

METABOLISMOS SOCIO RURALES DEL MEZCAL EN LA REGIÓN QUERÉNDARO, MICHOACÁN, MÉXICO

David Orlando Ramírez-Naranjo¹, Dante Ariel Ayala-Ortiz^{2*}, Ricardo Musule-Lagunes³

¹Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM, Circuito Mario de la Cueva s/n, Ciudad de la Investigación en Humanidades, C. U. 04510 Ciudad de México, CDMX.

²Facultad de Economía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, Edif. T. 58030, Morelia, Michoacán, México.

³Instituto de Investigaciones Forestales, Universidad Veracruzana, Parque Ecologico "El Haya", Carretera Antigua a Coatepec. 91070, Xalapa-Enríquez, Veracruz, México.

*Autor de correspondencia: dante.ayala@umich.mx

RESUMEN

El análisis de la relación sociedad-naturaleza, ayuda a entender los complejos sistemas socioecológicos y las bases de su sustentabilidad. Esta investigación, analiza los componentes y relaciones del socioecosistema mezcal de la región Queréndaro, Michoacán, usando la metodología del metabolismo social rural, bajo un trabajo colaborativo con actores locales, a partir de entrevistas y encuestas semiestructuradas. Los resultados, permitieron identificar tres categorías de metabolismos presentes en la región, observando que los metabolismos tradicional (C1) y tradicional-híbrida (C2) muestran una mayor autosuficiencia, rentabilidad socioecológica y conexión con la conservación; mientras que el sistema semi-industrial (C3), presenta mayores beneficios económicos, asociados al incremento de externalidades negativas que afectan la diversificación productiva, el uso sustentable de recursos y la preservación de saberes tradicionales, elementos cardinales que contribuyen a la sustentabilidad de este socioecosistema. Como elementos para el manejo sustentable del socioecosistema mezcalero, se concluye que, las estrategias de conservación y diversificación de los metabolismos sociales rurales tradicionales (C1 y C2), son claves para un mejor mantenimiento y equilibrio entre las dimensiones básicas de la sustentabilidad, mientras se gesta una tendencia hacia el fortalecimiento de metabolismos especializados y tecnificados para la producción del mezcal (C3), los cuales, deberán ser regulados para evitar el aumento de las externalidades negativas, que recaen en los socioecosistemas proveedores de los recursos naturales y en detrimento de los saberes bioculturales locales.

Palabras clave: conocimientos tradicionales, conservación ambiental, desarrollo rural, economía agraria, sustentabilidad.

INTRODUCCIÓN

México, posee una amplia biodiversidad vegetal y se caracteriza por una alta endemidad de especies, particularmente, para los magueyes (*Agave spp*); existe evidencia que las culturas mesoamericanas, los cultivaban y empleaban de diversas formas, como la elaboración de bebidas alcohólicas fermentadas a base de la savia de varias especies de magueyes (Colunga-GarcíaMarín *et al.*, 1996). De hecho, la palabra mezcal, proviene del náhuatl mexcalli, mezcal cocido, de metl=maguey e ixcall=cocido (Colunga-GarcíaMarín *et al.*, 1996). Es

Citation: Ramírez-Naranjo DO, Ayala-Ortiz DA, Musule-Lagunes R. 2026. Metabolismos socio rurales del mezcal en la región Queréndaro, Michoacán, México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo
<https://doi.org/10.22231/asyd.v23i2.1760>

ASyD(23): 191-211

Editor in Chief:
Dr. Benito Ramírez Valverde

Received: January 20, 2025.
Approved: April 29, 2025.

Estimated publication date:
March 25, 2026.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International license.



un nombre genérico empleado en México, para referirse a las bebidas alcohólicas obtenidas por la destilación de los azúcares extraídos del tallo y base del maguey o agave y aplica incluso, para el tequila o mezcal de *Agave tequilana* (Hernández, 2018).

A inicios del siglo XVII, el *Agave tequilana*, ha sido altamente explotado, generándose procesos de intensificación agrícola, cambios en el uso del suelo y sustitución de germoplasma relativamente diverso por millones de plantas genéticamente idénticas (Larson *et al.*, 2007). Este metabolismo social (agroindustrial), ha provocado procesos de baja sustentabilidad, en la forma de organizar el intercambio de materia, energía e información entre el entorno natural y social (González y Toledo, 2014). Mantener el metabolismo de producción tequilero para el resto de los mezcales, podría implicar alarmantes riesgos con relación a la diversidad de los magueyes mezcaleros (Larson *et al.*, 2007), sus paisajes y tradición, en términos de cultura y conocimientos ancestrales (Torres *et al.*, 2015a).

Los posibles efectos socioecológicos de la tendencia hacia metabolismos de producción agroindustrial, han sido ampliamente consignados por autores como Figueredo *et al.* (2014), Larson *et al.* (2007), Plascencia y Peralta (2018), Torres *et al.* (2015a), Torres *et al.* (2015b), Zizumbo-Villarreal *et al.* (2013), Bautista (2020), quienes identificaron como relevantes: (i) el cambio de uso de suelo por desmonte para establecimiento de monocultivos, (ii) la baja en la densidad de inflorescencias, erosión y contaminación del suelo por plaguicidas y herbicidas, (iii) la reducción de la captura de agua por pérdida vegetal, (iv) la pérdida de magueyes silvestres y domesticados y (v) la transformación de la cultura mezcalera tradicional, producto de su sobreexplotación y mercantilización, entre otros.

Por lo que, es necesario, replantearse y planificar de qué forma se puede manejar la producción de los mezcales hacia grados mayores de sustentabilidad, considerando el auge actual de esta actividad, dentro de los estados de la República Mexicana, que ya cuentan con la denominación de origen del mezcal: Durango, Guerrero, Guanajuato, Michoacán, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas (Hernández, 2018).

La norma mexicana NOM-070-SCFI-2016, reconoce únicamente a tres tipos de esta bebida destilada, en función de su grado de pureza (100% puro o mixto) y modalidad de procesamiento: ancestral, tradicional y mezcal (este último, sin adjetivos adicionales, pero que, en la práctica, coloquialmente se conoce como “tecnificado”). Ramírez-Naranjo *et al.* (2024), hicieron una caracterización y clasificación de las diversas formas de producción mezcalera para la Región Queréndaro, Michoacán, bajo un enfoque socioecosistémico, que integró aspectos ecológicos, económicos, socioculturales y tecnológicos. Esta clasificación, encontró en la zona de interés, tres categorías: tradicional, tradicional-híbrida y semi-industrial.

Las dos primeras categorías (tradicional, tradicional-híbrido), se caracterizaron como sistemas que preservan las tradiciones típicas y ancestrales de la región y que, a la vez, deben coexistir con otros sistemas productivos en transición a la escala industrial, como las unidades de la categoría semiindustrial. La propuesta de clasificación, con un enfoque socioecosistémico, no solo integró las variables técnicas de la NOM-070-SCFI-2016, sino también otros aspectos, como la diversificación económica, las prácticas culturales y el tiempo de trabajo, entre otras variables relevantes, que permitieron una comprensión amplia de la diversidad de los sistemas de producción de mezcal en la región de estudio.

