derivar del proceso de elaboración de mezcal, entre los cuales están, los bioplásticos, biotextiles, aglomerados, pellets, alimentos, entre otros; considerados como alternativa para diversificar y dar mayor valor agregado a los recursos, que muchas veces son considerados como residuos, sin embargo, estas alternativas dejan una preocupación por un posible aumento o aceleración en la pérdida de riqueza ecológica y biocultural.

Esta situación plantea un dilema sobre los modelos de producción donde la satisfacción de las necesidades básicas rurales locales empieza a competir con las demandas urbanas globales como la recreación con

bebidas alcohólicas, el uso de polímeros alternativos, nutrición alternativa, construcción “verde”, energías renovables, entre otras.

- Una de las contradicciones del capitalismo es el sometimiento tanto de la sociedad como de los recursos de la naturaleza, con el único fin de alcanzar mayor riqueza monetaria. Lo anterior es el principio de la reflexión hacia una sociedad contradictoria, en la que no hay más valores que los valores de cambio, negando los valores de uso, de tal manera que se debe encontrar en los valores de uso la forma en cómo la naturaleza y la sociedad se resisten a ser convertidos en mercancías.

En este caso se requiere de la exploración de alternativas para el desarrollo y la sustentabilidad de las comunidades rurales, dentro de las cuales está la región Queréndaro y muchas más en América Latina. En tanto, las maneras de subvertir al sistema no son esperando que sus contradicciones internas lo derrumben. Es a ello, pues, que desde la academia estamos llamados a encontrar las maneras para revertir este sistema perverso.

## Literatura citada

- Aguirre-Dugua, X., & Eguiarte, L. E. (2013). Genetic diversity, conservation and sustainable use of wild *Agave cupreata* and *Agave potatorum* extracted for mezcal production in Mexico. *Journal of Arid Environments*, 90, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.10.018>
- Altonji, J. G., Paxson, C. H., & Paxson, C. H. (2015). *Board of Regents of the University of Wisconsin System University of Wisconsin Press Labor Supply , Hours Constraints , and Job Mobility*. 27(2), 256–278.
- Apostolopoulou, E., Greco, E., Adams, W., Apostolopoulou, E., Greco, E., Adams, W., Offsetting, B., Greco, E., & Adams, W. M. (2020). *Biodiversity Offsetting and the Production of ' Equivalent Natures ' : A Marxist Critique To cite this version : HAL Id : halshs-02441026 Biodiversity Offsetting and the Production of ' Equivalent Natures ' : A Marxist Critique*.
- Aragão, A., & Giampietro, M. (2016). An integrated multi-scale approach to assess the performance of energy systems illustrated with data from the Brazilian oil and natural gas sector. *Energy*, 115, 1412–1423. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.06.058>
- Arellanes Cancino, Y., Arellanes Cancino, N., & Ayala Ortiz, D. A. (2017). El tianguis de cambio de Pátzcuaro, Michoacán a través del Metabolismo Social desde Mesoamérica hasta el siglo XXI. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 27(50). <https://doi.org/10.24836/es.v27i50.489>
- Arreola Pompa, V., Pérez akaki, P., & Santacruz Villaseñor, I. (2018). Activación de

- un SIAL para el desarrollo local. El caso de la denominación de origen mezcal en Michoacán. In *El Desarrollo Local en Construcción Sistemas productivos locales y desarrollo territorial* (pp. 1–23).
- Artigues, P. M., & Calvet, J. G. (2007). El modelo de fondas y flujos y la escala de los procesos productivos. *Investigacion Economica*, 66(259), 133–165.
- Arto Olaizola, I. (2009). El metabolismo social del País Vasco desde el análisis de flujos materiales. *Revista de Economía Crítica*, 8, 43–80.
- Astier, M., Masera, O., y Galván-Miyoshi, Y. (2008). Evaluación de sustentabilidad. In *Un enfoque dinámico y multidimensional*.
- Ayala, D. A. (2018). *Paradigmas ambientales del desarrollo y la sustentabilidad*. 13, 28–30.
- Bilxen c, Colnago P, González N, Márquez C, C. M. (2007). *Indicadores de sustentabilidad para la agricultura urbana*. SEMINARIO DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO EN ESPACIOS RURALES IBEROAMERICANOS.
- Blanco, E., José, S., & Rica, C. (2015). Efectos sociales y ambientales de las actividades productivas en la región Atlántico/Caribe de Costa Rica: Un análisis desde el metabolismo social. 1990-2015. *Revista Digital Del Laboratorio de Etnología* Maria Eugenia Bozzoli Vargas, 25(2), 3–20.  
<https://doi.org/10.15517/cat.v25i2.21927>
- Brown, B. Hanson, M. Liverman, D. Merideth, R. (2011). Global Sustainability: Toward Definition. *Environmental Management*, 6, 713–719.
- Cadillo Benalcazar, J., Aguirre Fernández de Lara, R., Fraga Ramos, E., Rosero Asqui, G., Llive Córdor, F., Meneses Játiva, P., Arroba Benítez, F., Liger

