

Capítulo 5

Revalorización del tomate en Ocotlán de Morelos: una experiencia de economía circular y conservación artesanal

María del Carmen Avendaño-Rito¹

Laura Victoria Aquino-González²

Robert Carcamo-Mallen³

<https://doi.org/10.61728/AE20254469>



¹ Instituto Tecnológico de Valle de Etla, Departamento de Ciencias Administrativas Abasolo S/N Paraje Cañada Grande, Barrio del Agua Buena, Santiago Suchilquitongo, C.P. 68230, Oaxaca. E-mail: maria.ar@itvalletla.edu.mx, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6839-0963>

² Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Unidad Oaxaca, Hornos #1003 Col. Noche Buena Santa Cruz Xoxocotlán, C.P. 71230, Oaxaca, México. E-mail: laquino@ipn.mx, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8438-9791>

³ Universidad Humboldt-Berlín, Alemania. Invalidenstr. 42, 10115 Berlín, Alemania. E-mail: carcamor@hu-berlin.de Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4960-9883>

Resumen

Este estudio analiza una experiencia de economía circular implementada en la comunidad de Ocotlán de Morelos, Oaxaca, centrada en la revalorización del tomate de segunda calidad mediante técnicas artesanales de conservación alimentaria. El objetivo fue evaluar la viabilidad técnica, sensorial y comercial de transformar este subproducto agrícola en alimentos funcionales con valor agregado. A través de un grupo focal con nueve participantes locales, se validaron cuatro productos derivados: mermelada con tamarindo, tomates confitados en aceite, láminas tipo alga nori y tomate deshidratado con jengibre. Los resultados evidenciaron una aceptación unánime por parte de los participantes, quienes destacaron la calidad sensorial, el carácter natural de los productos y su versatilidad culinaria. Estos hallazgos refuerzan la viabilidad de aplicar modelos de economía circular en contextos rurales, integrando saberes locales, tecnologías apropiadas y participación comunitaria para generar soluciones sostenibles en el manejo de residuos agroalimentarios.

Introducción

El desperdicio de alimentos representa uno de los principales retos globales para la sostenibilidad, especialmente en regiones donde coexiste la inseguridad alimentaria con una pérdida significativa de productos agrícolas. Así, el desperdicio de alimentos constituye uno de los desafíos más apremiantes en materia de sostenibilidad. Según Hidalgo y Martín Marroquín (2020), “aproximadamente un tercio de todos los alimentos producidos a nivel mundial para el consumo humano se pierde o se desperdicia, lo que equivale a cerca de 1.300 millones de toneladas al año” (p. 28). Esta problemática no solo genera impactos ambientales y económicos, sino que también revela una profunda contradicción en un mundo donde persiste la inseguridad alimentaria.

En este sentido, este fenómeno no solo representa un problema económico y ambiental, sino también un desafío ético y social en contextos donde persiste la desnutrición y el acceso desigual a los alimentos. Alzate-Yepes y Orozco-Soto (2021) señalan que “mientras millones de personas padecen hambre o inseguridad alimentaria, se desperdician toneladas de alimentos con potencial nutritivo que podrían ser aprovechados” (p. 134). Esta paradoja exige una transformación en los sistemas alimentarios desde una perspectiva de sostenibilidad y equidad social.

En México, el desperdicio de alimentos alcanza cifras alarmantes: se estima que anualmente se pierden cerca de 20.4 millones de toneladas de alimentos, lo que equivale al 34 % de la producción nacional, con un impacto económico, social y ambiental considerable (FAO, 2020). A nivel ambiental, el problema escala en cuestión de contaminación; al carecer de una regulación para la disposición de los desperdicios de alimentos, estos se disponen donde el productor crea conveniente sin importar las consecuencias. Tal es el caso de los productores de tomate de Culiacán, Sinaloa (Imagen 1), quienes disponen del tomate que no cumple con los estándares y lo tiran a un costado de las carreteras. Este desperdicio representa un problema fitosanitario, ya que atrae plagas y enfermedades (Díaz, 2017).

Imagen 1. Tiradero de tomate sin control fitosanitario



Fotografía de Lorenzo Bastidas. Fuente: Díaz (2017).

Oaxaca es un estado donde gran parte de la población depende de la agricultura de pequeña escala y persisten diferentes niveles de inseguridad alimentaria en muchas comunidades rurales e indígenas; este fenó-

meno representa una contradicción estructural que afecta directamente los medios de vida y la nutrición local. La revalorización de productos agrícolas descartados ha mostrado potencial en áreas bioquímicas o de producción de alimentos (Rosas-Callejas et al., 2016; Ramos et al., 2022); como el tomate de segunda calidad, se presenta entonces como una estrategia viable para fortalecer la economía local, mejorar el acceso a alimentos y construir soluciones sostenibles desde lo comunitario, además de representar aprovechamiento de este recurso en las cocinas locales o en restaurantes, el cual explica Mora et al. (2024), la denominada gastronomía circular, la cual se representa en la reutilización de los desperdicios de verduras, frutas, tallos, hierbas (Imagen 2).

Imagen 2. Descarte y revalorización gastronómica



Aceite de hierbas

Gelatina de tomate

Fuente: Mora-Muciño (2024).

En Oaxaca, la producción de tomate en invernaderos constituye una actividad de relevancia económica para múltiples comunidades rurales, aunque enfrenta diversas limitaciones relacionadas con el acceso a tecnologías, canales de comercialización y manejo postcosecha. Martínez-Gutiérrez et al. (2014) señalan que muchas de estas unidades de producción operan con recursos limitados y generan excedentes que no cumplen con los estándares del mercado, lo que incrementa la pérdida de producto y reduce el margen de beneficio para los productores. Esto afecta en gran medida no solo a los productores, al no contar con alternativas para disponer del producto que se desperdicia por no contar con las condiciones óptimas para su venta, por lo que termina en la basura,

incrementando así la contaminación al ambiente y desfavoreciendo actividades de generación de ingreso que favorezcan la seguridad alimentaria.