Con base en lo anterior, la investigación tuvo como objetivo, estimar la relación sociedad-naturaleza del socioecosistema mezcal de la región Queréndaro, Michoacán, desde el enfoque del metabolismo social rural. Partiendo de la hipótesis de que la especialización y tecnificación de los metabolismos socio rural en el socioecosistema mezcalero de Queréndaro, Michoacán, están asociadas a un incremento de externalidades socioambientales negativas y a la erosión de saberes bioculturales locales, como resultado del proceso de transición hacia un modelo agroindustrial, orientado al mercado internacional. La discusión de los resultados y conclusiones de este estudio, contribuye a ampliar el diálogo científico, hacia la construcción de socioecosistemas de producción de mezcal más sustentables.

MARCO TEÓRICO

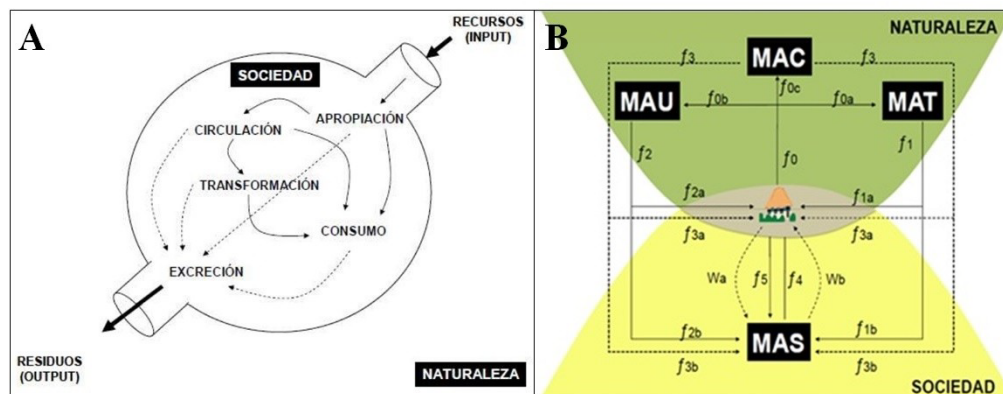
El enfoque del metabolismo social rural, permite representar cómo una sociedad, establece la forma de organizar el intercambio de materia, energía e información con su entorno natural (González y Toledo, 2014). Este enfoque, se ha utilizado como base teórica, para entender el cambio socioambiental producto de la crisis ecológica de la sociedad moderna, así como instrumento metodológico, para el análisis del comportamiento biofísico de las economías. En las últimas décadas, este concepto, se analiza de forma cuantitativa y se realizan estudios abordando temas tan diversos como la salud humana, el desarrollo y el crecimiento económico, abordando problemas, tanto urbanos como rurales (González y Toledo, 2014; Toledo y García-Frapolli, 2008). Los análisis del metabolismo social centrados en el estudio de comunidades, municipios y contexto rurales, han tomado mayor relevancia en Latinoamérica, donde se articulan, los intercambios ecológicos y económicos, en territorios concretos. El modelo base del metabolismo social rural, propuesto por González de Molina y Toledo (2014), empieza cuando una unidad de apropiación, individuo, familia, comunidad, empresa, etcétera, realiza el acto de apropiarse y transformar ecosistemas, para satisfacer sus necesidades. 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, a su espacio social (González y Toledo, 2018).

Esta acción de apropiación, determina y es determinada al mismo tiempo, por otros procesos que conforman el modelo básico del metabolismo social (Figura 1A), los cuales son: transformación, cambio físico o químico de los productos apropiados de la naturaleza; circulación, proceso de intercambio de productos transformados y no transformados entre unidades de apropiación; consumo, proceso de satisfacción de las necesidades abastecidas en los anteriores procesos (apropiación, transformación y circulación) y, 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 y Toledo, 2014).

El metabolismo social rural, articula cada unidad de apropiación, con cuatro ambientes o universos de interacción material (González y Toledo, 2018). Estos ambientes, se agrupan en dos grandes tipos: ecológicos y sociales.

Dentro de los ambientes ecológicos, se distinguen tres medios: (1) Medio Ambiente Transformado (MAT), corresponde a aquellos ecosistemas que han sido total o parcialmente modificados por la acción humana; (2) Medio Ambiente Utilizado (MAU), se refiere a ecosistemas que mantienen su estructura, dinámica y arquitectura originales, ya que la apropiación humana, no altera sustancialmente sus funciones ecológicas; y Medio Ambiente Conservado (MAC), se refiere a zonas destinadas a la conservación, desde las cuales, se obtienen servicios ambientales, sin intervención directa significativa (González y Toledo, 2014).

El cuarto ambiente, es de tipo social, se trata del Medio Ambiente Social (MAS). Este se configura en el proceso de circulación e intercambio entre diferentes unidades de apropiación. En otras palabras, el MAS representa el espacio social ampliado, donde se desarrollan las relaciones económicas de la unidad productiva con otros actores o redes sociales más amplias (González y Toledo, 2018).



Fuente: González de Molina y Toledo (2014).

Figura 1. A. El modelo base del metabolismo social. B. Modelo de flujos del metabolismo social rural, MAT (Medio Ambiente Transformado), MAU (Medio Ambiente Utilizado), MAC (Medio Ambiente Conservado) y MAS (Medio Ambiente Social).

METODOLOGÍA

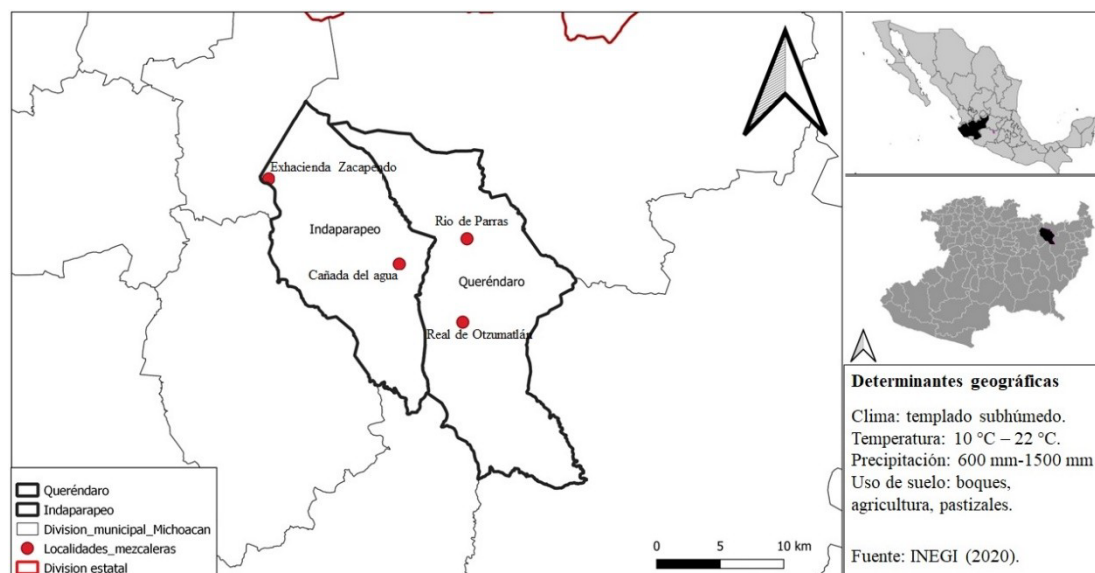
Sitio de estudio

La región productora de mezcal de Queréndaro, ubicada en el estado de Michoacán, México, está conformada por dos municipios. El municipio de Queréndaro, cuenta con 13,836 habitantes; 42.8% de ellos, forma parte de la población económicamente activa, de los cuales, 65.9%, son asalariados. La distribución de la actividad económica es: sector primario (31.16%), servicios (30.85%), secundario (20.83%) y comercial (16.00%) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía-INEGI, 2020). Por su parte, el municipio de Indaparapeo, tiene una población de 16,990 habitantes, con 43.72% activos económicamente; de estos, 62.95%, son asalariados y 36.52%, no. Las actividades económicas, se reparten en los sectores secundario (36.06%), servicios (26.10%), primario (19.89%) y comercial (17.34%) (INEGI, 2020).

