

Análisis de la economía circular en el proceso de elaboración del mezcal en el municipio de Nombre de Dios, Durango

Circular economy analysis in the mezcal production process in the municipality of Nombre de Dios, Durango

José Daniel Díaz de la Rosa ^a, Juana Hernández-Chavarría ^b, Adriana Eréndira Murillo ^c
Mayela Lechuga Nevárez ^d

Abstract:

The circular economy is a model of sustainable conditions used for different industries nowadays, it proposes production and responsible consumption patterns through makes use of the resources and waste to generate social benefits, economic and environmental. The objective of this article is identifying the circular economy's elements involved in the production value chain of mezcal in the municipality of Nombre de Dios in Durango's state. For this, a case study was carried out taking the vinata as analysis unit, using checklists focused on four subdimensions: “materials supply”, “design and manufacturing”, “delivery and use” and “end of life and use”, as well as each involved process in the production value chain of mezcal according to the “9R” of the circular economy. The results show that the circular economy is present in the four subdimensions of the production value chain of mezcal in 8 out of 10 established indicators, where it highlights the R3= re-use indicator with circular strategies making use the waste and the R1= re-design indicator in which external agents are working together to develop sustainable projects.

Keywords:

Circular economy, value chain, mezcal, vinata.

Resumen:

La economía circular es un modelo de condiciones sustentables utilizado por diversas industrias en la actualidad, propone patrones de producción y consumo responsable mediante el aprovechamiento de recursos y residuos con el propósito de generar beneficios sociales, económicos y medioambientales. Este artículo tiene como objetivo identificar los elementos de la economía circular presentes en la cadena de valor de la producción del mezcal en el municipio de Nombre de Dios del estado de Durango. Para esto se llevó a cabo un estudio de caso tomando como unidad de análisis la vinata, dónde se emplearon listas de cotejo enfocadas en cuatro subdimensiones: “suministro de materiales”, “diseño y manufactura”, “distribución y uso” y “el fin del primer uso”, así como a cada proceso involucrado en la cadena de valor de producción del mezcal con respecto a las “9R” de la economía circular. Los resultados muestran que la economía circular se encuentra en las cuatro subdimensiones establecidos de la cadena de valor de la producción de mezcal en 8 de los 10 indicadores establecidos, dónde resaltan el indicador R3= reutilizar con estrategias circulares en el aprovechamiento de residuos y el indicador R1= rediseñar en dónde se encuentran desarrollando proyectos sustentables en conjunto con actores externos.

Palabras Clave:

Economía circular, cadena de valor, mezcal, vinata.

^a Autor de Correspondencia, Tecnológico Nacional de México/I.T. Durango, <https://orcid.org/0009-0003-6117-0628>, Email: 18040948@itdurango.edu.mx

^b Investigadora Conahcyt/Tecnológico Nacional de México/I.T. Durango, <https://orcid.org/0000-0003-0268-6280>, Email: juana.hernandez@itdurango.edu.mx

^c Tecnológico Nacional de México/I.T. Durango, <https://orcid.org/0000-0002-5558-6833>, Email: amurillo@itdurango.edu.mx

^d Tecnológico Nacional de México/I.T. Durango, <https://orcid.org/0000-0003-3221-0742>, Email: mlechuga@itdurango.edu.mx

Introducción

El mezcal es un producto de origen mexicano que a lo largo de la historia ha tenido gran impacto cultural y ha sido un factor importante para la economía de distintas comunidades del país (Gallardo, 2017; SADER, 2016).

El mezcal es una bebida alcohólica destilada de la planta de “agave” o “magüey”, la cual puede ser de procedencia silvestre o cultivada (Corona, et al., 2022; SAGARPA, 2017).

El mezcal cuenta con un carácter artesanal y con una Denominación de Origen Mezcal (DOM) su producción es una actividad económica para las regiones del país involucradas (Rodríguez y De la Cerna, 2017), dicha denominación otorga el reconocimiento al producto basado en su origen geográfico, así como de sus materias primas y procesos de producción en los cuales intervienen factores naturales o culturales con relación a la calidad del mezcal; son nueve estados de la República Mexicana reconocidos con tradiciones mezcaleras en los que se encuentran Durango, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas (COMERCAM, 2023; Álvarez y Mercado, 2022).

Durango es un estado ubicado en la región noreste de México, el cual, forma parte de la DOM bajo la producción de mezcal en los municipios de Durango y Nombre de Dios en donde se registraron 15 unidades económicas dedicadas a la elaboración de mezcal, representando gran importancia económica y social para el trabajo derivado de la industria productora de mezcal en la región (INEGI, 2019). El *Agave duranguensis Gentry* (agave cenizo) es la especie característica de esta región empleada para la producción de mezcal.

El mezcal es una bebida que se obtiene de la destilación de los jugos fermentados obtenidos de los agaves cocidos la cual puede ser elaborada con 14 diferentes especies de agave, consta de diversos procesos para su producción como el corte y recolección, cocción de la piña del agave, molienda, fermentado, destilado y envasado (Norma Oficial Mexicana, 2016; Hernández, 2018; Barraza, et al., 2014). La Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-2016 se encarga de establecer las especificaciones que debe cumplir el mezcal para su producción, envasado y comercialización.

En la actualidad, se han adoptado nuevos sistemas de producción en las industrias con el propósito de impulsar soluciones sustentables para el máximo aprovechamiento de recursos y residuos prolongando su vida útil dentro del sistema productivo. A nivel internacional, atendiendo a la necesidad de un desarrollo sostenible, la Organización de las Naciones Unidas lideró la agenda 2030, la cual plantea 17 objetivos con 169 metas enfocadas en el desarrollo sostenible con respecto a temas económicos sociales, económicos y ambientales (ONU, 2023). Los nuevos

modelos empleados para desarrollar sistemas productivos sostenibles han emigrado de la economía lineal a la economía circular. La economía lineal se originó durante la revolución industrial basándose en la creación de productos bajo los principios de extraer y fabricar para consumir y desechar provocando un consumo creciente sin lograr prolongar la vida útil de los productos y a su vez generando residuos y desechos promoviendo el deterioro de recursos y reservas por una alta demanda de producción sin recurrir al reaprovechamiento (Gutiérrez, 2022; Melo, et al., 2022; Falappa, et al., 2022; Núñez, 2021).

En contraposición, la economía circular se adapta a un nuevo modelo de producción de acuerdo con un consumo sustentable enfocándose en el ciclo de vida en las cadenas productivas con una infraestructura de recuperación y aprovechamiento de recursos y residuos desde la cadena de valor hasta la cadena de suministros para lograr un consumo factible y sustentable (Guadarrama y Martínez, 2021; Padilla y Romero, 2022). El objetivo de este estudio es identificar los elementos de la economía circular presentes en la cadena de valor de la producción del mezcal en una vinata ubicada en el municipio de Nombre de Dios del estado de Durango.

Para guiar la investigación se establecieron las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los procesos involucrados en la cadena de valor de la producción de mezcal?, ¿Cuáles son las estrategias circulares implementadas por la vinata en su cadena de valor?, ¿Cuáles son los actores externos y los proveedores que participan en la cadena de valor de la producción de mezcal y cómo se benefician con las estrategias empleadas de acuerdo con la economía circular? y ¿Cuáles son las oportunidades de mejora de acuerdo con la economía circular para la vinata?

El análisis de los elementos de la economía circular permitirá tener nuevo conocimiento sobre el nivel de avance en la implementación de los principios de la economía circular en un sector primario tradicional.

Marco teórico

Economía circular

La economía circular tiene como propósito optimizar los procesos productivos con el fin de aprovechar al máximo los recursos para disminuir la generación de residuos por medio de estrategias sustentables, evitando la dependencia de recursos que puedan escasearse, enfocándose en mejorar la vida útil de materiales y productos manteniéndolos en una constante circulación dentro del sistema (Belda, 2018).