En este contexto, la economía circular ha emergido como un paradigma orientado a optimizar el uso de los recursos, prolongar la vida útil de los productos y reducir al mínimo los residuos. Su aplicación en el ámbito comunitario agrícola ofrece una oportunidad para fortalecer la autosuficiencia alimentaria, agregar valor local y fomentar la participación activa de las comunidades en los procesos productivos (Romero-Saez, 2022).

Esta se ha consolidado como una alternativa viable frente a los modelos económicos lineales tradicionales, al proponer una transformación estructural de los procesos productivos y de consumo bajo criterios de regeneración, eficiencia y sostenibilidad. Como señala Espinoza (2023), este enfoque no solo implica un cambio técnico en el manejo de los recursos, sino una transformación cultural y sistémica que redefine la relación entre la economía y la naturaleza”. Desde esta perspectiva, las prácticas comunitarias que buscan aprovechar residuos agrícolas y reinsertarlos en ciclos productivos adquieren un valor estratégico dentro de los modelos de desarrollo local sustentable (Romero-Saez, 2022).

Araujo-Morera et al. (2021) señalan que la economía circular implica rediseñar todo el ciclo de vida de un producto, desde la recolección del residuo hasta su transformación en un bien con valor añadido. Si bien su estudio se centra en neumáticos, los principios que sustentan su modelo, innovación técnica, valorización de residuos y sostenibilidad, también se aplican al caso del tomate descartado en comunidades rurales, donde prácticas simples como la deshidratación pueden generar impactos sociales y económicos significativos.

Por ello se refuerza la necesidad de implementar estrategias de aprovechamiento local bajo un enfoque de economía circular, por lo que surge la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera la utilización del tomate de segunda calidad mediante técnicas de conservación de alimentos puede constituirse como una estrategia de economía circular para los productores de Ocotlán de Morelos, Oaxaca?

El tomate de segunda calidad por sus características estéticas o de tamaño suele ser descartado a pesar de su valor nutricional y potencial de aprovechamiento para la generación de ingreso. La economía circular, al

centrarse en la regeneración de sistemas y el cierre de ciclos productivos, ofrece una alternativa viable para transformar residuos en insumos útiles, especialmente cuando se articula con procesos de participación social.

Por lo que el objetivo de esta investigación es evaluar la viabilidad técnica, sensorial y comercial de transformar el tomate de segunda calidad en alimentos de valor agregado como una estrategia de economía circular para los productores de Ocotlán de Morelos, Oaxaca.

Revisión teórica

La economía circular se ha consolidado como una propuesta integral orientada a transformar los fundamentos del sistema económico y productivo contemporáneo, superando el paradigma lineal tradicional basado en la extracción, el consumo y el descarte. Este modelo promueve el cierre de ciclos materiales mediante estrategias como la reutilización, el rediseño, la valorización de residuos y la extensión de la vida útil de los recursos, con el propósito de minimizar los impactos ambientales, generar valor económico y fomentar un uso eficiente y responsable de los recursos naturales (Ellen MacArthur Foundation, 2013; FAO, 2020; Espinoza, 2023).

Aunque el desarrollo teórico y práctico de la economía circular ha avanzado notablemente en sectores industriales, urbanos e infraestructurales, su implementación en contextos rurales y agrocomunitarios continúa siendo limitada en la literatura académica. Mhatre et al. (2020) señalan que enfoques como el diseño regenerativo, la ecología industrial y el modelo cradle to cradle (de la cuna a la cuna) han contribuido a definir los principios esenciales de la economía circular, orientados a sustituir la lógica del desecho por un sistema regenerativo basado en la reutilización, reparación y restauración de recursos. Sin embargo, los mismos autores advierten que persiste una escasa documentación sobre la adaptación de estos principios en territorios con alta diversidad socioambiental y estructuras productivas tradicionales.

Desde una perspectiva crítica, Espinoza (2023) sostiene que la economía circular representa no solo un cambio estructural en los procesos económicos, sino una transformación profunda en la relación entre la

sociedad y la naturaleza. Esta visión holística implica no solo una reconfiguración técnica o ambiental, sino también una transformación social y cultural que requiere la participación activa de los actores locales en la construcción de soluciones sostenibles, contextualizadas y equitativas. En este marco, la economía circular se perfila como una herramienta estratégica para fortalecer capacidades locales, reducir desigualdades territoriales y promover procesos de autogestión y resiliencia comunitaria.

En este sentido, Suárez-Eiroa et al. (2019) definen la economía circular como un sistema regenerativo de producción y consumo, cuyo objetivo es mantener las tasas de extracción de recursos y generación de residuos dentro de los límites planetarios, mediante el cierre de ciclos, la reducción de la escala del sistema económico y la conservación del valor de los recursos. Este enfoque se sustenta en pilares como el diseño y la educación, considerados elementos transversales para una transición efectiva hacia la sostenibilidad.

Además, su implementación en entornos rurales requiere enfoques contextualizados que consideren las condiciones socio-productivas locales y promuevan la participación activa de las comunidades en el diseño, adaptación y uso de soluciones técnicas. La integración de saberes tradicionales, el fortalecimiento del tejido social y la construcción colectiva de alternativas sustentables constituyen elementos clave para una economía circular verdaderamente alineada con las dinámicas y necesidades de los territorios rurales (Ostrom, 1990; Tello et al., 2024).

En este sentido, el aprovechamiento de residuos agroalimentarios bajo un enfoque de economía circular ha dado lugar a diversos modelos que buscan cerrar los ciclos de producción, revalorizar subproductos y reducir el impacto ambiental de la actividad agrícola y alimentaria. Estos modelos de economía circular integran principios como la eficiencia en el uso de recursos, la recuperación de compuestos de valor y la inserción de prácticas sostenibles en cadenas locales de valor. Por ejemplo, el modelo de valorización integral de subproductos que se basa en la transformación de residuos vegetales o animales en productos con valor comercial o funcional, como alimentos, nutraceuticos, cosméticos, fertilizantes u otros bioproductos; el objetivo es maximizar el aprovechamiento de cada parte del recurso (Prado-Acevo et al., 2024).