- Cisneros, B., Jaramillo Proaño, S., Verdesoto Escobar, S., Gualapuro Gualapuro, M., Quispe, B., Parra, R., Jarrín, P., Barrera, M., Santillán, V., Sorman, A., Cevallos Sierra, J., Diaz-Maurin, F., ... Ramos, J. (2015). *Potencial de la gramática del MuSIASEM en la representación del análisis de la sostenibilidad*. November, 22. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4140.2321>
- Calderón. (2016). Agricultura urbana familiar en una ciudad media en Chiapas. Implicaciones para la sustentabilidad urbana. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 26.
- Carrillo Morales, N., Moreno Escobar, D., & Hernandez Paredes, E. (2007). *Estudio Sobre El Impacto Que Las Modificaciones a La Nom-070 Traeran a la industria del mezcal*. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Chavez-Parga, M. D. C., Pérez Hernández, E., & González Hernández, J. C. (2016). Revisión del agave y el mezcal. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 18(1). <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n1.49552>
- Clark, B., Foster, J. B., Longo, S. B., Clark, B., Foster, J. B., & Longo, S. B. (2019). Metabolic Rifts and the Ecological Crisis. *The Oxford Handbook of Karl Marx*, 650–658. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190695545.013.38>
- Clavijo, C. (2013). *La agricultura urbana en Quito: análisis de la sustentabilidad de las huertas de tres proyectos*. 1–117.
- Coll-Hurtado, A., & Sánchez Salazar, M. T. (1999). La minería en el Obispado de Michoacán a mediados del siglo XVIII. *Investigaciones Geográficas*, 1(39), 109–121. <https://doi.org/10.14350/rig.59087>
- Colunga-García Marín, P., Larqué Saavedra, A., Zizumbo-Villarreal, E., Zuzumbo-

- Villareal, D., & Ramírez Carrillo, L. A. (2008). En lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. In *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán* (Vols. 245–246). <http://www.cirsociales.uady.mx/revUADY/pdf/245-6/ru245-612.pdf>
- Colunga-garciamarin, P. (2015). *Agave Distillation. August*.
- Colunga-GarcíaMarín, P., Estrada-Loera, E., & May-Pat, F. (1996). Patterns of morphological variation, diversity, and domestication of wild and cultivated populations of agave in Yucatan, Mexico . *American Journal of Botany*, 83(8), 1069–1082. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1996.tb12805.x>
- Colunga-GarcíaMarín, P., Zizumbo-Villarreal, D., & Martínez, J. (2007). Tradiciones en el aprovechamiento de los agaves mexicanos: una aportación a la protección legal y conservación de su diversidad biológica y cultural. *En Lo Ancestral Hay Futuro: Del Tequila, Mezcales y Otros Agaves*, 229–248. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5192.1441>
- Consejo Regulador del Mezcal. (2019). *Informe Estadístico 2018*. [www.crm.org.mx](http://www.crm.org.mx)
- Cordón, M. R., & Toledo, V. M. (2008). La importancia conservacionista de las comunidades indígenas de la Reserva de Bosawás, Nicaragua : un modelo de flujos. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 7(0), 43-60–60.
- Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., & Norgaard, R. (2014). An Introduction to Ecological Design. In *The Ecological Design and Planning Reader*. [https://doi.org/10.5822/978-1-61091-491-8\\_19](https://doi.org/10.5822/978-1-61091-491-8_19)
- Delgado Lemus, A. M., Torres García, I., Larson Guerra, J., Abbdelmassih Jiménez,

- D., & Illsley Granich, C. (2021). *Mezcalla: para conocer los mezcales michoacanos*.
- Díaz, D. T., & Cárdenas, V. T. (2010). El análisis de componentes principales en la interpretación de sistemas agroecológicos para el manejo de Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal para el cultivo de la caña de azúcar. *Idesia*, 28(1), 23–32. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292010000100004>
- Figueredo, C. J., Casas, A., Colunga-GarcíaMarín, P., Nassar, J. M., & González-Rodríguez, A. (2014). Morphological variation, management and domestication of “maguey alto” (*Agave inaequidens*) and “maguey manso” (*A. hookeri*) in Michoacán, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-66>
- Fischer-kowalski, A. M., & Haberl, H. (2016). *Icaria Editorial metabolismo socioeconómico*. 19(19), 21–33.
- Foster, J. B. (2013). Marx and the Rift in the Universal Metabolism of Nature. *REVIEW OF THE MONTH*, 65(7).
- García-Frapolli, E., Toledo, V. M., & Martínez-Alier, J. (2008). Adaptations of a Yucatec Maya multiple-use ecological management strategy to ecotourism. *Ecology and Society*, 13(2). <https://doi.org/10.5751/ES-02627-130231>
- García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación de la investigación interdisciplinaria* (gedisa). <https://doi.org/10.18682/jcs.v0i6.582>
- García Rodríguez, L., Gracia, M. A., Bello Baltazar, E., & Aldasoro Maya, E. M. (2018). Metabolismo social y ecoturismo: la problemática de los residuos en isla Holbox, Quintana Roo, México. *Nova Scientia*, 10(20), 779.