Existen cuatro localidades mezcaleras en estos municipios: Río de Parras, Real de Otzumatlán, Cañada del Agua y Exhacienda Zacapendo (Figura 2). Actualmente estas localidades, producen mezcal usando especies de maguey silvestre, como el *Agave inaequidens* (alto o criollo), el *Agave cupreata* (chino) y *Agave tequilana* (chato o azul) (Ramírez-Naranjo *et al.*, 2024).

Método

Se hizo una identificación de elementos y procesos del metabolismo social rural. Primero, se aplicaron 16 entrevistas semiestructuradas, a familias productoras



Fuente: elaboración propia, con datos de INEGI (2020).

Figura 2. Ubicación del socioecosistema mezcalero, región Queréndaro, Michoacán.

de mezcal en la región de estudio. Segundo, se realizaron actividades participativas con los actores locales (observación participante), durante ocho jornadas de trabajo. Tercero, se transcribieron y codificaron inductivamente, las entrevistas y observaciones participantes, usando el software Atlas.ti 8.4, por medio de la vinculación de los códigos a los espacios paisajísticos señalados en González y Toledo (2014) y que se explica metodológicamente, en Toledo y García-Frapolli (2008), como se visualiza en la Figura 1B, de tal manera que, se identificaron las actividades correspondientes, a cada uno de los flujos de las estructuras metabólicas presentes en el socioecosistema de producción de mezcal para la región de estudio (Cuadro 1).

Cuarto, se construyeron cuantitativamente, las estructuras metabólicas para cada una de las categorías propuestas por Ramírez-Naranjo *et al.* (2024). Debido a factores como: esfuerzo requerido en términos logístico, tiempo y dinero para realizar la cuantificación de los flujos metabólicos, se decidió trabajar una muestra no probabilística, con dos representantes por categoría, según clasificación realizada por Ramírez-Naranjo *et al.* (2024), es decir, tradicional, tradicional-híbrida y semi-industrial. Se realizaron cuatro visitas de campo, programadas de entre uno a dos días cada una, para las 6 unidades productivas seleccionadas (24 visitas de campo en total).

La cuantificación de los flujos del metabolismo, se hizo a través de una encuesta al jefe de familia. Los criterios de elección de los representantes por categoría fueron: la antigüedad, nivel de accesibilidad a los datos, nivel de confianza con el jefe de familia, este factor es de importancia, puesto que los datos

Cuadro 1. Flujos metabólicos de la región de estudio.

Espacios paisajísticos	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, por extracción de madera (leña), resinas o jima de maguey silvestre.
MAC		F0c	Cantidad de dinero en horas, dedicadas al cuidado del bosque, asistencia técnica, investigación y ecoturismo.
MAT	F1	F1a	Valor en dinero de los bienes de consumo familiar apropiados.
		F1b	Venta del mezcal proveniente del maguey cultivado.
		F2a	Venta de otros cultivos u otros bienes (cremas de mezcal).
MAU	F2	F2a	Valor de la madera utilizada en la unidad de producción.
		F2b	Venta de mezcal proveniente de maguey silvestre.
			Venta de madera.
MAC	F3	F3a	Valor de los servicios ambientales.
		F3b	Valor de los servicios ambientales.
MAS	W	Wa	Valor del trabajo independiente.
		Wb	Valor del trabajo contratado.

Fuente: elaboración propia, a partir del análisis elaborado en Atlas.ti 8.4.

que se solicitaron para el mapeo del metabolismo, requieren de la confianza investigador-productor, en la medida que la información que se suministra, es de corte personal y confidencial y finalmente, representativa de la categoría. En los casos que el productor no contaba con alguno de los datos o flujos requeridos, se realizaron mediciones y cálculos en campo, a través de las visitas programadas, lo que fue el común denominador en la mayoría de los flujos metabólicos. Una vez obtenidos los flujos metabólicos de las dos unidades productivas por categoría, se ponderan los valores o flujos metabólicos, para obtener un valor promedio aproximado por categoría. Para estandarizar la información y comparar las tres categorías analizadas, todos los datos fueron convertidos a pesos mexicanos por año (MXN/año), costo estimado de los flujos metabólicos asociados en el Cuadro 1. Finalmente, se hizo la integración de resultados (Cuadro 2), bajo los indicadores del metabolismo social rural, propuestos por González y Toledo (2018).

RESULTADOS

El metabolismo del socioecosistema mezcalero de la región Queréndaro, es una compleja red de relaciones entre las unidades de producción (familias productoras) y el entorno socio-natural que le rodea. En la Figura 3, se presentan las estructuras metabólicas para cada categoría analizada, las cuales,

Cuadro 2. Indicadores del metabolismo social rural.

Indicador	Descripción	Ecuación	Interpretación
Beneficio económico	Se calcula como la diferencia de la sumatoria de los flujos que entran de la naturaleza a la unidad familiar y la sociedad y la sumatoria de los flujos que entran de la sociedad y la unidad familiar a la naturaleza.	$(F_1 + F_2 + F_3) - (F_0 + W_b)$	Permite identificar si el metabolismo está generando excedentes (beneficios) de dinero o tiempo.
Rentabilidad económica	Se calcula como el cociente entre el indicador beneficio económico y los flujos que salen de la unidad familiar hacia la naturaleza.	$((F_1 + F_2 + F_3) * (F_0 + W_b)) / F_0$	Permite determinar el porcentaje de rentabilidad en dinero o tiempo, cuando se apropia 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.	$(F_4 + W_a) - (F_5 + W_b)$	Permite identificar si la unidad de producción gana dinero o si por el contrario, el sistema requiere dinero o mano de obra del exterior.
Autosuficiencia económica	Este indicador, es la representación en porcentaje de los productos extraídos de la naturaleza, que se destinan para autoconsumo, entre el valor total de los productos o recursos que fluyen hacia la sociedad.	$((F_{1a} + F_{2a} + F_{3a}) / ((F_1 + F_2 + F_3)))$	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.