Marco referencial

Como se destacó en la sección anterior, el desperdicio alimentario pone en evidencia una contradicción derivada de fallas estructurales en las cadenas de producción y distribución. Esta situación no solo refleja una ineficiencia en la cadena de valor agroalimentaria, sino también una oportunidad para repensar los modelos de producción, distribución y consumo desde una lógica de sustentabilidad y equidad. En Oaxaca, esta problemática se acentúa debido a factores estructurales como la fragmentación de la tierra, la débil infraestructura para el almacenamiento y transformación de alimentos, y el acceso limitado a mercados formales.

El tomate (*Solanum lycopersicum*), uno de los cultivos más representativos en la agricultura bajo invernadero del estado, se produce tanto para autoconsumo como para comercialización. Sin embargo, una parte considerable de la producción, especialmente aquella que no cumple con los estándares estéticos del mercado (tomate de segunda calidad), es descartada, generando pérdidas para los productores locales (Martínez-Gutiérrez et al., 2014).

En este contexto, la implementación de estrategias de economía circular centradas en la revalorización de productos descartados resulta clave para reducir el desperdicio y mejorar la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios locales. Diversos estudios han demostrado que los modelos circulares pueden aplicarse eficazmente en territorios rurales, promoviendo la transformación de excedentes agrícolas en productos con valor agregado mediante tecnologías apropiadas y procesos participativos (Tello et al., 2024; Espinoza, 2023). Estas estrategias no solo fortalecen la economía familiar, sino que también contribuyen al bienestar comunitario y al uso racional de los recursos naturales, además de que este tipo de innovación alimentaria se basa en productos antioxidantes y otros compuestos beneficiosos (Jímenez-Robles et al., 2025).

Martínez-Gutiérrez et al. (2014) señalan que en municipios como Ocotlán de Morelos, gran parte de las unidades de producción operan con recursos limitados, lo que genera altos niveles de vulnerabilidad frente a las fluctuaciones del mercado y las pérdidas por producto no comercializable. Esta situación abre un campo fértil para la implementación

de estrategias de valorización de residuos agrícolas desde un enfoque de economía circular, que recupere el valor de los excedentes y fortalezca la autonomía económica de las comunidades rurales.

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es un alimento de gran importancia nutricional por su alto contenido en agua, vitaminas (A, C y complejo B), minerales (potasio, fósforo, magnesio) y compuestos bioactivos como los carotenoides y licopeno, que tienen propiedades antioxidantes y beneficios para la salud cardiovascular y celular (FAO, 2019). Desde esta perspectiva, el desecho de tomate por razones comerciales representa no solo una pérdida económica para los productores, sino también una pérdida de alimento funcional que podría ser aprovechado en procesos de transformación sustentables, generación de ingresos y mejorar los niveles de inseguridad alimentaria.

Dado lo anterior, las técnicas de deshidratación surgen como una alternativa eficaz para el aprovechamiento del tomate descartado, permitiendo conservar sus propiedades, reducir su volumen y prolongar su vida útil sin necesidad de conservadores químicos (Kumar et al., 2015). La deshidratación, especialmente en su modalidad solar, ofrece ventajas ambientales y económicas al ser una tecnología de bajo costo replicable y adaptada a entornos rurales (Aware y Thorat, 2012; Elwakeel et al., 2024). Al transformar el tomate fresco en productos con valor agregado como láminas o conservas deshidratadas, se insertan prácticas circulares que promueven el cierre de ciclos, la reducción del desperdicio poscosecha y la generación de nuevas oportunidades para la economía familiar y local. Estas acciones se alinean con los principios operativos de la economía circular, en tanto contribuyen a mantener el valor del recurso alimentario dentro del sistema, a partir de una innovación social y técnica contextualizada (Suárez-Eiroa et al., 2019).

Estudios como el de Moreno et al. (2014), Elwakeel et al. (2024) y Pérez (2024) han demostrado que el tomate deshidratado conserva parámetros aceptables de calidad físico-química, microbiológica y sensorial, lo que lo convierte en una alternativa viable para su aprovechamiento comercial. Estos hallazgos respaldan el uso de técnicas de deshidratación como estrategia efectiva para transformar un producto perecedero en un alimento estable y funcional, contribuyendo así a la reducción

del desperdicio poscosecha y a la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios locales.

Metodología

Diseño de la investigación

Este estudio se desarrolló bajo un diseño metodológico de estudio de caso instrumental, con un enfoque mixto. La fase cuantitativa, de tipo experimental, se centró en la transformación del tomate de segunda calidad mediante técnicas de deshidratación y conservación artesanal, con el fin de evaluar la viabilidad técnica del procesamiento y obtener productos de valor agregado. Paralelamente, se implementó una fase cualitativa con un enfoque descriptivo-interpretativo, que permitió analizar las percepciones sensoriales, funcionales y comerciales de los productos, así como su aceptación social en el contexto comunitario.

El enfoque mixto fue seleccionado debido a la naturaleza compleja del objeto de estudio, que requiere integrar tanto la dimensión técnica (procesamiento) como la social (percepción sensorial) para comprender cómo la generación de subproductos mediante técnicas de deshidratación solar puede convertirse en una estrategia viable de economía circular para los pequeños productores de Ocotlán de Morelos, Oaxaca.

Caso de estudio

El caso de estudio se centró en la comunidad de Ocotlán de Morelos, ubicada en la región de los Valles Centrales de Oaxaca, caracterizada por su fuerte vocación agrícola, especialmente en la producción de tomate bajo condiciones de invernadero. La selección de esta comunidad se fundamentó en dos criterios principales:

La existencia de pérdidas económicas recurrentes asociadas a tomates que no cumplen con los estándares estéticos del mercado, lo que genera excedentes agrícolas no aprovechados. El interés local en identificar y aplicar alternativas sostenibles para la valorización de dichos excedentes mediante prácticas tecnológicas accesibles.