<https://doi.org/10.21640/ns.v10i20.1401>

- Gatto, M. (1995). *Sustainability: Is it a Well Defined Concept?* 5(4), 1181–1183.
- Gaytán, M. S. (2018). The perils of protection and the promise of authenticity: Tequila, mezcal, and the case of NOM 186. *Journal of Rural Studies*, 58(December 2017), 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.12.017>
- Gaytán, M. S., & Bowen, S. (2015). Naturalizing neoliberalism and the de-Mexicanization of the tequila industry. *Environment and Planning A*, 47(2), 267–283. <https://doi.org/10.1068/a130281p>
- Georgescu-Roegen, N. (1977). Ecological Salvation : Thermodynamic Analysis. *BioScience*, 27(4), 266–270.
- Giampietro, M. (1997). Socioeconomic pressure, demographic pressure, environmental loading and technological changes in agriculture. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 65, 201–229.
- Giampietro, M. (2016). *Multiple-Scale Integrated Assessments of Societal Metabolism : Integrating Biophysical and Economic Representations across Scales* Author ( s ): Mario Giampietro and Kozo Mayumi Source : *Population and Environment* , Vol . 22 , No . 2 , *Societal Metabolism* . 22(2), 155–210.
- Giampietro, M., Mayumi, K., & Bukkens, S. G. F. (2001). Multiple-scale integrated assessment of societal metabolism: An analytical tool to study development and sustainability. *Environment, Development and Sustainability*, 3(4), 275–307. <https://doi.org/10.1023/A:1020864009411>
- Glavič, P., & Lukman, R. (2007). Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production*, 15(18), 1875–1885.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.12.006>

González Acevedo, A., & Toledo, V. (2016). Metabolismos Rurales: Indicadores económico ecológicos y su aplicación a sistemas cafeteros. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 26(0), 223–237.

González de Molina, M., & Toledo, V. (2011). *Metabolismos, naturaleza e historia: Hacia una teoría de las transformaciones socioecológicas*. [http://www.amazon.es/Metabolismos-naturaleza-historia-transformaciones-socioecológicas/dp/8498883466/ref=sr\\_1\\_2/280-6628631-5818952?ie=UTF8&qid=1397148144&sr=8-2&keywords=González+de+Molina,+Manuel;Toledo,+Victor+M.](http://www.amazon.es/Metabolismos-naturaleza-historia-transformaciones-socioecológicas/dp/8498883466/ref=sr_1_2/280-6628631-5818952?ie=UTF8&qid=1397148144&sr=8-2&keywords=González+de+Molina,+Manuel;Toledo,+Victor+M.)

González de Molina, M., & Toledo, V. (2014). Social Metabolism. In *Routledge Handbook of Ecological Economics*. <https://doi.org/10.4324/9781315679747-14>

Guzmán, G., & González de Molina, M. (2008). *Transición socio-ecológica y su reflejo en un agroecosistema del sureste español (1752-1997)*. 7, 81–96.

Haberl, H., Erb, K. H., Krausmann, F., Gaube, V., Bondeau, A., Plutzer, C., Gingrich, S., Lucht, W., & Fischer-Kowalski, M. (2007). Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(31), 12942–12947. <https://doi.org/10.1073/pnas.0704243104>

Haberl, H., Wiedenhofer, D., Pauliuk, S., Krausmann, F., Müller, D. B., & Fischer-Kowalski, M. (2019). Contributions of sociometabolic research to sustainability science. *Nature Sustainability*, 2(3), 173–184. <https://doi.org/10.1038/s41893->

019-0225-2

Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Lucio, P. (2006).

*METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. McGraw Hill.

Herrera-Camacho, J., Modesto Sánchez, N., & Martínez-Palacios, A. (2015).

Prospectiva estratégica para el aprovechamiento del bagazo residual de Agave generado al producir Mezcal en Michoacán. In *X Congreso Internacional de Gestión, Calidad y Competitividad Empresarial* (Issue October 2015).