La economía circular se enfoca en el desarrollo natural de un sistema regenerativo y restaurador que emula a la naturaleza, el cual se distingue por contar con recursos generados por ciclos biológicos y técnicos buscando el

aprovechamiento de estos por medio de flujos renovables (Cerdá & Khalilova, 2016). Un ciclo biológico es aquel que es regulado por la naturaleza, descomponiendo la materia en nutrientes biológicos mientras que los ciclos técnicos se enfocan en los procesos de recuperación de materiales según la regla de las “3R”: reducir, reciclar y reutilizar, lo cual permitirá preservar y mejorar el capital natural mediante la optimización de los rendimientos de recursos para promover la eficacia de los sistemas y lograr una economía funcional (Martínez y Porcelli, 2019).

La economía circular promueve el contacto directo con los consumidores promoviendo el aprovechamiento, el reciclaje y la reutilización para que estos sean percibidos como una fase esencial para incidir en su forma de pensar y motivar a generar un estilo de consumo sustentable que impacte a nivel macroeconómico (Carrillo y Pomar, 2021). Otro enfoque de la economía circular es la creación de vínculos entre sistemas mediante la relación de las funciones de los procesos involucrados en la cadena de valor con el propósito de eliminar la linealidad, rediseñando el enfoque de la producción en cuanto a los principios de reutilización y reciclaje de residuos y recursos de acuerdo a un pensamiento en cascadas que permitirá definir el valor de un material o producto en procesos escalonados en el mismo u otros sistemas industriales para extender su ciclo de vida con el fin de aumentar la resiliencia del sistema con el medio ambiente maximizando el rendimiento y la eficiencia con su aplicación en distintas áreas que permiten la circulación (Arroyo, 2018).

Las “9R” y las prácticas de la economía circular

La economía circular se centra en optimizar la producción de bienes y servicios con el fin de mantener en circulación los materiales y recursos empleados para generar valor, y a su vez, reducir la generación de residuos para minimizar el impacto ambiental. Las “9R” son nueve indicadores que presentan una alternativa para crear un modelo de producción sustentable (ver figura 1).



Figura 1. Las “9R” como estrategias circulares en una cadena de valor.

Fuente: elaboración con base en Potting, et al., (2017).

Estos indicadores conforman las estrategias para generar la circularidad en un sistema productivo (ver tabla 1).

Tabla 1. Definición de las “9R”

Indicador (R)	Definición
R ₀ = Rechazar	Se enfoca en hacer que los productos o residuos puedan abandonar su función y puedan ofrecer la misma u otra función con un producto radicalmente diferente y sustentable.
R ₁ = Rediseñar	Se centra en lograr que el uso del producto sea más intensivo, mediante la multifuncionalidad del producto.
R ₂ = Reducir	Se dirige a incrementar la eficiencia en el proceso de manufactura del producto y su uso mediante el consumo de pocos recursos naturales y materiales.
R ₃ = Reutilizar	Se orienta en la reutilización de los residuos del producto.
R ₄ = Reparar	Su finalidad es la reparación de productos defectuosos para que puedan ser utilizados de acuerdo a su propósito para no tener la necesidad de desecharlos.
R ₅ = Restaurar	Su intención es restaurar productos antiguos para que puedan ser usados hoy en día.
R ₆ = Remanufacturar	Se interesa en usar partes de productos obsoletos en nuevos productos según su función.

R ₇ = Nuevo propósito	Demanda el uso de productos obsoletos o sus partes en productos nuevos con diferentes funciones.
R ₈ = Reciclar	Se encarga de reutilizar y procesar estos materiales para obtener un producto de calidad.
R ₉ = Recuperar	Busca recuperar energía mediante la reutilización de los materiales.

Fuente: elaboración con base en Potting, et al., (2017), p. 5.

Modelo de mariposa de la economía circular

El modelo de mariposa es un diagrama que representa un sistema basado en la economía circular indicando el flujo regenerativo del ciclo biológico, el cual se basa en la naturaleza por medio de los nutrientes adquiridos de materiales biodegradables, en cuanto al ciclo técnico, muestra la manera en que circulan materiales y productos por medio de procesos de reciclaje, reutilización, reparación y remanufactura. Este modelo permite sustituir el uso por el consumo mediante un rediseño sistemático que emplea nuevos métodos de producción y consumo, con el uso responsable de residuos y energías renovables para preservar el capital natural con la gestión de nutrientes biológicos en el sistema y con la disminución del uso de recursos técnicos no renovables (ver figura 1) (Ellen MacArthur Foundation, 2019; Ekins, et al., 2019; Savino, 2020).

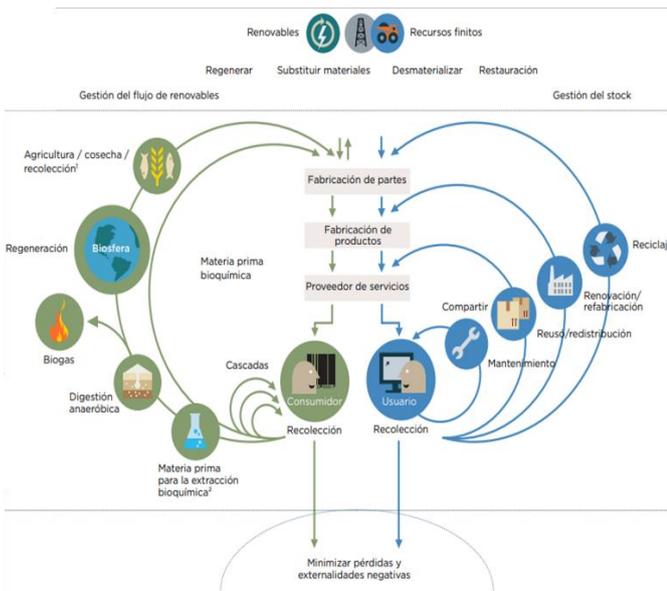


Figura 2. Modelo de mariposa de la economía circular.

Fuente: Ellen MacArthur Foundation (2019).

De la misma forma, el desarrollo sustentable es un pilar fundamental para la presencia de la economía circular dentro de la cadena de valor de una empresa. Es posible dividir en cuatro etapas la cadena de valor de acuerdo con las "9R" como ejes de la economía circular, estas etapas son: el suministro de materiales, diseño y manufactura del producto, uso y distribución del producto y el fin del primer uso (ver figura 3) (UNIDO, 2020).

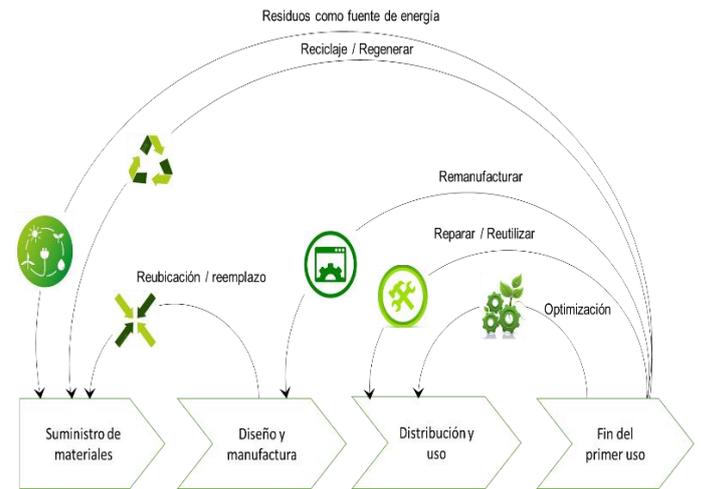


Figura 3. La economía a economía circular en la cadena de valor de acuerdo con las "9R"

Fuente: elaboración con base en UNIDO, (2020).