Los participantes del estudio incluyeron:

Productores locales de tomate, quienes proporcionaron la materia prima (tomate de segunda calidad). El grupo de investigación multidisciplinario para elaborar los productos con apoyo de especialistas en gastronomía.

Consumidores locales seleccionados para el análisis cualitativo, quienes participaron en un grupo de enfoque para evaluar la aceptación sensorial y comercial de los productos transformados.

Esta diversidad de actores permitió un abordaje integral del caso, garantizando que la investigación se desarrollara con pertinencia territorial y respondiera a las necesidades reales de la comunidad, en congruencia con los principios de la economía circular aplicada al ámbito agroalimentario.

Recolección e integración de datos en el enfoque mixto

La estrategia metodológica combinó diversas técnicas para garantizar una triangulación rigurosa de datos:

Técnicas cualitativas:

Observación directa no participante, documentada mediante bitácoras de campo, que se aplicó durante todo el proceso de transformación: desde la selección del tomate hasta la elaboración de los productos (láminas de tomate, mermelada, tomates confitados y tomate deshidratado).

Grupo focal con enfoque estructurado, utilizando la técnica de cámara de Gesell, permitió explorar percepciones de aceptación sensorial, potencial comercial y pertinencia cultural de los productos. Esta técnica se aplicó tras la elaboración de los productos, como etapa cualitativa de validación.

Procedimiento para obtención del producto y prueba del producto

El procedimiento se dividió en cuatro etapas principales que se describen en la tabla 1.

Tabla 1. *Etapas del proceso de valorización del tomate de segunda calidad en Ocotlán de Morelos, Oaxaca*

Etapas	Propósito	Acciones realizadas	Tecnologías y recursos utilizados
1. Selección y preparación del insumo	Garantizar la inocuidad y conservación del tomate antes del secado.	Recolección de tomate de segunda calidad; desinfección con solución yodada al 1.3 %; aplicación de antioxidante natural a base de jengibre.	Solución yodada comercial; preparación casera de antioxidante natural.
2. Procesos de deshidratación	Comparar eficiencia y resultados entre dos métodos de secado.	Pruebas comparativas entre horno de convección (control) y deshidratador solar artesanal.	Horno eléctrico; deshidratador solar construido con materiales locales.
3. Elaboración de productos derivados	Diversificar la oferta y explorar valor agregado.	Producción de láminas de tomate deshidratado (nori), mermelada de tomate, tomate deshidratado y tomate confitado.	Utensilios básicos de cocina y materiales para empaque.
4. Validación técnica y comunitaria	Evaluar calidad del producto y su aceptación local.	Grupo de enfoque con actores comunitarios.	Cámara de Gesell, registro fotográfico y fichas de evaluación.

Fuente: elaboración propia

La sistematización del proceso de valorización del tomate de segunda calidad permitió estructurar de manera clara las acciones desarrolladas en esta investigación, articulando procedimientos técnicos, recursos accesibles y participación comunitaria. Tal como se muestra en la Tabla 1, las actividades se organizaron en cuatro etapas que reflejan un enfoque progresivo: desde la selección y preparación del insumo, pasando por la comparación de métodos de deshidratación, hasta la elaboración de productos derivados y su posterior validación técnica y social.

Esta secuencia operativa no solo permitió garantizar la inocuidad y calidad del producto final, sino que también evidenció la viabilidad de integrar tecnologías apropiadas con saberes locales para generar alternativas de aprovechamiento sustentable. La tabla resume cómo cada etapa respondió a objetivos específicos dentro del modelo de economía circular, manteniendo un equilibrio entre eficiencia técnica, pertinencia social y adaptabilidad territorial.

Análisis de resultados

Las pruebas sistematizadas y desarrolladas en la investigación para la conservación del tomate Saladet de segunda clase representan tecnologías viables en comunidades con recursos limitados; principalmente porque los insumos son de bajo costo y fácil acceso (Aware y Thorat, 2012; Elwakeel et al., 2024), ya que este tipo de producto tiene demasía de producción y el periodo de venta al mercado es lento, ya que las cualidades físicas reducen la aceptación por el consumidor.

El proceso de deshidratación es un método que reduce el riesgo de descomposición del alimento, ya que reduce más del 80 % del contenido de agua del producto, el cual es un factor que favorece al ataque microbiano y, por ende, a la rápida descomposición del producto (Kumar et al., 2015). El uso de sistemas solares favorece a las comunidades rurales que no cuentan con tendido eléctrico, ya que estos sistemas solo requieren de espacios donde la radiación solar sea constante en un horario de 10 a 15 horas, lo cual garantiza temperaturas por arriba de los 60 °C. La operación de estos sistemas es muy factible, ya que pueden manipularlo tanto un menor de edad como un adulto mayor, además de que este tipo de sistemas cumple con la necesidad urgente de adoptar métodos sostenibles para la conservación de alimentos, frente a desafíos como la sobreproducción agrícola, el cambio climático y la inseguridad alimentaria (Alzate-Yepes y Orozco-Soto, 2021).

Las tecnologías limpias y viables permiten la reducción de desperdicios alimentarios extendiendo la vida útil sin afectar la salud y el medioambiente; se reduce la implementación de conservadores químicos industriales, favoreciendo la salud; se aprovechan las energías renovables,

reduciendo el uso de energía fósil; se conservan los nutrientes y la calidad sensorial de los productos, lo cual es una garantía de aceptación para mercados locales y gourmet; fomenta la economía circular, donde el residuo agrícola se transforma en valor económico y cultural (Elwakeel et al., 2024).