Illsley Granich, C. (2013). *Manual de manejo campesino de magueyes mezcaleros*

*silvestres* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

INEGI. (2009a). Indaparapeo, Michoacan de Ocampo. In *Prontuario de información*

*geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*.

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/16/16040.pdf>

INEGI. (2009b). *Queréndaro, Michoacan de Ocampo*.

INEGI. (2020). *Tabulador de la Encuesta Intercensal 2020*.

Infante-Amate, J., González de Molina, M., & Toledo, V. (2017). Historia, métodos y

principales aportaciones. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 27,

130–152. [http://www.redibec.org/IVO/rev19\\_01.pdf](http://www.redibec.org/IVO/rev19_01.pdf)

Klink, F. A., & Alcántara, V. (1994). De la economía ambiental a la economía

ecológica. In *Centro de Investigación de la Paz-ECOSOCIAL*.

[http://www.sidalc.net/cgi-](http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=IDEA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000286)

[bin/wxis.exe/?IsisScript=IDEA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&exp-](http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=IDEA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000286)

[resion=mfn=000286](http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=IDEA.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000286)

- Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., Erb, K. H., Haberl, H., & Fischer-Kowalski, M. (2009). Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*, 68(10), 2696–2705. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.05.007>
- Krausmann, F., Wiedenhofer, D., Lauk, C., Haas, W., Tanikawa, H., Fishman, T., Miatto, A., Schandl, H., & Haberl, H. (2017). Global socioeconomic material stocks rise 23-fold over the 20th century and require half of annual resource use. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(8), 1880–1885. <https://doi.org/10.1073/pnas.1613773114>
- Kuhlman, T Farrington, J. (2010). What is sustainability? *Sustainability*, 2, 3436–3448. [http://www.buyteknet.info/fileshare/data/ambides\\_lect/Sostenible.pdf](http://www.buyteknet.info/fileshare/data/ambides_lect/Sostenible.pdf)
- L J Pearson , L Pearson, C. J. P. (2010). Sustainable urban agriculture: Stocktake and opportunities. *Internacional Journal of Agricultural Sustainability*, 8, 7–19.
- Larson, J., Valenzuela-zapata, A. G., & Illsley, C. (2010). Del whisky escocés al mezcal : diferenciación y etiquetado , desarrollo y conservación. In *Del tequila los mezcales y otros agaves* (pp. 213–228).
- López García, F., & Toledo, V. (2017). Metabolismos rurales: diagnóstico de una comunidad indígena en Oaxaca, México. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 28(0), 1–36.
- López, J. de J. H. (2018). El mezcal como patrimonio social: de indicaciones geográficas genéricas a denominaciones de origen regionales. *Em Questão*, 24(2), 404. <https://doi.org/10.19132/1808-5245242.404-433>
- Marín, C., Juan, J., & Carlos, R. (2009). Tecnología agrícola tradicional en la

- producción de vino mezcal (mezcal y tequila) en el sur de Jalisco, México. *Revista de Geografía Agrícola*, 42, 65–82.
- Martínez, A., Joan, & Roca, J. (2013). *Economía Ecológica y Política Ambiental* (Tercera Ed).
- Marull, J., Cattaneo, C., Gingrich, S., de Molina, M. G., Guzmán, G. I., Watson, A., MacFadyen, J., Pons, M., & Tello, E. (2019). Comparative Energy-Landscape Integrated Analysis (ELIA) of past and present agroecosystems in North America and Europe from the 1830s to the 2010s. *Agricultural Systems*, 175(May), 46–57. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.011>
- Marvasti, A. (2011). Qualitative Research in Sociology. *Qualitative Research in Sociology*. <https://doi.org/10.4135/9781849209700>
- Marx, K. (1887). Capital: A Critique of Political Economy. *Library*, 1.
- Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (1999). SUSTENTABILIDAD Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES: El marco de evaluación MESMIS. In *GRUPO INTERDISCIPLINARIO DE TECNOLOGIA RURAL APROPIADA A.C.*
- Mayumi, K., & Giampietro, M. (2000). *Multiple-Scale Integrated Assessment of Societal Metabolism : Introducing the Approach Author ( s ): Mario Giampietro and Kozo Mayumi Multiple-Scale Integrated Assessment Societal Metabolism : Introducing the Approach Istituto Nazionale of*. 22(2), 109–153.
- Naciones Unidas. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*.
- Napoles Alvarez, C., Martínez Castro, L., Ambriz Cervantes, L., Guillén Rodríguez, S., Torres, I., Santillán, E., & Toral Paz, J. (2015). Proceso de elaboración del

mezcal artesanal en Michoacán. *Aspectos Sobre El Manejo y La Conservación de Agaves Mezcaleros En Michoacan, July*, 117–124.