Las prácticas de economía circular se vinculan a las cuatro etapas en que se puede dividir la cadena de valor de un sistema productivo (ver tabla 2).

Tabla 2. Definición de las etapas de una cadena de valor en la economía circular.

Etapa de la cadena de valor	Definición
Suministro de materiales	Se enfoca en el proceso en dónde se alimenta al sistema con la materia prima, con la obtención de las provisiones con las que se trabajará a lo largo del proceso de producción hasta terminar el producto para llegar al beneficiario.
Diseño y manufactura	Se centra en la planeación y el análisis de las operaciones de producción del proceso productivo para la transformación de la materia prima, formando los objetivos y procesos de producción de

	acuerdo con los servicios, costos y sostenibilidad disponible.
Distribución y uso	Se encarga de la logística del producto, específicamente en el sistema encargado desde el almacenamiento hasta el traslado del producto al punto de consumo para ser distribuido y ser utilizado por el consumidor.
Fin del primer uso	Cumple con la economía circular al utilizar el producto, brindándole a este más de un propósito para que no sea desechado evitando la linealidad, brindando más oportunidades para volver a introducir los residuos al ciclo y prolongar su vida útil.

Fuente: elaboración con base en UNIDO (2018).

Metodología

Para determinar el análisis de los elementos de la economía circular para esta investigación se tomó como unidad de análisis una vinata ubicada en Nombre de Dios, Durango, en sector de industrias manufactureras (31-33) para la actividad “Elaboración de bebidas destiladas de agave” (312142) de acuerdo con el “Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas” (DENUE) en una vinata de Nombre de Dios, Durango, (INEGI, 2019).

Se empleó un estudio de caso con el fin de observar la presencia de la economía circular en los procesos involucrados en la cadena de valor de producción de mezcal en una vinata.

Además, se consultaron fuentes documentales, lo que marcó las vías para seleccionar y recopilar la información adecuada para el desarrollo de la investigación, formando una base sólida de referencias teóricas que permitieron identificar los principales elementos de la economía circular en la cadena de valor de la producción de mezcal. También se empleó la investigación cualitativa y descriptiva, a través de las visitas presenciales y la interacción con los trabajadores clave, las cuales permitieron identificar y describir los atributos de los elementos de la circularidad en la cadena de valor de producción del mezcal en la vinata, recabando información con la que se obtuvo una visión general de cómo se han desarrollado métodos para adecuar los

procesos de una cadena de valor hacia un enfoque circular.

Los criterios definidos para orientar la elaboración del instrumento de recopilación de la información se tomaron de acuerdo con la dimensión principal de la investigación, la economía circular. El instrumento empleado abarcó la elaboración y aplicación de listas de cotejo orientadas a la economía circular presente en los eslabones de la cadena de valor de la producción del mezcal de acuerdo a cuatro subdimensiones establecidas con respecto a UNIDO (2020) las cuales son: “suministro de materiales”, “diseño y manufactura”, “distribución y uso” y “fin del primer uso” con el objetivo de comprobar la presencia de los elementos de la economía circular ligada a las “9R” definidos como indicadores para guiar la investigación de acuerdo con lo establecido por Potting, et al., (2017), con el fin de determinar el desempeño de la circularidad presente en la vinata y sus procesos (ver en tabla 3).

Se coordinaron las visitas a la vinata con el jefe de producción con el fin de observar los procesos y recolectar la información necesaria con el instrumento definido para documentar las acciones empleadas y su relación con la economía circular. Para la recolección de la información fue importante acudir a la vinata ubicada en el municipio de Durango y a su unidad de producción ubicada en el municipio de Nombre de Dios, apegando la investigación a los procesos involucrados al plan de producción de ambas sedes para registrar la información de cada consulta de acuerdo a la fabricación de mezcal artesanal destilado con Damiana* con el apoyo del ingeniero de producción y maestros mezcaleros de la vinata, los cuales complementaron la información recabada de acuerdo a su experiencia, lo cual tuvo como propósito observar, documentar y describir cada uno de los elementos del proceso productivo, desde el corte del agave hasta el envasado del mezcal y determinar la presencia de la economía circular en la cadena de valor de la producción. Para el tratamiento de la información se realizó una matriz de congruencia que permitió estructurar de manera concreta, clara y precisa los elementos de la investigación con lo cual fue posible evaluar el grado de relación entre sus componentes. Por último, se ejecutó el vaciado de la información y se elaboró el modelo de mariposa de la economía circular de acuerdo con las “9R” presentes en torno a la circularidad en la vinata. Estos indicadores se centran en las estrategias que pueden ser llevadas a cabo en un sistema productivo para generar la circularidad (ver tabla 3).

* Damiana: planta afrodisiaca empleada en la destilación del mezcal para obtener su sabor y aroma.

Tabla 3. Aspectos para la elaboración de la lista de cotejo

Dimensión	Subdimensiones	Indicadores
Economía Circular	Suministro de materiales	R ₀ = Rechazar.
		R ₁ = Rediseñar.
		R ₂ = Reducir.
		R ₈ = Reciclar.
	Diseño y manufactura	R ₃ = Reutilizar.
		R ₆ = Remanufacturar.
	Distribución y uso	R ₄ = Reparar.
R ₅ = Restaurar.		
Fin del primer uso	R ₇ = Nuevo propósito.	

Fuente: elaboración con base en UNIDO (2018).

Resultados

Tras haber realizado la investigación documental y el diseño del instrumento de recopilación de la información de acuerdo con la economía circular y las diferentes etapas de la cadena de valor de la producción del mezcal artesanal, se realizaron visitas a la vinata para recabar la información necesaria para identificar las estrategias circulares vinculadas a las “9R” en los procesos para la elaboración de mezcal.

Se definieron cuatro subdimensiones para clasificar los procesos involucrados en la cadena de valor de la producción del mezcal de acuerdo con UNIDO (2020) (ver tabla 4).

Tabla 4. Procesos involucrados en la cadena de valor de la producción de mezcal artesanal.

Dimensión	Subdimensiones de la cadena de valor	Procesos involucrados en la cadena de valor
Economía circular	Suministro de materiales.	Corte o jima de agave.
	Diseño y manufactura.	Cocción (tape, horneado, destape).
		Molienda.
		Fermentación.
		Destilación.
Envasado.		
Distribución y uso.	Logística del producto.	
Fin del primer uso.	Oportunidades de economía circular.	

Fuente: elaboración con base en UNIDO (2018).

De acuerdo con la cadena de valor de la producción del mezcal artesanal de la vinata (ver figura 4), los dos primeros eslabones de la cadena son llevados a cabo en

una de las cuatro unidades de producción de la vinata ubicadas en el municipio de Nombre de Dios, las cuales realizan la selección y corte de agave y el proceso de cocción, también conocido como horneado, debido a que deben cumplir con la demanda de producción. Es importante destacar que la unidad de producción ubicada en el municipio de nombre de Dios genera 32 empleos, por lo tanto, estas actividades tendrían un impacto positivo que permitirían producir oportunidades de empleo y a su vez una derrama económica importante para su comunidad.

Los procesos de molienda, fermentación, destilación y envasado también son llevadas a cabo por la vinata, mientras que la distribución del producto lo realiza un proveedor de la región.

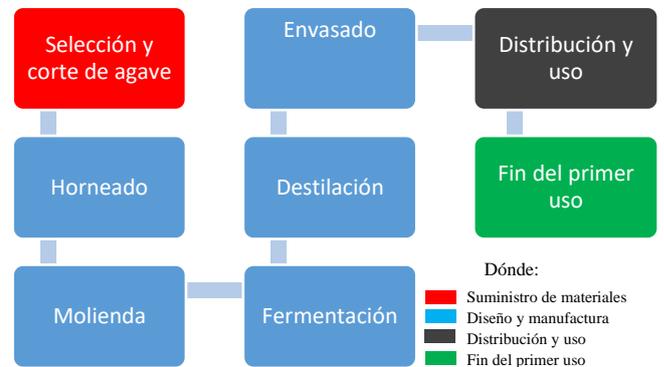


Figura 4. Cadena de valor de la producción de mezcal artesanal de la vinata.