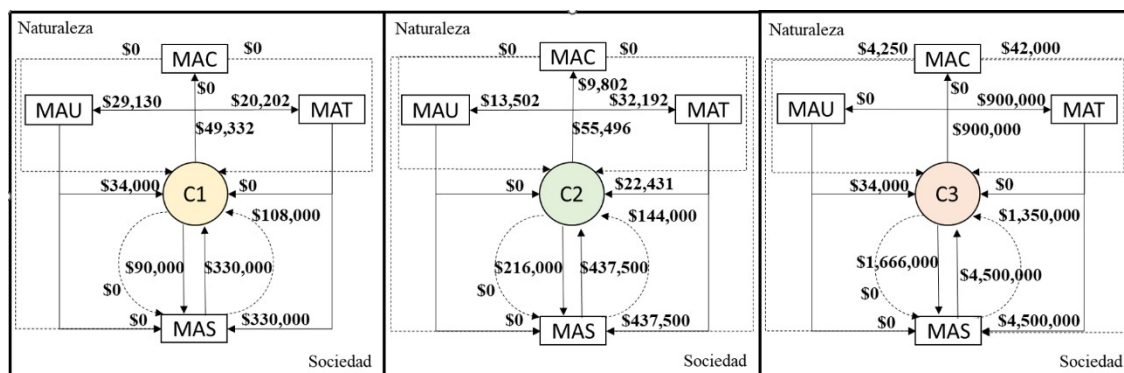
Fuente: adaptación propia con base en los indicadores propuestos por González y Toledo (2018).

se desarrollarán a continuación junto a sus indicadores económico-ecológicos correspondientes.

Estructuras metabólicas por categorías

C1 (Unidad de producción tradicional): para los casos de estudio de esta categoría, las unidades de producción extraen del Medio Ambiente Utilizado (MAU), leña para autoconsumo y parte de las demandas requeridas en el proceso de cocción y destilado del mezcal, esto representó un valor de \$34,000 MNX/año. Al mismo tiempo, se extraen piñas de maguey silvestre (*A. inaequidens*), que representan un ingreso por venta de mezcal de \$150,000 MNX/año. En estas actividades, las unidades de producción invierten \$19,202 MNX/año (1,080 horas/año) de trabajo en cuidados y proceso de extracción en el bosque (tala de árboles y jima de maguey silvestres principalmente), así como \$10,000 MNX/año de insumos, como gasolina para la camioneta, mantenimiento de herramientas, cuidado de burros, entre otros.

Del Medio Ambiente Transformado (MAT), las unidades de producción familiar extraen piñas de maguey cultivadas (*A. inaequidens* y *A. cupreata*), que representó un ingreso por venta de mezcal de \$180,000 MNX/año promedio, también una inversión de tiempo requerida para cuidados y extracción de las piñas de \$10,202 MNX/año (576 horas/año aproximadamente) y un valor cercano a \$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 Medio Ambiente Conservado (MAC), las unidades de producción, reciben indirectamente, servicios ambientales como son el aire y el agua, pero para este caso particular, las unidades no reciben ni devuelve algún flujo directamente, como cuidados al bosque para su conservación, uso de éste para ecoturismo o pago por servicios ambientales.



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Estructuras metabólicas mezcaleras promedio de la región Queréndaro. C1: Unidad de producción tradicional; C2: Unidad de producción tradicional-híbrida; C3: Unidad de producción semi-industrial.

Finalmente, la relación entre las unidades de apropiación familiar y el Medio Ambiente Social (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 promedio y por otro, dos flujos de salida de \$90,000 MNX/año y \$108,000 MNX/año, por pago de bienes o servicios familiares y pago a la mano de obra contratada respectivamente (Cuadro 3).

C2 (Unidad de producción tradicional-híbrida): para el caso de estudio de esta categoría, se trabajó con unidades de producción que extraen del MAU piñas de maguey silvestre (*A. inaequidens*), que les representa un ingreso por venta de mezcal de \$125,000 MNX/año promedio. En estas actividades, las unidades invierten \$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 en insumos (gasolina para la camioneta, mantenimiento de herramientas, cuidado de los animales de carga, entre otros).

Del MAT, las unidades de producción familiar, extraen piñas de maguey cultivadas (*A. Inaequidens*, *A. cupreata* y *A. angustifolia*), lo que les representa un ingreso por venta de mezcal de \$312,000 MNX/año promedio 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. También se extraen alimentos como duraznos, peras, lechugas, aguacate, huevo, pescado, pollo, etcétera., cultivados y criados por las unidades productivas

Cuadro 3. Estructura metabólica C1 (tradicional).

Flujos	Actividad	Costo promedio (MNX/Año)
F _{0a}	Horas e insumos dedicadas al maguey cultivado	20,202
F _{0b}	Horas e insumos dedicadas al maguey silvestre	29,130
F _{0c}	Cuidado del bosque	0
F₀	Suma F_{0a} + F_{0b} + F_{0c}	49,332
F _{1a}	Consumo familiar (cultivo o cría de animales)	0
F _{1b}	Venta de mezcal cultivado	180,000
F _{1b}	Venta de mezcal silvestre	150,000
F₁	Suma F_{1a} + F_{1b}	330,000
F _{2a}	Valor de la madera extraída	34,000
F _{2b}	Venta de madera	0
F₂	Suma F_{2a} + F_{2b}	34,000
F _{3a}	Ingresos y horas dedicadas al ecoturismo	0
F _{3b}	Valor de asistencia técnica y científica	0
F₃	Suma F_{3a} + F_{3b}	0
F₄	Suma de F1b + F2b + F3b	330,000
F₅	Vestuario, alimentación, educación, energía, etcétera.	90,000
W _a	Trabajo independiente	0
W_b	Trabajadores contratados	108,000

Fuente: elaboración propia.

en un solar para autoconsumo; esto representaría un valor aproximado en el mercado de \$22,431 MNX/año y una inversión en trabajo de \$3,188 MNX/año (180 horas/año).

Con respecto a la relación entre las unidades 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 \$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 proporciona, especialmente, el servicio 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 las unidades 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 promedio, 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 (Cuadro 4).

C3 (Unidad de producción semi-industrial): para los casos de estudio de esta categoría, se trabajó con una unidad de producción donde la unidad familiar, no se involucra en el socioecosistema descrito. Este metabolismo, entonces no extrae ningún recurso de manera directa del MAU. Mientras que, del MAT, las unidades de producción, extraen todas las piñas de maguey (*A. cupreata* y *A. azul*), lo que le representa un ingreso por venta de mezcal de \$4'500,000

Cuadro 4. Estructura metabólica C2 (tradicional-híbrida).

Flujos	Actividad	Costo promedio (MNX/Año)
F _{0a}	Horas e insumos dedicadas al maguey cultivado	32,192
F _{0b}	Horas e insumos dedicadas al maguey silvestre	13,502
F _{0c}	Cuidado del bosque	9,802
F₀	Suma F_{0a} + F_{0b} + F_{0c}	55,496
F _{1a}	Consumo familiar (cultivo o cría de animales)	22,431
F _{1b}	Venta de mezcal cultivado	312,500
F _{1c}	Venta de mezcal silvestre	125,000
F₁	Suma F_{1a} + F_{1b} + F_{1c}	459,931
F _{2a}	Valor de la madera extraída	0
F _{2b}	Venta de madera	0
F₂	Suma F_{2a} + F_{2b}	0
F _{3a}	Ingresos y horas dedicadas al ecoturismo	0
F _{3b}	Valor de asistencia técnica y científica	0
F₃	Suma F_{3a} + F_{3b}	0
F₄	Suma de F1b + F2b + F3b	437,500
F₅	Vestuario, alimentación, educación, energía, etcétera.	216,000
W _a	Trabajo independiente	0
W_b	Trabajadores contratados	144,000

Fuente: elaboración propia.