Naredo, J. (2004). Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible. *Cuadernos de Investigación Urbanística*, 41, 7–18.  
<https://doi.org/10.20868/ciur.2004.41.1032>

Odum, E. P., Warrett, G. W. coaut., & Aguilar Ortega, M. T. (2006). *Fundamentos de ecología*.

Ortega, T., Mastrángelo, M., Villaroel, D., Piaz, A., Noellemeyer, E., & et al. (2014). Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas: reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos. . *Investigación Ambiental*, 6, 106–122.

Ortiz-Avila, T., & Masera Cerutti, O. (2008). Subsidios y estrategias de producción campesina: el caso de Casas Blancas, México. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 7(0), 61–80.

Ozkaynak, B., Devine, P. J., & Rigby, D. (2004). *Operationalising Strong Sustainability: Definitions, Methodologies and Outcomes*. 13(3), 279–303.

Park, J. (2014). Land rent theory revisited. *Science and Society*, 78(1), 88–109.  
<https://doi.org/10.1521/isis.2014.78.1.88>

Pengue, W. A. (2017). *Fundamentos de economía ecológica*. December.

Plascencia de la torre, M. F., & Peralta Gordon, L. M. (2018). Análisis histórico de los mezcales y su situación actual, desde una perspectiva ecomarxista. *EUTOPIA*, 14, 23–42.

Pothukuchi. (2004). Community food assessment: A first step in planning for

- community food security. *Journal of Planning Education and Research*, 23(4), 356–377.
- Raskin, P. (2006). *World Lines. Pathways, Pivots, and the Global Future*. Tellus Institute.
- Recalde, M., & Ramos-Martin, J. (2012). Going beyond energy intensity to understand the energy metabolism of nations: The case of Argentina. *Energy*, 37(1), 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.07.011>
- Red Temática Productos Forestales No Maderables. (2018). *Declaratoria de la Tercera Reunión Nacional de Manejadores de Maguey Forestal*.
- Reina, J. D. (2013). *Metabolismo Social: Hacia la sustentabilidad de las transiciones socio ecológicas urbanas*. 1–155. <http://www.bdigital.unal.edu.co/12514/>
- Rodríguez-Huerta, E., Rosas-Casals, M., & Hernández-Terrones, L. M. (2019). Water societal metabolism in the Yucatan Peninsula. The impact of climate change on the recharge of groundwater by 2030. *Journal of Cleaner Production*, 235, 272–287. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.310>
- Rodríguez Zoya, L. G. (2017). Complejidad, interdisciplina y política en la teoría de los sistemas complejos, de Rolando García. *Civilizar*, 17(33), 221–242. <https://doi.org/10.22518/16578953.910>
- Roldán, P. L. (1996). *La construcción de tipologías : metodología de análisis*. 9–29.
- SAGARPA. (2015). *Plan Rector del sistema producto maguey mezcal de michoacán*.
- Saito, K. (2014). The Emergence of Marx ' s Critique of Modern Agriculture. *Monthly Review*, IV.

- Scheidel, A., & Farrell, K. N. (2015). Small-scale cooperative banking and the production of capital: Reflecting on the role of institutional agreements in supporting rural livelihood in Kampot, Cambodia. *Ecological Economics*, 119, 230–240. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.09.008>
- Schwarz, J., & Mathijs, E. (2017). Globalization and the sustainable exploitation of scarce groundwater in coastal Peru. *Journal of Cleaner Production*, 147, 231–241. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.067>
- SEGOB. (2016). *NOM-070-SCFI-2016, Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones*.  
[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5472787&fecha=23/02/2017](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5472787&fecha=23/02/2017)
- Singh, S. J., Fischer-Kowalski, M., & Chertow, M. (2020). Introduction: The metabolism of islands. *Sustainability (Switzerland)*, 12(22), 1–8. <https://doi.org/10.3390/su12229516>
- Tarrés, M. L. (2001). *Observar, escuchar y comprender (Primera ed)*. El Colegio De México.
- Tello, E., Garrabou, R., & Cussó, X. (2008). Una interpretación de los cambios de uso del suelo desde el punto de vista del metabolismo social agrario. La comarca catalana del Vallès, 1853-2004. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 7(0), 97–115.
- Toledo, V. M., & de Molina, M. G. (2007). EL METABOLISMO SOCIAL: LAS RELACIONES ENTRE LA SOCIEDAD Y LA NATURALEZA. In *Paradigma ecológico en las ciencias sociales* (pp. 1–23). <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>