Fuente: elaboración propia.

Conforme a la distribución de la cadena de valor de acuerdo con las cuatro fases establecidas en función de las “9R” de la economía circular se localizaron 8 de 10 indicadores (ver figura 5), ubicando las actividades y estrategias que son desarrolladas en los procesos con relación a la circularidad en la producción del mezcal.

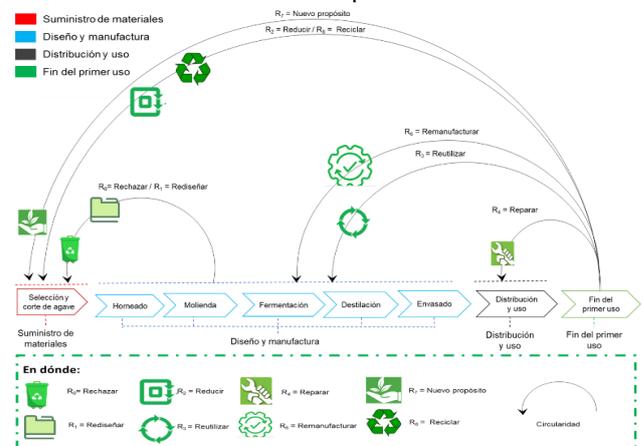


Figura 5. Economía circular en la cadena de valor de la producción del mezcal en la vinata.

Fuente: elaboración propia.

La selección de corte de agave y la cocción u horneado son realizadas en la unidad de producción de Nombre de Dios. Durante la selección de corte y agave se acude al predio destinado para esta actividad, recolectando un total de 15 toneladas de agave "Duranguensis" que serán empleados para el horneado. Después de recolectar la cantidad adecuada a la demanda para la producción, se trasladan a la vinata y se prepara el horno con leña y piedra volcánica, este se enciende y se apilan las piñas de agave a su alrededor para posteriormente ser cubiertas con tierra y lonas de cuero que son humedecidas para evitar fugas. El destape del horno se lleva a cabo tras cumplir 72 horas del proceso y las piñas son transportadas de la unidad de producción de Nombre de Dios a la sede en el municipio de Durango.

Al llegar a la vinata, se descargan las 15 toneladas de piña y se inspeccionan, posteriormente son cortadas en porciones con hachas para facilitar el proceso de molienda, el cual es llevado a cabo en una desgarradora. Tras la molienda, la piña desgarrada es llevada a las tinas de fermentación, las cuales son formuladas con agua a 40°C, estas son selladas entre 3 a 6 días para cumplir con el proceso. Tras haber completado su proceso de fermentación se realizan dos destilaciones por medio de alambiques de madera para obtener el mezcal destilado con Damiana.

Durante los procesos de la cadena de valor de la producción de mezcal se generan residuos los cuales son de carácter natural y se clasifican en ciclos biológicos y ciclos técnicos (ver figura 6).

Dentro de los ciclos biológicos se encuentra el bagazo derivado del proceso de destilación. De acuerdo con lo recabado en la vinata, este residuo es puesto a disposición para actores externos a la empresa, una porción es utilizada como alimento para ganado y la otra como composta, fomentando una circularidad biológica. De la misma forma, la vinata está en busca de encaminar este residuo hacia un ciclo técnico con el desarrollo de proyectos sustentables junto a actores externos, de manera que, se pueda reciclar para elaborar nuevos productos como biopapel y bioplástico.

Los demás residuos como el agua empleada en los procesos, porciones de bagazo, el carbón derivado de la cocción de agave, las hojas derivadas de la jima de agave y las piñas crudas y secas encontradas en las inspecciones de la molienda son mantenidos por la vinata dentro de un ciclo técnico, debido a que, se busca encontrar valor a estos residuos retornándolos al sistema productivo, implicando en su mayor parte su reutilización, para reducir los residuos.

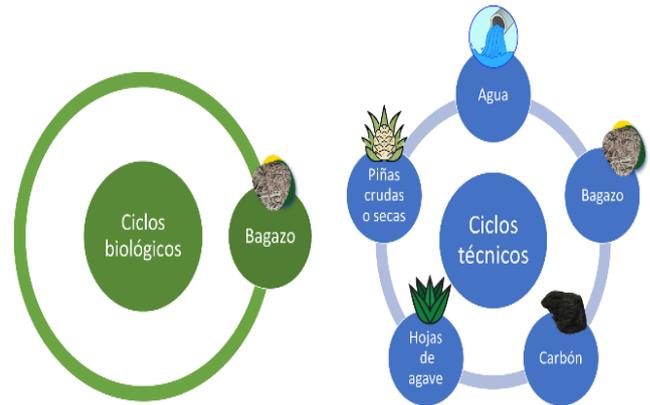


Figura 6. Ciclos biológicos y técnicos en los residuos derivados de la cadena de valor de la producción de mezcal.

Fuente: elaboración propia.

R₀ = Rechazar

Durante las etapas de suministro de materiales y la etapa de diseño y manufactura del mezcal se desarrollan estrategias vinculadas a este indicador, las cuales se enfocan en gestionar y brindar una nueva función a los residuos y desechos generados en las etapas de selección y corte de agave, así como en el horneado, molienda, fermentación, destilación y envasado, promoviendo el aprovechamiento de los recursos en la cadena de valor.

Actualmente, las hojas derivadas de la jima en el proceso de selección y corte de agave son desechadas en el monte sin recibir tratamiento, perdiendo la circularidad en esta instancia al ser definidas como desechos, sin embargo, la vinata reconoce el potencial de este residuo y tiene intenciones de desarrollar un proyecto sustentable derivado de este residuo. Para la vinata sería recomendable generar oportunidades para obtener beneficios económicos, poniendo a disposición las hojas del agave a actores externos que busquen su aprovechamiento para que ambas partes se vean beneficiadas.

En el proceso de horneado de las piñas de agave se genera carbón, el cual es donado a actores externos de la comunidad de Nombre de Dios para su aprovechamiento. Durante el proceso de molienda, al realizar las inspecciones del agave, se pueden encontrar trozos de qurote y piñas crudas o secas. Estos residuos son aprovechados para una nueva función en el proceso de destilación, formando una pasta llamada "empalme" para evitar fugas en los alambiques. Durante la fermentación se genera agua (caldo), el cual tiene como propósito ser reutilizado en la destilación para evitar ser desechada.

En el proceso de destilación se genera el bagazo, el cual es ofrecido a actores externos de la región que son

utilizados como alimento de ganado o composta, de la misma forma, existen proyectos en desarrollo para aprovechar el residuo. En este proceso también se utiliza agua en las pilas de enfriamiento, la cual es reutilizada durante 3 semanas, perdiendo sus condiciones para seguir siendo empleada en otros procesos y es desechada, logrando que se pierda la circularidad en la cadena de valor, por lo cual sería conveniente que se desarrollen estrategias que impliquen el tratamiento del agua para ser reutilizada y considerar reducir el impacto ambiental.

R₁= Rediseñar

La vinata está inmersa en una constante mejora continua con el diseño de nuevos proyectos de carácter circular para el aprovechamiento de residuos de acuerdo con los principios de la regla de las “3R”, reducir, reciclar y reutilizar (ver tabla 5). Cabe mencionar que estos proyectos son desarrollados por actores externos a la vinata. Con estos proyectos se genera un rediseño de consumo, es decir, los residuos generados son recuperados para seguir generando valor con el fin de promover el cuidado ambiental y la responsabilidad social.