MNX/año promedio y una inversión en insumos (principalmente, fertilizantes y plaguicidas) de \$900,000 MNX/año y ningún miembro de la familia, le dedica tiempo para alguna actividad más allá de la administración de la empresa. Con respecto a la relación entre las unidades de apropiación y el MAC, estas reciben ingresos de \$42,000 MNX/año promedio por ecoturismo y \$4,251 MNX/año, equivalente al asesoramiento técnico que reciben 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 promedio de mezcal y por otro lado, 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 (Cuadro 5).

Estructuras metabólicas por categorías – casos de estudio

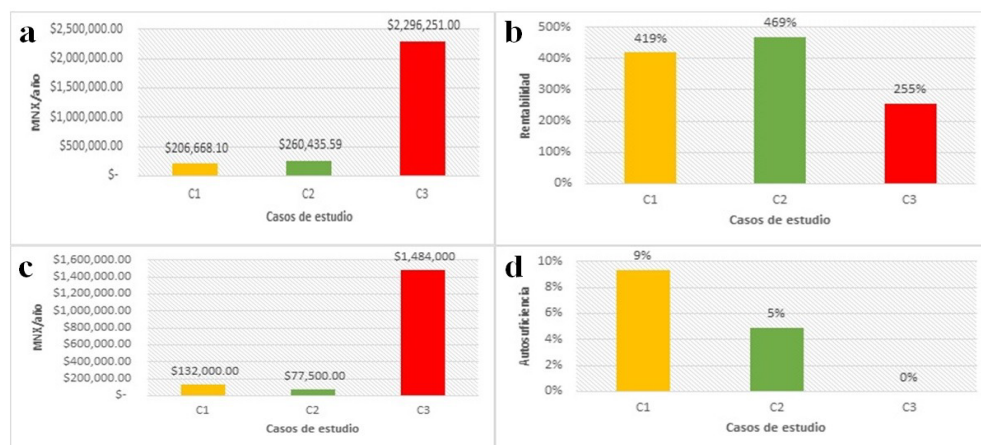
Los indicadores del metabolismo social rural, para las tres categorías estudiadas, fueron estimados con base en los flujos previamente definidos en la sección de métodos y se muestran en la Figura 4.

I1 (Beneficio económico-ecológico): este indicador, corresponde a la diferencia entre el dinero que ingresa a la unidad de producción familiar por venta del mezcal y el dinero invertido por parte de la unidad de producción en las unidades paisajísticas, debido al tiempo y uso de los insumos (MAC, MAU, MAT). Este, se calculó por cada categoría como $(F_1+F_2+F_3)-(F_0+W_b)$ (Figura 4a).

Cuadro 5. Estructura metabólica C3 (semi-industrial).

Flujos	Actividad	Costo promedio (MNX/Año)
F_{0a}	Horas e insumos dedicadas al maguey cultivado	900,000
F_{0b}	Horas e insumos dedicadas al maguey silvestre	0
F_{0c}	Cuidado del bosque	0
F_0	Suma $F_{0a} + F_{0b} + F_{0c}$	900,000
F_{1a}	Consumo familiar (cultivo o cría de animales)	0
F_{1b}	Venta de mezcal cultivado	4'500,000
F_{1c}	Venta de mezcal silvestre	0
F_1	Suma $F_{1a} + F_{1b} + F_{1c}$	4'500,000
F_{2a}	Valor de la madera extraída	0
F_{2b}	Venta de madera	0
F_2	Suma $F_{2a} + F_{2b}$	0
F_{3a}	Ingresos y horas dedicadas al ecoturismo	42,000
F_{3b}	Valor de asistencia técnica y científica	4,251
F_3	Suma $F_{3a} + F_{3b}$	46,251
F_4	Suma de $F_{1b} + F_{2b} + F_{3b}$	4'500,000
F_5	Vestuario, alimentación, educación, energía, etcétera.	1'666,000
W_a	Trabajo independiente	0
W_b	Trabajadores contratados	1'350,000

Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Indicadores del metabolismo social. a) Beneficio económico-ecológico (I1); b) Rentabilidad económica-ecológica (I2); c) Balance de flujos económica-ecológica (I3) y d) Auto subsistencia económica-ecológica (I4).

Para este indicador, el beneficio surge de la diferencia entre el dinero que reciben los productores, en comparación con lo que invierten en horas de trabajo e insumos. De tal manera que, esto indica si los sistemas son eficientes en términos económicos, en la medida que se recibe un mayor ingreso, con una menor inversión en recursos y tiempo de trabajo. Los resultados deseables para este indicador, convergen con la siguiente tendencia: entre mayor sea el indicador, mayor será la utilidad económica.

Sin embargo, es importante considerar que, una mayor utilidad económica, no en todos los casos se correlaciona positivamente con los impactos hacia la unidad paisajística de la que se está apropiando. Por lo tanto, es importante tener cuenta una relación de equilibrio entre estos aspectos. De manera general, mayores cuidados a la unidad paisajística, podrían implicar una disminución de las utilidades económicas, pero mayores impactos positivos al medio ambiente.

Analizando los resultados por categorías, se encontró que C3, tiene más utilidades económicas que las categorías C1 (tradicional) y C2 (tradicional-híbrida). Esto se debe a la cantidad de litros de mezcal producida, donde C3, produce aproximadamente, cinco veces más que lo que producen C1 y C2. Además, C1 y C2, tienen una 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, únicamente interactúa con el MAT, externalizando los recursos que indirectamente utiliza del MAU y MAC, como el agua, el aire y los alimentos que consume.

I2 (Rentabilidad económica-ecológica): se entiende como la tasa de ganancia o pérdida que genera cada unidad de paisaje, contrapuestas con las horas e

insumos invertidos 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 categoría se representan en la Figura 4b.

Se observó que, al contabilizar los costos de la mano de obra de la familia y la mano de obra contratada, en las tres categorías (C1, C2 y C3), las unidades paisajísticas, permiten a los productores obtener rentabilidad económica. Aunque, la rentabilidad económica fue mayor para C2 y C1 y se observó que esta, aumentó en la medida que fue mejor aprovechada la diversidad de recursos (mejor apropiación por parte de los productores), entre los que se encuentran frutas, vegetales, animales y la madera para autoconsumo, así como, el aprovechamiento de agaves silvestres.

Adicionalmente, los casos C2 y C1, no presentaron alta inversión destinada a pagos por mano de obra, ya que toda la familia, se encuentra inmersa en los procesos de apropiación de las unidades de paisaje, mientras que dentro de la unidad C3, esto no ocurrió, puesto que no se 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, invierte una considerable cantidad económica en el uso de fertilizantes y plaguicidas, mientras que C2 y C1, no lo hacen. Con base en todo lo anterior, se entiende el por qué la unidad de apropiación familiar en las categorías C2 y C1, obtuvo una mayor rentabilidad de los recursos que extrae y aprovecha de la naturaleza.