- Toledo, V. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones*, 136, 41–71.
- Toledo, V. (2008). Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. *Revibec: Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 7(0), 1-26–26.
- Toledo, V, & García-Frapolli, E. (2008). Metabolismos rurales: una perspectiva iberoamericana. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 7(January).
- Torres-García, I. (2016a). *Aprovechamiento De Agaves Mezcaleros En El Centro De México: Una Aproximación Socio – Ecológica Para Su Manejo Sustentable*. February, 182.
- Torres-García, I. (2016b). Distribución , aprovechamiento y manejo del maguey alto en el Estado de Michoacán , aportes para encaminar su sustentabilidad. *ResearchGate*, July 2015, 14.
- Torres-García, I., Rendón-Sandoval, F. J., Blancas, J., Casas, A., & Moreno-Calles, A. I. (2019). The genus Agave in agroforestry systems of Mexico. *Botanical Sciences*, 97(3), 263–290. <https://doi.org/10.17129/botsci.2202>
- Torres Flórez, M., Valencia Aguirre, V., & González Acevedo, A. (2018). *VALORACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD A TRAVÉS DEL MATABOLISMO RURAL EN LAS FINCAS CAFETERAS EL PORVENIR Y LOS PINOS DEL MUNICIPIO DE BELÉN DE UMBRÍA, RISARALDA*. [Universidad Tecnológica de Pereira]. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76887-8%0Ahttp://link.springer.com/10.1007/978-3-319-93594-2%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409517-5.00007->

3%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41559-019-0877-3%0Aht

Torres García, I., & Hernández López, J. de J. (2016). Declaratoria de la Segunda Reunión de Manejadores de Maguey Forestal. *Tecno Agave, Revista de La Cadena Del Agave y Sus Derivados*, 44, 46–50.

Torres, I., Blancas, J., León, A., & Casas, A. (2015). TEK, local perceptions of risk, and diversity of management practices of *Agave inaequidens* in Michoacán, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-015-0043-1>

Torres, I., Casas, A., Vega, E., Martínez-Ramos, M., & Delgado-Lemus, A. (2015). Population Dynamics and Sustainable Management of Mescal Agaves in Central Mexico: *Agave potatorum* in the Tehuacán-Cuicatlán Valley. *Economic Botany*, 69(1), 26–41. <https://doi.org/10.1007/s12231-014-9295-2>

UNEP. (2019). *Putting the Environment At the Heart of People ' S Lives*. 44.

Vásquez-Moreno, C. (2013). A conceptual framework to assess urban agriculture's contributions to urban sustainability. *Journal of Urban Sustainable Development*, 5(2), 200–224.

Velázquez-torres, D., & Castillo-Villanueva, L. (2015). Sistemas complejos adaptativos, sistemas socio-ecológicos y resiliencia. *Quivera*, 17(2), 11–32.

Walter A, S.-Z., Leonardo A, R.-O., & Javier, Á.-D. C. (2012). Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos / Conceptual framework for understanding the sustainability of social-ecological systems. *Ecología Austral VO* - 22, 1, 74.

<https://login.ezproxy.net.ucf.edu/login?auth=shibb&url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1667.782X201200010008&site=eds-live&scope=site>

Zizumbo-Villarreal, D., & Colunga-GarcíaMarín, P. (2008). Early coconut distillation and the origins of mezcal and tequila spirits in west-central Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55(4), 493–510. <https://doi.org/10.1007/s10722-007-9255-0>

Zizumbo-Villarreal, D., González-Zozaya, F., Olay-Barrientos, A., Almendros-López, L., Flores-Pérez, P., & Colunga-GarcíaMarín, P. (2009). Distillation in Western Mesoamerica before European contact. *Economic Botany*, 63(4), 413–426. <https://doi.org/10.1007/s12231-009-9103-6>

Zuberman, F., & Fernández, L. (2016). El metabolismo social en la cuenca baja del plata: Un análisis desde los outputs para evaluar las transformaciones del entorno bioproductivo. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica (REVIBEC)*, 26(26), 155–166.

## Anexos

### Anexo 1. Entrevista semiestructurada a profundidad

#### ENTREVISTA PRODUCTORES DE MEZCAL REGIÓN QUERÉNDARO

Hola Muy buenos días/tardes,

Mi nombre es David Orlando Ramírez Naranjo, soy estudiante de maestría de la UMSNH y estoy realizando una investigación que se denomina "METABOLISMO SOCIAL DE LA PRODUCCIÓN DE MEZCAL TRADICIONAL EN EL MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN: recomendaciones para un sistema sustentable". La información que me facilite en esta entrevista será exclusivamente para fines de investigación, no pudiendo ser utilizada de forma nominal ni se facilitará a terceros.