Tabla 5. Diseño de proyectos sustentables para el aprovechamiento de residuos de la vinata.

Residuos	Proyectos
Bagazo.	<ul style="list-style-type: none"> • Biopapel. • Bioplástico.
Hojas de agave.	<ul style="list-style-type: none"> • Hilos. • Miel de agave. • Bioplásticos.

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la tabla 5, actualmente existe un proyecto para la elaboración de biopapel, el cual, se encuentra en la etapa de desarrollo, dónde se están efectuando las pruebas piloto del producto (ver figura 7). Este proyecto es llevado a cabo por cinco estudiantes de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional (UPIBI) ubicada en la Ciudad de México, de esta manera, la vinata se encarga de proporcionar el bagazo, residuo de su destilación, para lograr estrategias circulares con el aprovechamiento del residuo con el fin de alcanzar un impacto positivo en el medio ambiente.

La vinata también encuentra en la búsqueda de un actor externo de la región que cumpla con los requerimientos adecuados para trabajar y desarrollar en conjunto proyectos sustentables que permitan convertir el residuo de las hojas derivadas de la jima en bioplásticos.



Figura 7. Desarrollo de proyecto de biopapel en función de bagazo.

Fuente: autoría de la vinata.

La vinata realiza donaciones de algunos residuos a actores externos para su aprovechamiento, tal es el caso de un participante involucrado en la realización de proyectos sustentables con el aprovechamiento de residuos, dónde se están desarrollando hilos con los residuos derivados de la jima, específicamente con las hojas de agave, también, está desarrollando bloques ecológicos en función del bagazo (ver figura 8). Este proyecto permite que los residuos circulen con el fin de brindarles un propósito positivo y contribuir al cuidado del medio ambiente.



Figura 8. Prototipo de bloque ecológico.

Fuente: autoría de la vinata.

Del mismo modo, otra unidad de producción de la vinata ubicada en el municipio de Nombre de Dios, se encuentra desarrollando un proyecto con las hojas del agave derivadas de la jima, en dónde se está produciendo y comercializando la miel de agave en la localidad. Este proyecto generará beneficios económicos para la unidad de producción y sus operadores mediante la transformación y aprovechamiento de residuos promoviendo la circularidad, así como la generación de nuevos empleos y velando por el cuidado del medio ambiente al reducir los desechos.

De igual forma se han desarrollado estrategias para preservar las especies de agaves silvestres de la región, también, se cuida que el terreno tenga un aprovechamiento a futuro, comprometiendo la circularidad como un factor importante para la obtención de materia prima mediante la regulación del cultivo de agave en dónde se plantan las semillas del agave en épocas de

lluvia en los meses de junio, julio y agosto, es importante destacar que no se lleva un registro específico que muestre la cantidad que se maneja para su reforestación, lo cual, puede ser una oportunidad de mejora que permitiría trabajar a conciencia el aprovechamiento de los agaves, también es importante conocer la cantidad de hojas o pencas de agave durante la jima del agave, para realizar un registro y considerar la participación de actores externos que puedan aprovechar el residuo.

R₂= Reducir

La vinata se encarga de fomentar el consumo responsable de los insumos para la producción, moderando el uso de recursos naturales de acuerdo con la demanda del producto, por ejemplo, durante la selección y corte de agave en dónde solo se colectan las 15 toneladas de agave que se ajustan a las necesidades de producción, así como las estrategias del dueño del predio en dónde se encarga de regular el cultivo de agave durante las épocas de lluvia en la región en los meses de junio, julio y agosto. También es tomado en cuenta el consumo responsable de agua necesaria para la producción. Así mismo, se busca generar un sistema restaurativo que haga frente a problemas ambientales, promoviendo como estrategias circulares la reintegración de los materiales técnicos a la cadena de valor para reducir y evitar el desecho de residuos por lo cual pueden obtenerse beneficios económicos para la vinata, así como generar un impacto positivo en el medio ambiente.

La vinata busca contrarrestar la generación de residuos por medio de su gestión en el sistema productivo, encargándose de generar las condiciones que promuevan el aprovechamiento del bagazo, agua (caldo), piñas crudas o secas y los ramos de Damiana, evitando que estos sean desechados, promoviendo su reutilización con un fin circular en la etapa de manufactura del mezcal. Lo mismo sucede cuando se pone a disposición el bagazo, con el objetivo de reducir el desperdicio y mantenerlo en circulación con el fin de que pueda ser aprovechado por un actor externo a la vinata.

R₃= Reutilizar

La vinata concentra la mayor parte de sus esfuerzos de economía circular en reutilizar y reaprovechar los residuos generados en la cadena productiva. Se ha realizado un enfoque para generar oportunidades con el fin de desarrollar un proceso rentable y sustentable, aprovechando en gran nivel la gran mayoría de los residuos reintegrándolos a la cadena de valor (ver figura 9).

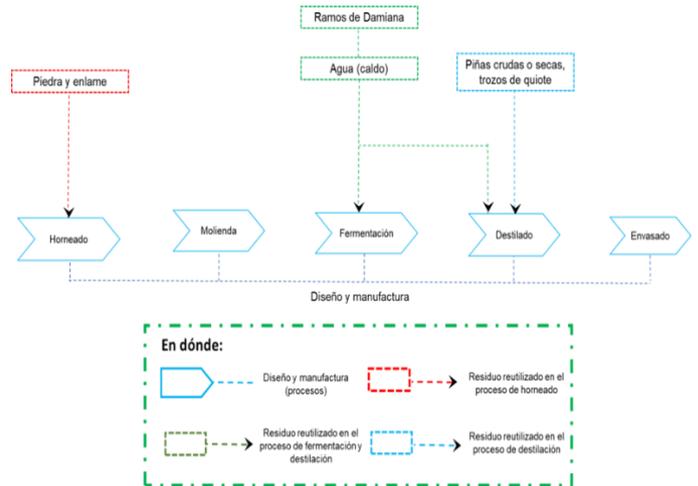


Figura 9. Residuos reutilizados durante el proceso de elaboración de mezcal.

Fuente: autoría propia.

Durante el primer proceso de producción de la cadena de valor, horneado, la unidad de producción arrendada por la vinata se encarga de reutilizar las piedras volcánicas y el enlame (tierra) para procesos posteriores, con el fin de reaprovechar el material las veces que sean necesarias. Así mismo, el bagazo (ver figura 10), el cual es aprovechado en la cadena de producción del mezcal, siendo empleado en el proceso de destilación, en donde se prepara una pasta llamada “empalme” la cual consiste en una mezcla compuesta de residuos de corazón de la piña, penca que puede quedar en la piña y bagazo, esta pasta es colocada en los alambiques, especialmente en el tubo conectado entre el alambique y el serpentín, así como en la parte inferior de los alambiques con el propósito de evitar fugas durante el proceso de destilación (ver figura 11).

De la misma manera se prolonga la vida útil del bagazo por medio de su circulación, mediante la disposición a actores externos dedicados a la agricultura en el municipio de Nombre de Dios de los cuales le brindan funciones como alimento de ganado en pequeñas porciones y composta.



Figura 10. Bagazo.

Fuente: autoría propia.



Figura 11. Empalme empleado en los alambiques durante el proceso de destilación.

Fuente: autoría propia.

Los ramos de Damiana empleados durante la segunda destilación para caracterizar el sabor y aroma del mezcal, se dejan secar tras ser empleados y son reutilizados en los hornos como combustible (ver en figura 12).



Figura 12. Ramos de Damiana

Fuente: autoría propia.

De la misma forma, la vinata genera eficacia en la circularidad de otros actores externos, empleando la leña utilizada en sus hornos, la cual es considerada residuo de aserraderos de la localidad de El Salto en el municipio de Pueblo Nuevo, quienes proveen el residuo a la vinata para su aprovechamiento (ver figura 13).