I3 (Balance de flujos económico-ecológica): este indicador, muestra la diferencia entre las entradas y salidas de dinero, en la unidad de apropiación familiar y el MAS. Mediante su cálculo (Figura 4c), se cuantificaron los ingresos recibidos por la venta del mezcal u otras actividades y a estos, se les sustrajo 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 proporciona a la familia como parte de autoconsumo. Se calculó de la siguiente forma: $(F4+Wa)-(F5+Wb)$.

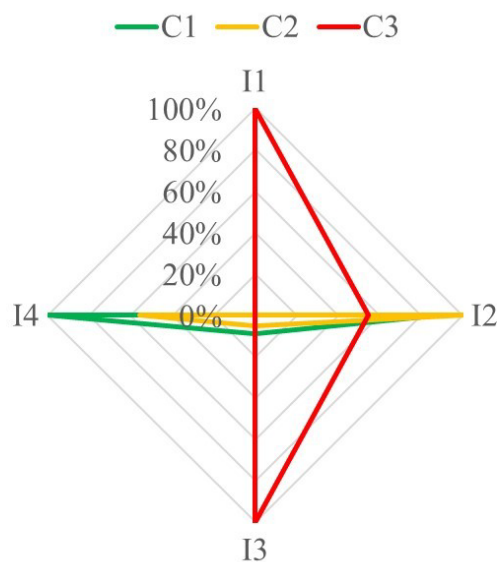
En síntesis, la base de los flujos de este indicador, permitió evaluar la capacidad de cada tipo de unidad de apropiación familiar para la generación de dinero, por lo que, un valor positivo, implica ganancia. En la Figura 4c, se observa que los tres casos, reflejaron ganancias monetarias, aunque C3, fue ampliamente superior en comparación con las ganancias que recibieron anualmente C1 y C2. Esto puede deberse en primer lugar, al alto volumen en litros de mezcal que se procesan en C3 por año, donde se produce aproximadamente hasta 400% más mezcal al año, que las producciones de C1 y C2. Adicionalmente, también se debe considerar el valor promedio de venta (precio) por litro de mezcal, el cual, para C3, es 80% superior al de C2 y el doble que C1. Lo anteriormente descrito, explica por qué C2, fue la categoría que obtuvo las menores ganancias.

I4 (Auto subsistencia económico-ecológica): este indicador, mide el grado de autosuficiencia de las unidades de producción. Entre mayor sea este porcentaje, se puede interpretar que hay una mayor cantidad de jornales, dinero y alimentos dedicados a la producción y sostenimiento de la unidad de producción familiar. Por otro lado, valores bajos, indican que el destino de los productos, se dirige principalmente, hacia el resto de la sociedad. En otras palabras, valores altos, señalan que se está priorizando la autosuficiencia, antes que los intercambios mercantiles y viceversa. Su cálculo fue: $(F1a + F2a + F3a) / (F1 + F2 + F3)$.

En general, se observó (Figura 4d) que los tres casos, mostraron un nivel de autosuficiencia bajo. Esto se asocia principalmente, a la alta dependencia de los tres casos estudiados por su particular tipo de materia prima, los agaves, ya sean estos, silvestres o cultivados, que finalmente, son transformados en mezcal, para después mayoritariamente, venderse al mercado. Se identificaron escasas prácticas de regeneración de la especie y la aplicación de técnicas agrícolas de cultivo y cría, que busquen incentivar e incrementar el autoconsumo de estas empresas en la región. De hecho, para el caso particular de C3, se encontró que la autosuficiencia fue nula.

En el caso de C1, este valor fue mayor, en comparación con C2, debido a que C1, 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. En contraste, C2 sí ha realizado procesos de reforestación en el MAC y actualmente, no extrae madera de ninguna unidad de paisaje directamente, es decir, su demanda de madera, es abastecida completamente, por la compra por parte de proveedores del mercado de aserraderos locales regionales, al igual que para el caso de C3.

Integración de indicadores: los metabolismos de las diferentes categorías, se comportan de una manera particular y esto se puede observar en la Figura 5. La representación del metabolismo de C3, llama la atención por su individual comportamiento; esta categoría, mostró tendencias hacia la agroindustrialización, claramente contrastante con las estructuras diferentes, observadas en las categorías C1 y C2, quienes representan a los metabolismos más tradicionales. Es muy notoria la tendencia de C3, hacia el incremento de indicadores relacionados con los beneficios rentistas para la unidad de apropiación (I1) y eficiencia económica (I3), lo anterior, debido a su carácter ligado a relaciones de economía de mercado; contrariamente a las relaciones que C1 y C2 presentaron, las cuales se caracterizaron por estar más cercanas a procesos tradicionales y plurales de la economía, razón por la cual, presenta indicadores más positivos para autosuficiencia (menor dependencia de la economía de mercado) y rentabilidades socioecológicas (beneficios para la naturaleza y las familias productoras).



Fuente: elaboración propia.

Nota: para la integración de los indicadores, se realizó un tratamiento de normalización de los datos (escalando el valor más alto como 100%), con la finalidad de lograr una estandarización y visualización de la información.

Figura 5. Integración radial de indicadores del metabolismo social mezcalero.

DISCUSIÓN

Los metabolismos rurales del socioecosistema mezcalero tradicional de la región Queréndaro, son sistemas complejos, en los que convergen diversos tipos de interacciones. Las unidades estudiadas, presentaron diferencias entre categorías, pero también, dentro de las categorías se observaron, patrones claros de agrupamiento, con base en sus relaciones con el resto de la sociedad y la naturaleza. En este sentido, se identificó que de las tres clases de metabolismos que conviven en este espacio territorial; dos de ellas, son más cercanas entre sí (C1 y C2) y una, considerablemente separada de las otras (C3).

La divergencia observada en la categoría C3, se asocia a su relación particular con la naturaleza, producción muy cercana a lo que se conoce como agroindustrial, generando mayores beneficios económicos, pero dejando mayores externalidades negativas en términos ecológicos y socioculturales (Delgado-Lemus *et al.*, 2014; Figueredo *et al.*, 2014; Plascencia y Peralta, 2018; Torres, *et al.*, 2015a). Esto, se genera producto de la cantidad y frecuencia de extracción de recursos naturales (MAC, MAU y MAT) que mantiene C3, en comparación a C1 y C2, que defienden una relación con la naturaleza más recíproca, a través de flujos de ida y regreso, es decir, así como se extraen recursos, se devuel-

ven algunas acciones de conservación y cuidados (Figura 3). Condición que establece la diferencia esencial entre los metabolismos de las dos categorías de productores tradicionales (C1 y C2) y el metabolismo desequilibrado semi-industrial.

Con respecto a lo anterior, trabajos recientes como los de Cuervas *et al.* (2019), Espejel *et al.* (2019), García-Benítez *et al.* (2024) y Ramírez-Naranjo *et al.* (2024), tratan el socioecosistema mezcalero en México, pero ninguno lo hace bajo el enfoque (marco teórico metodológico) del metabolismo social rural. Sin embargo, sí existen antecedentes reportados para otros tipos de sistemas rurales, como los trabajos de Blanco (2015); García-Frapolli *et al.* (2008), González y Toledo (2018), Guzmán y González (2008), Ortiz-Ávila y Masera (2008), Tello *et al.* (2019) y Zubermañ y Fernández (2016).