El tomate deshidratado tiene potencial transformador tanto en la industria alimentaria como en el ámbito social y económico, principalmente para contextos rurales o para comunidades marginadas. Los productos obtenidos del tomate deshidratado preserva en gran parte los nutrientes del mismo, principalmente el licopeno considerado como un antioxidante con beneficios cardiovasculares y anticancerígenos (Pérez, 2024); representa un producto con alto contenido de fibra dietética principalmente por ser conservado con la piel, es un producto bajo en grasa y sin aditivos químicos que pongan en riesgo la salud del consumidor; es viable su inclusión en líneas de productos saludables como snacks funcionales, mezclas para dietas veganas y vegetarianas, alimentos de alto rendimiento para deportistas y puede representar una alternativa de alimentación con sentido social y ambiental (Rodríguez-Palleres et al., 2024).

El confitado de tomate es una técnica de conservación de origen artesanal que consiste en cocinar el fruto a baja temperatura, en un medio graso como el aceite de oliva virgen extra o en un medio azucarado, con el objetivo de lograr una deshidratación parcial y concentrar sus sabores. Esta técnica permite no solo mejorar la palatabilidad del tomate, sino también extender su vida útil mediante la reducción de la actividad de agua y la incorporación de agentes antioxidantes naturales.

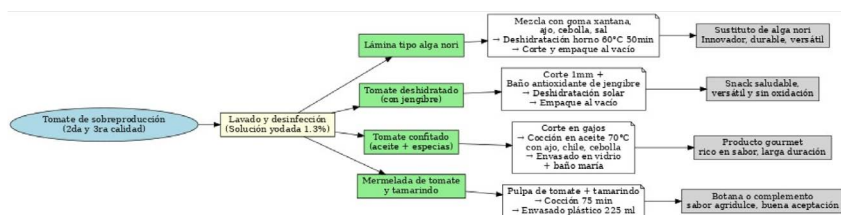
El proceso de cocción varía según el medio utilizado. En la modalidad oleosa, los tomates se sumergen en aceite de oliva virgen extra a una temperatura controlada de 70 °C durante un lapso de dos a tres horas, acompañados de hierbas aromáticas como romero o tomillo, así como ajo fresco, lo que potencia su perfil sensorial. En la versión dulce, se cuecen en un almíbar con concentración de 50 grados Brix, enriquecido con especias como canela y clavo de olor, manteniendo una temperatura aproximada de 65 °C durante hora y media. En ambos casos, el resultado es un producto de textura tierna, sabor intenso y notable estabilidad fisicoquímica.

Una vez completada la cocción, los tomates confitados se envasan en frascos de vidrio previamente esterilizados y se cubren completamente con su medio de cocción (aceite o almíbar). Para garantizar su conservación, los frascos se someten a una pasteurización a 85 °C durante 30 minutos, lo que permite conservarlos en refrigeración hasta por doce meses. Este tratamiento, junto con la reducción de la actividad de agua (inferior a 0.85 en almíbar y a 0.92 en aceite), inhibe el desarrollo microbiano y reduce el riesgo de deterioro (Fellows, 2022). Además, los polifenoles presentes en el aceite de oliva y compuestos como el ácido rosmarínico, contenido en diversas hierbas y especias, actúan como antioxidantes naturales que previenen la oxidación y prolongan la estabilidad del producto (Gutiérrez et al., 2021).

Subproductos de tomate de segunda y sus técnicas de conservación

En la Imagen 3 se muestra el proceso de tratamiento del subproducto de tomate que proporcionaron los productores de Ocotlán, Oaxaca, para esta investigación.

Imagen 3. Diagrama de flujo del proceso de obtención de los subproductos de tomate



Fuente: elaboración propia.

Lámina de tomate como sustituto de alga nori:

De acuerdo con Mora et al. (2024), los residuos agroindustriales del tomate (*Solanum lycopersicum*) pueden revalorizarse mediante procesos innovadores que transforman su estructura fibrosa en productos gastronómicos.

micos funcionales. En este estudio, se desarrolló una lámina comestible a partir de pulpa de tomate, diseñada como alternativa sostenible al alga nori tradicional, mediante la incorporación de agentes gelificantes naturales (goma xantana) y condimentos (ajo y cebolla deshidratados) (Imagen 4).

Proceso de elaboración y características técnicas:

Formulación:

- Pulpa de tomate (85 %), goma xantana (1.5 % p/v), ajo y cebolla en polvo (2 %).
- Homogeneización a 60°C para activar propiedades hidrocoloidales (García-Ochoa et al., 2020).

Deshidratación:

- Secado en horno convectivo (65°C × 6 h) hasta alcanzar humedad ≤ 8 % (AOAC 934.06).
- Textura final: Crujiente (fuerza de fractura: 50–60 N, medida con texturómetro TA.XT Plus).

Aplicaciones gastronómicas:

- Envoltura para sushi: Resistencia a la humedad (≥ 90 % integridad tras 2 h de contacto con arroz).
- Chips o rollos: Adaptable a versiones dulces (con miel o frutas liofilizadas) o picantes (adición de capsaicina).

Imagen 4. Lamina de tomate para sushi



Fuente: Elaboración propia

Tomate deshidratado con antioxidantes naturales:

El tomate (*Solanum lycopersicum*) deshidratado representa una alternativa sostenible para reducir el desperdicio de excedentes agrícolas, al tiempo que conserva su perfil nutricional rico en licopeno y compuestos bioactivos (Pérez, 2024). En este estudio, se implementó un pretratamiento con extracto de jengibre (*Zingiber officinale*) como antioxidante natural, el cual inhibe la oxidación del licopeno (pérdida ≤ 15 % vs. 40 % en controles sin tratar) (Coelho et al., 2019) y la actividad enzimática (PPO y POD reducidas en un 90 %). (Imagen 5)

Pretratamiento:

- Inmersión de rodajas (5 mm de espesor) en solución de jengibre (2 % p/v, 10 min) para preservar color ($\Delta E < 3$ en escala CIELab) y licopeno (HPLC: 120 mg/100 g base seca).

Deshidratación:

- Secado por convección forzada ($60^{\circ}\text{C} \times 8 \text{ h}$) hasta humedad ≤ 8 % (AOAC 934.06).