Figura 13. Residuos de madera empleadas como leña para su aprovechamiento.

Fuente: autoría propia.

El agua que resulta de la tina de fermentación al terminar con el proceso es llevada a los cazos de cobre para ser

reutilizada como medio de transferencia con sus concentraciones de azúcar y alcohol durante la destilación. De la misma forma, el agua se utiliza para humedecer los alambiques y evitar que se deformen y produzcan fugas (ver figura 15).



Figura 14. Agua reutilizada durante la destilación.

Fuente: autoría propia.

R₄= Reparar

La vinata busca el máximo aprovechamiento de sus insumos, al igual que de los residuos derivados de la producción y el rendimiento de su maquinaria y herramientas empleadas durante sus procesos. Este indicador fomenta el reaprovechamiento de sus recursos y esfuerzos evitando desechar y procurando recuperar por medio de la preservación y mejora para prolongar la vida útil de sus equipos de trabajo, como es el caso de las tinas, la desgarradora y los alambiques (ver figura 15).



Figura 15. Mantenimiento a alambiques.

Fuente: autoría propia.

R₆= Remanufacturar

De acuerdo con este indicador, la vinata cumple con algunas estrategias para evitar desperdicios, tal es el caso de las botellas para el envasado de mezcal que pueden llegar en mal estado tras el proceso de logística o que puedan contener algún defecto.

Estas botellas son diseñadas por la vinata y el diseño es fabricado por un proveedor, cabe destacar que el envase

cuenta con un valor sustentable al ser fabricadas de vidrio reciclado y ser biodegradables. Cuando existen botellas defectuosas tras haber recibido el lote, estas son registradas y se realiza un reporte al proveedor para remanufacturar las botellas fomentando la circularidad y así evitar el desecho del material.

R₇= Nuevo propósito

La vinata se encarga de ligar este indicador con el indicador R₁= Rediseñar, presentándose en los proyectos en desarrollo para que los residuos sean aprovechados con ayuda de actores externos. Esto otorga a los proyectos condiciones circulares y sustentables para brindar nuevos propósitos de aprovechamiento a los residuos con el fin de evitar desperdicios. Así mismo la vinata busca fomentar la circularidad de su envase mediante estrategias económicas, promoviendo la reutilización con sus consumidores en donde al realizar la compra de una botella esta puede rellenarse a un costo menor, esta es una estrategia con grandes beneficios para los consumidores en Durango, sin embargo, cuando el producto es vendido en otros estados de la República Mexicana o es exportado se pierden las condiciones para ser un método viable. También se recomienda generar nuevas estrategias que permitan recolectar los envases usados por los consumidores para tratar sus condiciones y puedan ser reincorporados a la cadena de valor para su reutilización.

R₈= Reciclar

La vinata no cuenta con estrategias de reciclaje en sus procesos. Sin embargo, cabe mencionar que la vinata busca contribuir con un impacto medioambiental positivo de la mano de sus proveedores, tal es el caso de las botellas empleadas para envasar el mezcal, las cuales son elaboradas a partir de vidrio reciclado y son biodegradables, de esta manera la vinata promueve estrategias circulares mediante la selección de actores que puedan contribuir al dinamismo de la circularidad desde sus esfuerzos con el reciclaje.

Actores externos y proveedores que participan en la economía circular de la vinata.

La vinata fomenta la circularidad con actores externos y proveedores de la región, los cuales están contribuyendo al desarrollo de proyectos sustentables para contribuir al dinamismo de la economía circular para ofrecer un nuevo propósito a los residuos derivados de la cadena de valor (ver en figura 16). Tal es el caso de las hojas del agave en una unidad de producción de Nombre de Dios, así mismo se trabaja con UPIBI, un actor ubicado en la capital del

país que está desarrollando el proyecto de la fabricación de biopapel a partir del bagazo. Por otro lado, la disposición de estos residuos a otros actores externos que busquen su aprovechamiento.

Otro actor externo es la empresa que provee los servicios de transporte, la cual se encarga de la recolección de las piñas cocidas para llevar el producto de la unidad de producción ubicada en el municipio de Nombre de Dios a la vinata en el municipio de Durango. Este también interviene en la disposición de bagazo, en donde presta su servicio para cargar el camión del residuo y trasladarlo al municipio de Nombre de Dios en donde es usado como alimento de ganado y composta.

A su vez, están los proveedores que se encargan de brindar los insumos para la producción del mezcal, estos también emplean estrategias circulares, como lo son los proveedores de botellas que retrabajan el producto con defectos para evitar desperdicios y al mismo tiempo se promueve reutilizar los embalajes que son destinados para transportar sus productos promoviendo la participación de la vinata para que estos cumplan con sus estrategias de aprovechamiento.

De la misma forma, participa otro actor externo del municipio de Durango, el cual, se encarga de adquirir los residuos de madera de pino y encino con aserraderos ubicados al sureste del estado de Durango para su reventa. Posteriormente, este actor se encarga de generar oportunidades de aprovechamiento para estos residuos generados durante los procesos productivos de las empresas madereras, ofreciéndolos a la vinata, la cual verifica que la empresa cuente con las guías forestales y las evidencias de compra del producto para poder adquirirlos. La vinata promueve la reutilización de este residuo, en donde es empleado como leña, de esta manera, la vinata contribuye al dinamismo de la circularidad de los aserraderos de la región.

Otro proveedor se ubica en el municipio de Durango, el cual se encarga de suministrar a la vinata los ramos de Damiana con venta al mayoreo, los cuales son utilizados durante la destilación para que el mezcal adquiera sus propiedades de sabor y aroma para la fabricación del mezcal “Damiana”. Esta acción contribuye a la participación de la vinata con actores de la región beneficiando a ambas partes, en donde el proveedor recibe beneficios económicos por distribuir su producto y la vinata puede utilizar este insumo en el proceso productivo, y a su vez, reaprovechar la Damiana una vez que termina el proceso de destilación para ser utilizada como combustible para procesos posteriores en los hornos, como el destilado o calentar el agua que será empleada en las tinajas de fermentación.

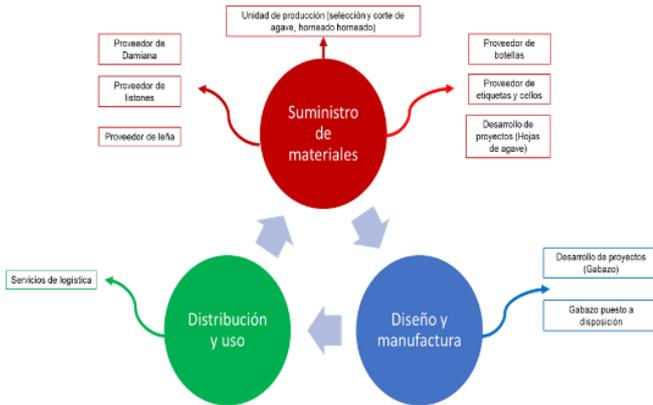


Figura 16. Actores externos y proveedores presentes en la economía circular de la cadena de valor de la producción de mezcal.

Fuente: autoría propia.

El modelo de mariposa de la economía circular de acuerdo con la cadena de valor de la producción de mezcal artesanal

Tras haber identificado las estrategias de economía circular empleadas por la vinata de acuerdo con los indicadores establecidos, se realizó el modelo de mariposa para demostrar la presencia de la economía circular durante la cadena de valor de la producción de mezcal (ver en figura 17).