Estas investigaciones, coinciden a nivel general con la investigación realizada en cuanto a: (i) orden y coherencia de las diferentes actividades metodológicas, midiendo los flujos de intercambio y obteniendo valores medios; (ii) la forma de identificación y medición del esfuerzo invertido por los productores (trabajo) en cada actividad productiva; (iii) la identificación de bienes y servicios, derivados tanto de la autosuficiencia como del mercado; y (iv) la unidad de medida utilizada, 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.

En este contexto, la investigación permitió generar un perfil o estructura metabólica para el análisis integral de los recursos que se apropia una 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, etcétera) y la fuerza laboral que vendan ocasionalmente. De manera particular, se encontraron similitudes con García-Frapolli *et al.* (2008), en donde las comunidades rurales mayas de la península de Yucatán, fueron analizadas, 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 su autosubsistencia, siendo el mayor porcentaje de tiempo y esfuerzo invertido en la producción de bienes y servicios para el mercado.

Esto muestra, 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, tal como encontraron García-Benítez *et al.*, (2024), en su análisis al sistema de producción mezcalero artesanal de Puebla. 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 (Plascencia y Peralta, 2018).

También, al contrastar los resultados de un análisis comparativo entre tres tipos de productores forestales rurales del ejido Casas Blancas, Michoacán (Ortiz-Ávila y Maserá, 2008), con los resultados del presente estudio, se identificó un patrón inverso al encontrado, para el metabolismo del socioecosistema de mezcal tradicional, ya que la categoría de productores forestales más diversificada (agrosilvopastoril) en el trabajo de Ortiz-Ávila y Maserá (2008), fue la que mejores eficiencias económicas presentó; caso contrario a lo que se puede observar para la región Queréndaro, donde las más diversificadas (C1 y C2), fueron las que obtuvieron los indicadores de balance y eficiencia económica inferiores.

Lo anterior, puede atribuirse a las características regulatorias y de mercado de venta del mezcal, el cual, prioriza y privilegia a los productores certificados, quienes pueden vender su producto a un mayor precio y adicionalmente, acceder a un amplio mercado global demandante; este mercado internacional, cuenta con una percepción muy diferente a la nacional del producto y generalmente, está dispuesto a pagar un mayor precio por el mezcal (se deben considerar también, las ventajas por el cambio de divisas), al presentarse como un producto muy peculiar en su tipo y acceso, aspectos también mencionados en el trabajo de García-Benítez *et al.* (2024).

Por otro lado, en los estudios antes mencionados de Ortiz-Ávila y Maserá (2008) y García-Benítez *et al.* (2024), se identificó que las políticas nacionales y federales, están encaminando a los sistemas forestales rurales campesinos diversificados hacia la conformación de sistemas cada vez más especializados, lo que podría impactar negativamente en la agrobiodiversidad, generando una pérdida de la misma, así como una disminución de la autosuficiencia de las familias productoras; situación a la cual, también se enfrenta el socioecosistema mezcalero tradicional de la región Queréndaro. Esto apunta a que, un replanteamiento de la política nacional asociada a la producción de mezcal tradicional, incluyendo la Denominación de Origen Mezcal, debería tomarse en consideración.

Finalmente, González y Toledo (2018) y Torres y Valencia (2018), realizaron un análisis de los indicadores económico-ecológicos del metabolismo social rural de los sistemas cafeteros colombianos y sus diferentes categorías. Al comparar sus resultados con los obtenidos, en términos de los indicadores beneficio económico ecológico y balance económico ecológico, se confirma que la tendencia es que las categorías con metabolismos agroindustriales presentan los mayores beneficios económicos, en contraste con las categorías más cercanas a metabolismos tradicionales.

En cuanto al indicador de rentabilidad económico ecológico comparado frente a otro cultivo, 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 para las expresiones empresariales de producción (industriales), debido principalmente, a la internalización del valor monetario del trabajo familiar en las expresiones campesinas o tradicionales, situación también mencionada por González y Toledo (2018).

Frente al indicador de autosubsistencia económico-ecológica, los resultados encontrados para las expresiones empresariales, son congruentes en todos los casos comparados, con porcentajes muy bajos tendientes a cero; para el caso de las expresiones tradicionales, los resultados para el socioecosistema mezcalero de la región Queréndaro, preocupan en la medida que son muy bajos en comparación con sus homólogos de los sistemas comparados, planteando de nuevo, la incertidumbre de una transformación del metabolismo tradicional mezcalero, hacia metabolismos agroindustriales, situación ya mencionada en García-Benítez *et al.* (2024) y que esta investigación respalda.

CONCLUSIONES

Los procesos metabólicos del socioecosistema mezcalero rurales de la región Queréndaro, observan un gradiente de variación entre mayor y menor sustentabilidad, según las características de cada una de las tres categorías (i.e. estructuras metabólicas) aquí descritas. En este sentido, la relación que tienen la categoría semi-industrial (C1) con la naturaleza, es de tipo utilitaria, generando mayores beneficios rentistas, pero a costa de externalizar las relaciones de cuidado y conservación con las unidades paisajísticas con las que interactúan. Dicha condición, establece el punto de partida diferenciador entre las categorías de producción semi-industrial (C2) y tradicionales (C1), generando que los intercambios en la apropiación, transformación y comercialización del mezcal, con el resto la naturaleza y la sociedad, sean divergentes entre categorías que deben convivir en una misma región. Esto propicia una tendencia hacia la transición mercantil de las formas tradicionales de producción, que no pueden competir en igualdad de condiciones, dentro del libre mercado que desconocen la trama histórica y biocultural de las producciones de tipo tradicional.

Es previsible que, sin un blindaje institucional claro, la mercantilización de los saberes tradicionales, la degradación de los recursos naturales asociados y, por ende, la insustentabilidad del metabolismo mezcalero de la región, tenderán a crecer. A pesar de lo anterior, el socioecosistema mezcalero, se resiste a la mercantilización a través ciertas relaciones metabólicas existentes, en las categorías de tipo tradicional e híbrida.

Así, las estrategias de resiliencia y que pueden aportar a un manejo más sustentable de este complejo socioecosistema son: fortalecer el conocimiento, uso y conservación de los recursos apropiados, que, a lo largo del tiempo, les han

proporcionado resultados positivos a las unidades más apegadas a sus saberes (C1 y C2), es decir, procurando el cuidado y protección de la naturaleza. Siendo en este aspecto, las instituciones académicas, un importante actor en este proceso de revalorización.

Además, es fundamental la diversificación productiva, como factor clave para mantener un equilibrio entre los flujos metabólicos de entrada y salida, que fortalezcan la sustentabilidad del socioecosistema, en la medida que las unidades familiares tradicionales, además de la producción y venta del mezcal, practican formas plurales de la economía, a través de estrategias como los huertos de traspatio para autoconsumo e intercambio de bienes y servicios entre vecinos (economía del hogar y social solidaria). Estas formas de relación metabólica, entienden que especializarse y depender únicamente de la producción del mezcal, aumenta su vulnerabilidad, tanto para los ecosistemas, como para los saberes tradicionales.