#### **Información del productor**

- ¿Es originario de aquí / toda su vida ha vivido aquí?
- ¿A qué se dedicaban sus papás?
- ¿Desde hace cuánto se dedica a la producción de mezcal? ¿Quiénes participan en la producción?
- ¿Cuántas parcelas tiene?
- ¿Cuál es la diferencia de su mezcal al de los otros productores de la región?
- ¿Cuál es el principal problema para que usted pueda producir su mezcal?

#### **Cultivo**

- ¿Cultiva el maguey que usa para su producción? ¿Cuántas parcelas tienen?
- ¿Dónde están, están lejos o cerca de su casa? ¿En qué meses cultiva? ¿Por qué?
- ¿Cuánto dura el ciclo agrícola? ¿Qué semilla utiliza? ¿De dónde las obtiene (semillas)? ¿Utiliza algún fertilizante? ¿Cuál fertilizante? ¿Precio?
- ¿Dónde obtienen los magueyes silvestres? ¿Cerca o lejos de su casa?
- ¿Actualmente siembre/encuentra silvestre diferentes especies de maguey? ¿cuales?
- ¿Lo que tiene sembrado o encuentra silvestre le alcanza para la producción de todo el año?
- ¿Cuántas hectáreas tiene su parcela?
- ¿Tienen animales en su parcela o realiza algún cultivo agrícola? ¿Cuáles? ¿Para que los utiliza? ¿Qué usa para abonar? ¿Obtienen algún beneficio económico de esto?

#### **Jima**

- ¿Como es el proceso de jima?
- ¿En qué meses lo hace? ¿Por qué? ¿Existe algo que le indique que ya debe cosecharse?

¿Qué herramientas utiliza para la jima del maguey?

### **Molienda**

¿Como es el proceso de molienda?

¿Qué herramientas o equipos utiliza para la molienda?

Cocción

¿Como es el proceso de cocción?

¿Qué herramientas o equipos utiliza para la cocción? ¿Qué otras cosas necesitan (madera, gas)? ¿Cuánto? ¿Dónde la/lo consigue?

Fermentación

¿Como es el proceso de fermentación?

¿Qué herramientas o equipos utiliza para la fermentación? ¿Qué otras cosas necesitan (pulque)? ¿Dónde lo compra?

### **Destilado**

¿Como es el proceso de destilado?

¿Qué herramientas o equipos utiliza para el destilado? ¿Qué otras cosas necesitan? ¿Cuánto? ¿Qué otras cosas necesitan (madera, gas)? ¿Cuánto?

¿Dónde la/lo consigue?

Embotellado

¿Embotella su propio mezcal?

¿Qué herramientas o equipos utiliza para el embotellado? ¿Qué otras cosas necesitan?

Proceso

¿Usted sabe cómo se hacia el mezcal de sus antepasados? ¿es diferente a como usted lo hace? ¿Qué cosas han cambiado?

¿Para usted que significa ser productor de mezcal tradicional? ¿Por qué lo hace?

¿Realizar esta actividad es redituable? ¿En que invierte sus ganancias?

¿En qué etapas del proceso de producción de mezcal requiere de agua?

¿Cuánta agua gasta al mes para su producción de mezcal?

¿En qué etapas del proceso de producción de mezcal requiere de energía eléctrica?

¿Cuánta energía eléctrica gasta al mes para su producción de mezcal?

¿Cuántos kg o toneladas de magueyes requiere para su producción mensual?

¿Qué material usa para la cocción del maguey?

¿Cuántos kg o toneladas de bagazo de maguey produce al mes?

¿Cómo dispone del bagazo de maguey que produce?

¿Qué otros residuos generan en su producción?

¿Cuántos trabajadores requiere o emplea al mes?

¿Cuántas horas al día trabajan sus empleados?

¿Cuánto ganan sus empleados al mes?

## Anexo 2. Encuesta productores categorizados

Fecha:

Nombre del productor:

Ubicación (Localidad):

Predio propio o arrendado:

Otro ¿Cuál? \_\_\_\_\_

Área total de sus terrenos:

### **MAT**

1. Área cultivada en maguey (por tipo de maguey):

2. ¿Cuántas personas trabajan en la jima del maguey cultivado?

3. ¿Cuántas de esas personas son de su núcleo familiar?

4. ¿Los miembros de la familia reciben remuneración económica por las actividades?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5. ¿Cuántas horas se trabajan por día?

6. ¿Cuántos días se trabajan en la semana?

7. ¿Cuántas horas son dedicadas al cultivo de maguey?

8. ¿Cuántos litros de mezcal produce al año por maguey cultivado?

9. Precio de venta por litro en la última cosecha:

10. ¿Comercializa los otros productos que cultiva? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

11. ¿Qué productos comercializa?

12. ¿Cuánto dinero gana por la venta de esos productos al mes?