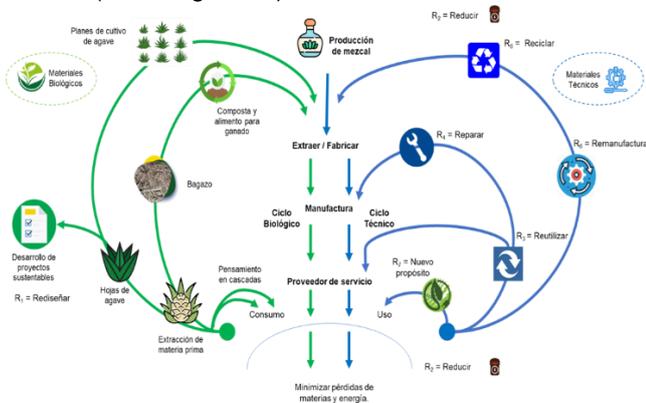


Figura 17. Modelo de mariposa de la economía circular en la cadena de valor de la producción de mezcal artesanal en la vinata.

Fuente: autoría propia con base en Ellen MacArthur Foundation, (2019).

Mediante este modelo es posible observar que la cadena de valor de la producción de mezcal cuenta con un sistema restaurativo que se enfoca en aprovechar al máximo los residuos como el bagazo, agua (caldo), piñas crudas o secas y los ramos de Damiana, manteniéndolos en el sistema. De la misma forma, se mantiene la circularidad con los proveedores para la remanufactura de los envases que cuentan con defectos, los cuales son

elaborados con material reciclado fomentando el reciclaje. La vinata se encarga de mantener en óptimas condiciones sus instalaciones, máquinas y herramientas fomentando la reparación y optimización generando oportunidades circulares. También, se genera el nuevo propósito y el aprovechamiento de residuos con ayuda de los actores externos para la creación de nuevos productos como es el caso del proyecto del biopapel a partir de bagazo en conjunto con UPIBI, así como la circulación de estos subproductos para cumplir con otro fin de acuerdo con la economía circular, como es el caso del bagazo como alimento de ganado o composta.

De esta manera la vinata muestra avances en 8 de 10 indicadores definidos de acuerdo con las “9R” (Ver en tabla 6).

La circularidad en la cadena de valor de la vinata genera grandes oportunidades de aprovechamiento en donde existen áreas de mejora continua para la creación de estrategias dirigidas a los principios circulares.

Tabla 6. Indicadores presentes de acuerdo con la economía circular en la cadena de valor de la producción de mezcal.

Dimensión	Indicadores	Cumplimiento
Economía circular	R ₀ = Rechazar.	✓
	R ₁ = Rediseñar.	✓
	R ₂ = Reducir.	✓
	R ₃ = Reutilizar.	✓
	R ₄ = Reparar.	✓
	R ₅ = Restaurar.	✗
	R ₆ = Remanufacturar.	✓
	R ₇ = Nuevo propósito.	✓
	R ₈ = Reciclar.	✓
R ₉ = Recuperar.	✗	

Fuente: autoría propia.

Es importante mencionar que se pierde la circularidad de acuerdo con los indicadores restaurar (R₅) debido a que las condiciones de la cadena de valor no permiten generar estas oportunidades por la constante circulación del producto y recuperar (R₉) el cual no es llevado a cabo porque no existe un sistema que permita recuperar energía en función de residuos, así como someterlos a tratamiento. Es importante que la vinata considere estas medidas como un factor que puede contribuir a un impacto medioambiental positivo y es un área de

oportunidad que puede generar beneficios económicos. La aplicación de estas estrategias le permite obtener beneficios sociales, medioambientales y económicos a la vinata. De la misma forma se fortalecen acciones circulares con los proveedores y actores externos, involucrando estrategias sustentables para promover el dinamismo de la circularidad en la comunidad.

Conclusión

El desarrollo de la economía circular dentro de los sistemas productivos es de suma importancia para lograr un modelo de trabajo sustentable, promoviendo prácticas circulares que permitan prolongar la vida útil del producto, encontrar nuevos propósitos y lograr el máximo aprovechamiento de los residuos generados durante los procesos productivos para garantizar soluciones restaurativas que reduzcan desperdicios, así mismo, involucra el trabajo en conjunto de la organización con los actores externos a la cadena de valor para promover un sistema de recuperación, que impacten en beneficios sociales, económicos y medioambientales.

En relación con las “9R” definidas por Potting, et al., (2017), las cuales, fueron establecidas como indicadores de la economía circular, fue posible evaluar los elementos de la circularidad presentes dentro de la cadena de valor de la producción de mezcal de la vinata.

De acuerdo con estos indicadores, la vinata centra sus estrategias circulares en 8 de los 10 indicadores establecidos los cuales son: rechazar (R_0) en dónde la vinata se encarga de brindar una nueva función a los residuos generados durante los procesos involucrados en la cadena de valor mediante su aprovechamiento; rediseñar (R_1), mediante el diseño de proyectos sustentables para el aprovechamiento de los residuos en dónde se implica el trabajo de actores externos a la vinata para su desarrollo; reducir (R_2), mitigando el desecho de residuos y procurando un consumo responsable de los insumos empleados durante la producción; reutilizar (R_3), en donde la vinata centra sus esfuerzos empleando estrategias que permiten aprovechar al máximo los residuos generados durante la cadena de valor; reparar (R_4), en donde se busca mantener en óptimas condiciones la maquinaria y equipo utilizados para la producción de mezcal; remanufacturar (R_6), se busca evitar el desecho de los productos defectuosos; nuevo propósito (R_7), donde la vinata está encaminando sus proyectos a ofrecer un nuevo propósito a sus residuos y al igual propone estrategias a sus consumidores para generar oportunidades circulares; por último, reciclar (R_8), en dónde utiliza un envase reciclado y biodegradable fabricado por un actor externo.

Es importante destacar que solo dos indicadores no cuentan con estrategias o acciones que permitan su

desarrollo, estos son restaurar (R_5) en dónde la vinata no cuenta con productos obsoletos que puedan ser restaurados para brindarles un nuevo propósito debido a la constante circulación del producto para su consumo, y recuperar (R_9) en dónde no se genera energía para alimentar el sistema.

Es importante para la vinata generar oportunidades que permitan desarrollar el indicador R_9 (recuperar) para favorecer al sistema, permitiendo recuperar energía en función de los residuos generados durante el proceso de producción de mezcal.

Así mismo, es importante generar estrategias que puedan aportar beneficios económicos tras el primer uso del producto, promoviendo la circularidad en conjunto con los consumidores.

La importancia de la participación de los actores externos derivados de las etapas de la cadena de valor de la producción del mezcal es fundamental, así como los que se encuentran en el desarrollo de proyectos sustentables para mantener el dinamismo de la economía circular presente en el sistema, y a su vez, se logra contribuir hacia la circularidad de ciertas estrategias empleadas por estos actores, promoviendo la economía circular.

De esta manera se puede determinar que, por lo que se refiere al análisis de los elementos de la economía circular, la cadena de valor de la producción de mezcal se ve beneficiada por las estrategias circulares implementadas para el aprovechamiento de recursos y residuos y al mismo tiempo se impulsa la economía mediante el desarrollo de proyectos sustentables con un impacto positivo para la sociedad y el medio ambiente.