- Textura: Crujiente (fuerza de fractura: 35–40 N, texturómetro TA.XT Plus).

Aplicaciones gastronómicas:

- Snack saludable: Actividad antioxidante (ORAC: 4500 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$).
- Ingrediente multifuncional: Para pizzas, panadería o trail mix (mezclas deshidratadas).
- Base de sopas instantáneas: Pulverizado (tamaño de partícula $< 150\text{ }\mu\text{m}$) para rápida rehidratación (tiempo: 2 min en agua a 80°C).salsas instantáneas o mezclas especiadas, para este fin se deberá implementar un proceso de pulverizado, lo cual garantiza una mejor hidratación y aprovechamiento sustentable de piezas irregulares de tomate o bien tomate Saladet de menor calidad (Pérez, 2024)

Imagen 5. *Tomate deshidratado*



Fuente: elaboración propia

Tomate confitado

La conservación de alimentos mediante la inmersión en aceite es una técnica ancestral que se remonta a las civilizaciones egipcias, donde se empleaba para prolongar la vida útil de productos perecederos durante el

transporte en rutas comerciales (Tressler & Evers, 1946). Este método, basado en la creación de una barrera física contra el oxígeno y microorganismos aerobios, sigue siendo relevante en la industria alimentaria moderna (Imagen 6).

Imagen 6. *Tomate confitado*



Fuente: elaboración propia.

Características fisicoquímicas y de envasado:

El producto consiste en rajas de tomate (*Solanum lycopersicum*) mezcladas con especias (sal, ajo y cebolla deshidratada) y conservadas en aceite de girasol u oliva. Se envasan en frascos de vidrio templado (capacidad: 250 mL) con tapas metálicas herméticas, garantizando un sellado al vacío ($O_2 < 1\%$) y esterilización térmica ($100^\circ\text{C} \times 30\text{ min}$) para inhibir el crecimiento microbiano (Fellows, 2022).

Mermelada de tomate y tamarindo

El azúcar y la sal, además de su función edulcorante y sazonzadora, actúan como agentes conservantes debido a su capacidad para reducir la actividad de agua (a_w) en el producto, ya sea en su forma refinada o diluida (Bhandari & Roos, 2017). Por su parte, la goma xantana, un polisacárido producido por *Xanthomonas campestris*, confiere estabilidad coloidal

y consistencia viscosa, mejorando la textura y evitando la sinéresis en productos semisólidos (García-Ochoa et al., 2020).

Características fisicoquímicas y sensoriales:

El producto final presenta una consistencia espesa pero ligera (viscosidad: 1200–1500 cP, medida con reómetro Brookfield), con un color rojo óxido (coordenadas CIELab: L* 35, a* 25, b* 10) y un nivel de acidez comparable al de Capsicum (pH 3.5–4.0, medido con potenciómetro calibrado). Se envasó en recipientes de polipropileno (PP) de 100 mL, equipados con tapas herméticas de goma que garantizan un sellado al vacío ($O_2 < 0.5\%$), inhibiendo la oxidación y la contaminación microbiana (Imagen 7)

Imagen 7. Mermelada de tomate con tamarindo



Fuente: elaboración propia

Para comprobar la aceptación de los subproductos derivados del tomate de segunda, se realizó una técnica de grupo de enfoque.

Metodología del grupo focal: criterios de selección de participantes

Para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados del grupo de enfoque, se siguieron criterios metodológicos basados en la literatura especializada. La selección de participantes se alineó con los estándares propuestos por Krueger y Casey (2015).

Criterios de selección

1. Diversidad sociodemográfica:

- Se incluyeron niños (<12 años), jóvenes (13–25) y adultos (26–60) para captar perspectivas multigeneracionales.
- Variabilidad en ocupaciones (estudiantes, amas de casa, profesionales) y niveles de escolaridad.

2. Perfil de consumo:

- 5/9 participantes eran consumidores habituales de tomate.
- 4/9 manifestaron aversión inicial al tomate fresco, lo que permitió evaluar cambios en la percepción.

3. Tamaño de la muestra:

- 9 participantes, número óptimo según Krueger y Casey (2015) para equilibrar diversidad y profundidad en la discusión.

4. Homogeneidad relativa:

- Todos residían en zonas urbanas y de los valles centrales de Oaxaca y accedían a productos envasados, asegurando familiaridad con el contexto de mercado.

Discusiones

La evaluación sensorial y perceptual de los productos derivados del tomate de segunda calidad se realizó a través de un grupo de enfoque aplicado en una cámara de Gesell; la muestra incluyó tanto consumidores frecuentes como esporádicos de tomate, lo que permitió capturar percepciones contrastantes sobre los atributos sensoriales, el valor percibido y la intención de compra de los productos.

Estos resultados confirman que la valorización de excedentes agroalimentarios mediante la transformación en productos con valor agregado, como los aquí analizados, se alinea con los principios de la economía circular señalados por Prado-Acevo et al. (2024), quienes destacan la eficiencia en el uso de recursos y la revalorización de subproductos como ejes para cerrar ciclos productivos. Particularmente la mermelada de tomate con tamarindo y los tomates confitados en aceite con especias, los cuales fueron bien valorados incluso por quienes inicialmente mani-

festaban rechazo al sabor del tomate fresco. La mermelada fue reconocida por su equilibrio dulce-ácido, su carácter natural y su versatilidad gastronómica.

El caso del tomate confitado como producto gourmet con potencial para acompañar alimentos salados o integrarse en recetas más elaboradas ilustra el principio de rediseño propuesto por Ghisellini et al. (2016), en el que los residuos alimentarios se transforman en productos innovadores con alto valor en el mercado, alineados con nuevas demandas de consumo saludable y ético. En ambos casos, los participantes coincidieron en resaltar la ausencia de conservadores artificiales, lo que refuerza el valor agregado desde una perspectiva de alimentación saludable y sostenible.