13. ¿Consume los productos de sus predios? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

14. ¿Qué productos consume? ¿Qué cantidad a la semana?

15. ¿Contrata mujeres para actividades de cultivo y/o cosecha?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuántas? \_\_\_\_\_

16. ¿Contrata trabajadores temporales y/o permanentes? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Cuántas personas? \_\_\_\_\_

Pago por jornada: \_\_\_\_\_

¿Tipo de contrato (verbal, por obra/labor, indefinido, fijo)? \_\_\_\_\_

18. ¿Utiliza alguna clase de agroquímico?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuál/es? \_\_\_\_\_

19. ¿Cuál es el valor de los abonos y químicos para el cultivo?

20. ¿Qué insumos adicionales utiliza para el cultivo y jima de maguey?

21. ¿Cuánto cuesta cada insumo que requiere?

22. ¿Dónde comercializa sus productos? \_\_\_\_\_

### **MAU**

23. Área en maguey silvestre en ejido (por tipo de maguey):

24. ¿Cuántas personas trabajan en la jima del maguey silvestre?

25. ¿Cuántas de esas personas son de su núcleo familiar?

26. ¿Los miembros de la familia reciben remuneración económica por las actividades?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

27. ¿Cuántas horas se trabajan por día?

28. ¿Cuántos días se trabajan en la semana?

29. ¿Cuántas horas son dedicadas al maguey silvestre?
30. ¿Cuántos litros de mezcal produce al año por maguey silvestre?
31. Precio de venta por litro en la última cosecha:
32. ¿Comercializa los otros productos del cerro? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
33. ¿Qué productos comercializa?
34. ¿Cuánto dinero gana por la venta de esos productos al mes?
35. ¿Consume los productos del cerro? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
36. ¿Qué productos consume? ¿Qué cantidad a la semana?
37. ¿Contrata mujeres para actividades de cultivo y/o cosecha?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuántas? \_\_\_\_\_
38. ¿Contrata trabajadores temporales y/o permanentes para estas actividades?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuántas personas? \_\_\_\_\_
- Pago por jornada: \_\_\_\_\_
- ¿Tipo de contrato (verbal, por obra/labor, indefinido, fijo)? \_\_\_\_\_

**MAC**

39. ¿Sus predios cuenta con áreas de conservación (bosque/quebrada)?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuánto (extensión)? \_\_\_\_\_
40. ¿Recibe algún beneficio económico por estas áreas?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ ¿Cuánto dinero recibe? \_\_\_\_\_
41. ¿Recibe asistencia técnica para el cuidado del área en conservación? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
- ¿Por parte de quién? \_\_\_\_\_
42. ¿En el área de conservación realizan actividades como ecoturismo? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**MAS**

43. ¿Cuánto dinero invierte para la subsistencia de su familia (educación, recreación, vestuario, comida, salud, etc.) al año?
44. ¿Algún miembro de la familia trabaja por fuera de la unidad de producción?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
- ¿Cuántas personas? \_\_\_\_\_ ¿Cuánto dinero gana? \_\_\_\_\_
45. ¿Cuánto dinero recibe por la venta de mezcal?
- \_\_\_\_\_
46. ¿Suple sus necesidades básicas con los ingresos que obtiene del mezcal?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
- En caso de ser NO la respuesta ¿Cuál es la fuente de los ingresos adicionales que no provienen de la venta de mezcal?
- \_\_\_\_\_

### Anexo 3. Excel datos usados para cálculo de flujos

<b>Dato</b>	<b>Unidad</b>	<b>C1-P5</b>	<b>C2-P10</b>	<b>C3-P6</b>
<b>Temporada de producción</b>	mes	9	12	12
<b>Áreas cultivadas</b>	ha	2,5	5	100
<b>Área silvestre</b>	ha	Terreno ejidal	3	0
<b>Área conservada</b>	ha	Terreno ejidal	2	0
<b>Precio mezcal</b>	MNX	300	250	450
<b>Cantidad producida</b>	Litros/año	1100	1750	10000
<b>Cantidad madera extraída</b>	Ton/año	17	0	0
<b>Cantidad madera comprada</b>	Ton/año	30	80	333
<b>Precio compra madera</b>	MNX/ton	2000	1200	2000
<b>Cantidad de trabajadores</b>	jornal	3	2	15
<b>Pago jornal</b>	MNX/día	250	500	250
<b>Cantidad de jornales</b>	Jornal/mes	16	12	30

#### Anexo 4. Registro fotográfico salidas de campo



Figura 28. Registro fotográfico visitas de campo.



Figura 29. Registro fotográfico aplicación de entrevistas y encuestas.



Figura 30. Registro fotográfico mezcal y *A. inaequidens* de la región Queréndaro.