Referencias

- Álvarez, H. D., y Mercado, S. P. (11 de Noviembre de 2022). Contextualización teórica de la denominación de origen del mezcal en el Estado de México en el marco del control social de las organizaciones. *Región y sociedad*, 34. Obtenido de <https://regionysociedad.colson.edu.mx/index.php/rys/article/view/1676>
- Arroyo, M. F. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78 - 98. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6828555>
- Barraza, S. S., Domínguez, C. P., Montiel, A. E., Nívar, C. J., y Díaz, V. M. (2014). La producción del mezcal en el municipio de Durango, México. *Ra Ximhai*, 65 - 74.
- Belda, H. I. (2018). *Economía circular un modelo de producción y consumo sostenible*. Madrid, España: Editorial Tébar Flores, S.L. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliodgbsp/reader.action?docID=5513796>
- Carrillo, G. G., y Pomar, F. S. (7 de Diciembre de 2021). La economía circular en los nuevos modelos de negocio. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 9(23). doi:<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.79933>

- Cerdá, E., y Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía industrial*(401), 11 - 20. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5771932>
- COMERCAM. (2023). *Denominación de origen*. Obtenido de [comercam-dom.org.mx](https://comercam-dom.org.mx/denominacion-de-origen/): <https://comercam-dom.org.mx/denominacion-de-origen/>
- Corona, R. N., Coronado, J. E., y Madrigal Gómez, J. M. (20 de Junio de 2022). Estudio espectral de diferentes variedades de agave para la creación de una librería espectral para su mapeo y monitoreo mediante percepción remota. *Investigaciones Geográficas*(107), 1-19. doi:10.14350/ig.60451
- Ekins, P., Domenech, T., Drummond, P., Bleischwitz, R., Hughes, N., & Lottí, L. (5 de Julio de 2019). *The circular economy: what, why, how and where*. Obtenido de [www.oecd.org](https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/Ekins-2019-Circular-Economy-What-Why-How-Where.pdf): <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/Ekins-2019-Circular-Economy-What-Why-How-Where.pdf>
- Ellen MacArthur Foundation. (17 de Septiembre de 2019). *El diagrama de mariposa: visualizando la economía circular*. Obtenido de [ellenmacarthurfoundation.org](https://ellenmacarthurfoundation.org/es/el-diagrama-de-la-mariposa): <https://ellenmacarthurfoundation.org/es/el-diagrama-de-la-mariposa>
- Falappa, M. B., Lamy, M., y Vazquez, M. (2019). *De una economía lineal a una circular, en el siglo XXI: análisis realizado en la sociedad mendocina*. Obtenido de [bdigital.uncu.edu.ar](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/14316/falappa-fce.pdf): https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/14316/falappa-fce.pdf
- Gallardo, V. J. (2017). *Breviario mezcalero*. Obtenido de [ciatej.mx](https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5ea3094a5a9ea.pdf): https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5ea3094a5a9ea.pdf
- Guadarrama, B. A., y Martínez, S. F. (2021). Economía circular: el modelo de producción y consumo del futuro. *Pluralidad y consenso*, 11(50), 32 - 41. Obtenido de http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/512/Pluralidad50_completa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gutiérrez, L. R. (17 de Agosto de 2022). Aplicación de modelos de economía circular en México y Colombia: estudio de caso. *Interconectando Saberes*, 7(14), 203 - 218. doi:<https://doi.org/10.25009/is.v0i14.2742>
- Hernández, L. J. (19 de Abril de 2018). El mezcal como patrimonio social: de indicaciones geográficas genéricas a denominaciones de origen regionales. *Em Questão*, 24(2), 404 - 433. doi:<https://doi.org/10.19132/1808-5245242.404-433>
- INAES. (2 de Mayo de 2019). *Conoce las cadenas de valor*. Obtenido de [www.gob.mx](https://www.gob.mx/inaes/articulos/conoce-las-cadenas-de-valor): <https://www.gob.mx/inaes/articulos/conoce-las-cadenas-de-valor>
- INEGI. (2019). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Obtenido de www.inegi.org.mx: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Martínez, A. N., y Porcelli, A. M. (2019). Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional (primera parte). *Lex: revista de la facultad de la Facultad de Derecho y Ciencia Política de la Universidad Alas Peruanas*, 16(22), 301 - 334. doi:<http://dx.doi.org/10.21503/lex.v16i22.1659>
- Melo, D. C., Castillo, M. G., y Garcia, N. L. (29 de Junio de 2022). De la economía lineal a la economía circular, transformaciones en el manejo de los residuos sólidos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 52 - 82. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2516
- Norma Oficial Mexicana. (18 de Agosto de 2016). *Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-2016, bebidas alcohólicas-mezcal-Especificaciones*. Obtenido de [www.dof.gob.mx](https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6437/seeco11_C/seeco11_C.html#:~:text=Esta%20Norma%20Oficial%20Mexicana%20establece,su%20producci%C3%B3n%20envasado%20y%20comercializaci%C3%B3n): https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6437/seeco11_C/seeco11_C.html#:~:text=Esta%20Norma%20Oficial%20Mexicana%20establece,su%20producci%C3%B3n%20envasado%20y%20comercializaci%C3%B3n
- Núñez, G. A. (Octubre de 2021). *Estudio de la economía circular en entornos productivos*. Obtenido de [upcommons.upc.edu](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/357249/TFG%20Estudio%20de%20la%20Econom%C3%ADa%20Circular%20en%20entornos%20productivos.pdf?sequence=1&isAllowed=y): <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/357249/TFG%20Estudio%20de%20la%20Econom%C3%ADa%20Circular%20en%20entornos%20productivos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ONU. (13 de Marzo de 2023). *La Agenda para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de www.un.org: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Padilla, A., y Romero, L. (29 de Marzo de 2022). *Industria Tequilera, caso de éxito de la economía circular*. Obtenido de [www.uag.mx](https://www.uag.mx/es/mediaHub/industria-tequilera-caso-de-exito-de-la-economia-circular#:~:text=La%20econom%C3%ADa%20circular%20busca%20el%20crecimiento%20sostenible.&text=Una%20de%20las%20industrias%20que,ambiente%20y%20transformar%20sus%20m%C3%A9todos): <https://www.uag.mx/es/mediaHub/industria-tequilera-caso-de-exito-de-la-economia-circular#:~:text=La%20econom%C3%ADa%20circular%20busca%20el%20crecimiento%20sostenible.&text=Una%20de%20las%20industrias%20que,ambiente%20y%20transformar%20sus%20m%C3%A9todos>
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (Enero de 2017). *Circular economy: measuring innovation in the product chain*. Obtenido de [www.pbl.nl](https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf): <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf>
- Rodríguez, C. A., y de la Cerna, H. C. (2017). El mezcal, su producción y tratamiento de residuos. (B. U. Puebla, Ed.) *Alianzas y tendencias BUAP*, 2(8), 10 - 14. Obtenido de repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/8fc64504-a893-45de-83ee-c1721909b71e/content
- Romero, Q. C., y Licea, D. A. (5 de Junio de 2009). *Análisis de la cadena de suministros*. Obtenido de [tesis.ipn.mx](https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3269/12.1112.pdf?sequence=1&isAllowed=y): <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3269/12.1112.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SADER. (9 de Septiembre de 2016). *Agave, planta de las maravillas*. Obtenido de [www.gob.mx](https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/agave-planta-de-las-maravillas): <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/agave-planta-de-las-maravillas>
- SAGARPA. (2017). *Agave tequilero y mezcalero mexicano*. Obtenido de [www.gob.mx](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257066/Potencial-Agave_Tequilero_y_Mezcalero.pdf): https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257066/Potencial-Agave_Tequilero_y_Mezcalero.pdf
- Savino, J. M. (2 de Septiembre de 2020). *¿Es posible hacer las cosas de manera diferente?* Recuperado el 2023 de Marzo de 22, de [rehip.unr.edu.ar](http://rehip.unr.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/2133/23170/CEI%20-%20EDEI%20-%20TFI%20Savino%20Juan%20Manuel.pdf?sequence=3&isAllowed=y): <http://rehip.unr.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/2133/23170/CEI%20-%20EDEI%20-%20TFI%20Savino%20Juan%20Manuel.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- UNIDO. (2020). *Circular economy*. Obtenido de [www.unido.org](https://www.unido.org/our-focus-cross-cutting-services/circular-economy): <https://www.unido.org/our-focus-cross-cutting-services/circular-economy>