En relación con el tomate deshidratado con jengibre, el análisis reveló una percepción favorable respecto a su sabor intenso y su textura crujiente. Este hallazgo es coherente con estudios como los de Elwakeel et al. (2024) y Pérez (2024), que demuestran que la deshidratación conserva propiedades nutricionales y sensoriales del tomate, facilitando su incorporación en nuevas cadenas de valor. Los participantes asociaron este producto con un snack funcional comparable a chips vegetales, con aplicaciones en ensaladas, pizzas o mezclas deshidratadas tipo trail mix. El pretratamiento con jengibre fue señalado como un factor diferenciador que evita sabores metálicos y aporta complejidad aromática. Las observaciones sobre mejoras se concentraron en la textura (sugerencia de una versión más suave para sopas) y en el formato de empaque (presentaciones individuales para portabilidad), lo que muestra una actitud constructiva hacia el perfeccionamiento del producto y no una resistencia al mismo. La propuesta de ajustes en textura y empaque, lejos de representar un rechazo, refleja un proceso participativo y constructivo en el diseño de soluciones, en línea con lo que Espinoza (2023) define como una economía circular de base comunitaria, donde los usuarios co-construyen y adaptan tecnologías apropiadas al contexto.

Respecto a la lámina tipo alga nori de tomate, los participantes valoraron su sabor y su originalidad como sustituto vegetal, especialmente útil para personas con restricciones al consumo de algas marinas. Aunque la aceptación fue unánime, surgió la recomendación de ajustar el grosor para mejorar la experiencia de consumo. Este tipo de innovación se inscribe en

el enfoque de rediseño regenerativo propuesto por Mhatre et al. (2020), donde se crean nuevos productos funcionales a partir de recursos subutilizados, articulando la creatividad culinaria con principios ecológicos.

En términos comerciales, los precios sugeridos por los participantes (\$60 a \$90 MXN, dependiendo del producto y presentación) se encuentran en el rango de productos gourmet y saludables, lo que indica una percepción positiva del valor agregado. Todos los participantes (9/9) coincidieron en que el enfoque natural y la identidad orgánica de los productos justifican su precio. Además, la elección consensuada del nombre “Oax-mate” como marca preferida refuerza la conexión territorial, la narrativa de sustentabilidad y la apropiación cultural del producto. Este punto es relevante al considerar lo expuesto por Martínez-Gutiérrez et al. (2014), quienes subrayan la vulnerabilidad de los pequeños productores ante pérdidas por producto no comercializable. La aceptación del precio por parte de los consumidores sugiere que estos productos pueden contribuir a la autonomía económica de las comunidades, como lo plantean Tello et al. (2024), a través de estrategias locales de economía circular.

En conjunto, los resultados del grupo focal validan que los cuatro productos desarrollados encarnan principios fundamentales de la economía circular: la valorización de residuos, el rediseño de productos y la creación de ciclos cerrados, tal como lo plantean Ellen MacArthur Foundation (2013) y Ghisellini et al. (2016). La disposición de los consumidores a pagar y adoptar estos productos evidencia que los modelos circulares, incluso en contextos rurales como Oaxaca, pueden ser cultural, técnica y económicamente viables.

Conclusiones

Los resultados de este estudio aportan evidencia concreta sobre cómo la transformación de tomates de segunda y tercera calidad en productos innovadores –mermelada, tomates confitados, láminas tipo alga nori y tomate deshidratado– representa no solo una estrategia efectiva de economía circular, sino también una herramienta de innovación social y agroalimentaria adaptada a contextos rurales. La alta aceptación sensorial entre los participantes del grupo de enfoque, incluso entre aquellos que

inicialmente rechazaban el tomate fresco, evidencia el potencial de estas soluciones para no solo reducir el desperdicio alimentario, sino también para ampliar las posibilidades del desarrollo de productos con identidad territorial y valor agregado.

Desde una perspectiva teórica, los hallazgos enriquecen el cuerpo de conocimiento sobre la aplicación de los principios de economía circular en entornos rurales, tradicionalmente poco documentados en la literatura académica (Mhatre et al., 2020; Espinoza, 2023). La mermelada de tomate con tamarindo ejemplifica la valorización de descartes mediante procesos que mejoran la aceptabilidad sensorial, mientras que los tomates confitados en aceite ilustran la cascada de recursos, donde un subproducto adquiere mayor valor en la cadena alimentaria. Por su parte, la lámina de tomate como sustituto de alga nori refleja el rediseño de sistemas, al ofrecer una alternativa sostenible a recursos marinos sobreexplotados, y el tomate deshidratado con jengibre encarna el upcycling nutricional, donde residuos se convierten en ingredientes funcionales.

La disposición de los participantes a pagar precios premium por estos productos (\$60–90 MXN) confirma que los mercados están preparados para adoptar soluciones circulares cuando estas integran calidad sensorial, beneficios saludables y narrativas de sostenibilidad. La elección unánime del nombre “Oax-mate” como identidad de marca refuerza, además, la importancia de vincular estas innovaciones con el territorio y la cultura local, un factor crítico para su adopción y escalamiento.

Este estudio contribuye de forma original y empírica al campo de la economía circular agroalimentaria al demostrar cómo procesos de transformación contextualizados pueden convertirse en estrategias efectivas de sostenibilidad, inclusión y dinamización económica local. Futuras investigaciones podrían explorar el escalamiento industrial de estos productos y su impacto en medios rurales, así como su potencial para replicarse en otros contextos geográficos y con diferentes materias primas subutilizadas, además de utilizar aditivos con valor nutrimental que maximice los nutrientes del tomate para innovar en la alimentación.

La implementación comunitaria de estos procesos puede tener un impacto económico y social que permite a pequeños productores y familias rurales procesar sus excedentes y vender productos transformados, gene-

rando ingresos sin intermediarios, se fomenta el autoempleo, formación de cooperativas y emprendimientos femeninos.