Es importante señalar que este trabajo, presentó dos limitaciones concretas: primero, la medición de metabolismos basada en indicadores socioecológicos de un solo marco metodológico, excluye otros indicadores enfocados en la evaluación de la sustentabilidad (lo cual podría incorporarse en futuros trabajos); segundo, al tratarse de una muestra no probabilista, los resultados solo permiten identificar tendencias generales para describir los casos o contextos de los productores de la región de estudio y, por tanto, es recomendable considerar futuros trabajos de corte cuantitativo, basados en una muestra probabilística. En este sentido, es importante destacar que, los resultados observados en las unidades analizadas en este trabajo, son particulares de cada metabolismo, es decir, no se puede inferir que una unidad, es sustentable o no por el hecho de pertenecer a una u otra categoría específica.

Finalmente, este trabajo, abre nuevas líneas de investigación asociadas a estrategias de aprovechamiento del territorio, que sean complementarias e integrales a la producción mezcalera, dejando la puerta abierta, hacia experiencias como la agroforestería e incluso, fortalecer y desarrollar formas de la economía alternativa, como es el caso de la economía del hogar, social solidaria, feminista y popular.

AGRADECIMIENTOS

Los autores, expresan su más sincero agradecimiento a las productoras y productores de mezcal de la región de Queréndaro, en el estado de Michoacán, México, por abrir generosamente las puertas de sus vinatas y brindar su valioso apoyo de manera desinteresada para la realización de este trabajo. Su colaboración y disposición, fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación. De igual modo, se agradece las observaciones y sugerencias recibidas por los revisores anónimos de este trabajo, cuya dedicada lectura y opinión, permitió mejorar la redacción final de este texto.

REFERENCIAS

- Blanco E. 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. Cuadernos de Antropología, 25(2). 3–20. <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr//index.php/antropologia/article/view/21927>
- Colunga-GarcíaMarín P, Estrada-Loera E, May-Pat Filogonio. 1996. Patterns of morphological variation, diversity, and domestication of wild and cultivated populations of agave in Yucatan, Mexico. American Journal of Botany, 83(8). <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1996.tb12805.x>.
- Cuevas V, Sánchez B.I, Borja M, Espejel A, Sosa M, Barrera AI, Saavedra MJ. 2019. Caracterización de la producción de maguey en el Distrito de Miahuatlán, Oaxaca. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10(2). 367-377. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i2.1632>.
- Delgado-Lemus A, Casas A, Téllez O. 2014. Distribution, abundance and traditional management of Agave potatorum in the Tehuacán Valley, Mexico: Bases for sustainable use of non-timber forest products. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 10(63). 1–12. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-63>.
- Espejel A, Barrera A, Ramírez AG, Cuevas V. 2019. Innovación en la cadena agroindustrial de mezcal en tres municipios en Oaxaca, México. Revista Venezolana de Gerencia. 24(2). 188-209. <https://doi.org/10.37960/revista.v24i2.31488>.
- Figueredo CJ, Casas A, Colunga-GarcíaMarín P, Nassar JM, 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(66). 1–12. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-66>.
- García-Benítez E, Jaramillo-Villanueva JL, Vargas-López S, Bustamante-González Á. 2024. Mezcal artesanal en Puebla: actores y saberes locales. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. 21(3). 330–347. <https://doi.org/10.22231/asyd.v21i3.1605>.
- García-Frapolli E, Toledo VM, Martínez-Alier J. 2008. Adaptations of a Yucatec Maya multiple-use ecological management strategy to ecotourism. Ecology and Society, 13(2). 31. <https://doi.org/10.5751/ES-02627-130231>.
- González A, Toledo VM. 2018. Metabolismos Rurales: Indicadores económico ecológicos y su aplicación a sistemas cafeteros. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 26(1). 223–237. <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/131>.
- González M, Toledo VM. 2014. The Social Metabolism. A Socio-Ecological Theory of Historical Change (F. Mauro Agnoletti, Ed.; Vol. 3). Springer. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-06358-4>.
- Guzmán G, González M. 2008. Transición socio-ecológica y su reflejo en un agroecosistema del sureste español (1752-1997). Red Iberoamericana de Economía Ecológica, 7(1). 81–96. <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/291>.
- Hernández JJ. 2018. Los mezcales mexicanos: la importancia de su protección como patrimonio social. ILHA Revista de Antropología. 20(2). 179–205. <https://doi.org/10.5007/2175-8034.2018v20n2p179>.
- INEGI. 2020. Tabulador de la Encuesta Intercensal 2020. INEGI.
- Larson J, Valenzuela-Zapata AG, Catarina I. 2007. Del whisky escocés al mezcal: diferenciación y etiquetado, desarrollo y conservación. In: Lo ancestral hay futuro: del tequila, los mezcales y otros agaves. Colunga-GarcíaMarín P, Larqué A, Eguiarte LE y Zizumbo-Villarreal D. Coords. CICY-CONACYT-CONABIO-INE, pp: 213-228.
- Ortiz-Ávila T, Masera OR. 2008. Subsidios y estrategias de producción campesina: el caso de Casas Blancas, México. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 7(1). 61–80. <https://www.redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/290>.
- Plascencia MF, Peralta LM. 2018. Análisis Histórico De Los Mezcales y Su Situación Actual, Desde una perspectiva ecomarxista. Eutopía. (14). 23–42. <https://doi.org/10.17141/eutopia.14.2018.3579>.
- Ramírez-Naranjo DO, Musule-Lagunes R, Ayala-Ortiz DA. 2024. Contributions to the Sustainability of the Rural Mezcal Sistem: The Case of the Queréndaro Region in Michoacán, Mexico. RIVAR, 11(32). 128-149. <https://doi.org/10.35588/rivar.v11i32.5803>.

- Tello E, Garrabou R, Cussó X, Olarieta JR. 2019. 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. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. 7(1). 97–115. <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/292>.
- Toledo VM, García-Frapolli E. 2008. Metabolismos rurales: una perspectiva iberoamericana. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. 7(1). 1–2. <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/286>.
- Torres M, Valencia V. 2018. Valoración de la sustentabilidad a través del metabolismo rural en las fincas cafeteras el porvenir y los pinos del municipio de belén de umbría, Risaralda. Tesis de Licenciatura. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://hdl.handle.net/11059/10078>.
- Torres I, Blancas J, León A, Casas A. 2015a. TEK, local perceptions of risk, and diversity of management practices of *Agave inaequidens* in Michoacán, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 11(61). <https://doi.org/10.1186/s13002-015-0043-1>.
- Torres I, Casas A, Vega E, Martínez-Ramos M, Delgado-Lemus A. 2015b. Population Dynamics and Sustainable Management of Mescal Agaves in Central Mexico: *Agave potatorum* in the Tehuacán-Cuicatlán Valley. *Economic Botany*. 69. 26–41. <https://doi.org/10.1007/s12231-014-9295-2>.
- Zizumbo-Villarreal D, Vargas-Ponce O, Rosales-Adame JJ, Colunga-GarcíaMarín P. 2013. Sustainability of the traditional management of *Agave* genetic resources in the elaboration of mezcal and tequila spirits in western Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 60. 33–47. <https://doi.org/10.1007/s10722-012-9812-z>.
- Zuberman F, Fernández L. 2016. El metabolismo social en la cuenca baja de la plata: Un análisis desde los outputs para evaluar las transformaciones del entorno bioproductivo. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. 26. 155–166. http://www.redibec.org/IVO/rev26_11.