Las comunidades marginadas pueden de esta forma conservar sus cosechas y asegurar la disponibilidad fuera de temporada, reduciendo la dependencia de alimentos externos o industrializados. Estos proyectos pueden implementarse en programas educativos o centros comunitarios como parte de las políticas de salud pública, enseñando a conservar alimentos de manera limpia y segura; promueven una cultura de consumo responsable, saludable y sostenible.

Referencias

- Alzate-Yepes, T., & Orozco-Soto, D. M. (2021). Pérdida y desperdicio de alimentos. Problema que urge solución. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 23(2), 133-139. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v23n2a01>
- Araujo-Morera, J., Verdejo, R., López-Manchado, M. A., & Santana, M. H. (2021). Sustainable mobility: The route of tires through the circular economy model. *Waste Management*, 126, 309-322. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.025>
- Aware, R., & Thorat, B. N. (2012). *Solar drying of fruits and vegetables*. Solar Drying: Fundamentals, Applications and Innovations, 51.
- Coelho, M. C., Rodrigues, A. S., Teixeira, J. A., & Pintado, M. E. (2023). Integral valorisation of tomato by-products towards bioactive compounds recovery: Human health benefits. *Food Chemistry*, 410, 135319. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135319>
- Díaz M. (2017) Tiraderos de tomate sin control fitosanitario. *Revista electrónica Comentarios*. <https://revistacomentarios.com/tiraderos-de-tomate-sin-control-normativo-fitosanitario>
- Elwakeel, A. E., Gameh, M. A., Eissa, A. S., & Mostafa, M. B. (2024). Recent advances in solar drying technology for tomato fruits: a comprehensive review. *International Journal of Applied Energy Systems*, 6(1), 37-44.
- Espinoza, A. (2023). Economía circular: una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible. *Revista de economía institucional*, 25(49), 109-134. <https://doi.org/10.18601/01245996.v25n49.06>

- Escobar, J., & Bonilla-Jimenez, F. I. (2009). Grupos focales: una guía conceptual y metodológica. *Cuadernos hispanoamericanos de psicología*, 9(1), 51-67.
- FAO & Banco Mundial. (2020). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe*. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb0613es>
- FAO. (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2019: Progresos en la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos*. FAO. <https://www.fao.org/3/ca6030es/CA6030ES.pdf>
- Fellows, P. J. (2022). *Food processing technology: principles and practice*. Woodhead publishing
- García-Ochoa, F., Santos, V. E., Casas, J. A., & Gómez, E. (2000). Xanthan gum: production, recovery, and properties. *Biotechnology advances*, 18(7), 549-579.
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner production*, 114, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Hidalgo, D., & Martín Marroquín, J. M. (2020). El desperdicio de alimentos, un problema global. *Industria Ambiente: gestión medioambiental y energética*, 29, 28-33.
- Jiménez-Robles, B. D., Mendoza-Sánchez, M., Abadía-García, L., Hernández-López, M. S., Cruz, D. A., & Huerta-Manzanilla, E. L. (2025). Sustentabilidad e innovación: aprovechando el potencial de los residuos agroindustriales suero de leche y orujo de uva en el auge de las bebidas deportivas. *Agroindustrial Science*, 15(2), 183-193.
- Krueger, R. A. (2014). *Focus groups: A practical guide for applied research*. Sage publications.
- Kumar, V., Singh, B. R., Samsher, C. S., & Singh, S. (2015). A review on tomato drying by different methods with pretreatments. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 5(1), 15-24
- MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy. *Journal of industrial ecology*, 2(1), 23-44.
- Mhatre, P., Gedam, V., Unnikrishnan, S., & Verma, S. (2020). Circular Economy in Built Environment – Literature Review and Theory De-

- velopment. *Journal of Building Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101995>
- Martínez-Gutiérrez, G. A., Díaz-Pichardo, R., Juárez-Luis, G., Ortiz-Hernández, Y. D., & López-Cruz, J. Y. (2014). Caracterización de las unidades de producción de tomate en invernaderos de Oaxaca. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 11(2), 153-165.
- Mora, R. M., Chavéz, M. U. Q., & Torres, A. L. V. (2024). Gastronomía circular como estrategia de revalorización de alimentos: estudio de caso de restaurante de alta cocina Zaranda, Islas Baleares, España. *Enfoque Rural*, 2(2), 16-20.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge university press.
- Prado-Acebo, I., Cubero-Cardoso, J., Lu-Chau, T. A., & Eibes, G. (2024). Integral multi-valorization of agro-industrial wastes: A review. *Waste Management*, 183, 42-52.
- Palleres, X. R., Correa, S. A., Castillo-Ruiz, M., González, F. R., & Castagnini, J. M. (2024). Aprovechando su potencial: Transformando excedentes agroalimentarios de un Mercado Mayorista Chileno en alimentos saludables y sustentables. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 28(4), 287-298.
- Perez, C. A. (2024). Valorización del desperdicio alimentario del procesado del tomate (*SOLANUM LYCOPERSICUM*). *MLS Health and Nutrition Research*, 3(1)
- Ramos, C. G., Roque, V. Q., Mendoza, L. R., & Quiroz-Medina, C. R. (2022). Los residuos generados en la producción de la industria azucarera en los últimos 25 años. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 8(16), 1979-1997
- Rosas-Calleja, D., Ortiz-Laurel, H., Herrera-Corredor, J. A., & Leyva-Ovalle, O. R. (2016). *Revalorización de algunos residuos agroindustriales y su potencial de aplicación a suelos agrícolas*
- Romero-Sáez, M. (2022). Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular. *TecnoLógicas*, 25(54). Suárez-Eiroa, B., Fernández, E., Méndez-Martínez, G., & Soto-Onate, D. (2019). Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. *Journal of Cleaner Production*, 214, 952–961. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.271>

- Tressler, D. K., & Evers, C. F. (1946). *The freezing preservation of foods*.
- Tello, I. P. S., Herrera, T. E. S., Oleas, J. M., & Colcha, D. F. C. (2024). Economía circular para el desarrollo agroindustrial y social en Ecuador. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 26(1), 297-322.