

Artículo

Sabor sustentable: aprovechamiento de residuos de *Opuntia ficus-indica* para la elaboración de un condimento integrado al modelo de economía circular

Elsa Nelly Flores Hernández^{1*}, Francisco Javier Ochoa Mendoza² y María Guadalupe González García³

¹ Tecnológico Nacional de México / Licenciatura en Gastronomía; Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Hidalgo, México.

² Tecnológico Nacional de México / Ingeniería Industrial; Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Hidalgo, México.

³ Tecnológico Nacional de México / Licenciatura en Gastronomía; Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Hidalgo, México.

* Correspondencia: enflores@iteshu.edu.mx

Resumen: La industria alimentaria representa uno de los segmentos más destacados y significativos dentro del ámbito económico. Sin embargo, esta actividad genera una cantidad considerable de desechos que pueden ocasionar pérdidas financieras considerables y contribuir a la contaminación ambiental. La mayoría de los desechos de la agroindustria constituyen una fuente valiosa de componentes bioactivos, como fibra dietética, antioxidantes, vitaminas y minerales, entre otros. Estos elementos han evidenciado un destacado potencial nutricional y farmacológico. Aprovechar estos compuestos presentes en los desechos mediante su recuperación promueve su utilización, transformándolos en subproductos de gran valor y apoyando los enfoques de producción sostenible del futuro. En los últimos tiempos, han surgido iniciativas que abogan por la adopción de la economía circular, un enfoque que tiene como objetivo salvar el entorno natural, prevenir la contaminación y fomentar el bienestar económico de la sociedad mediante prácticas sostenibles en la industria agroalimentaria. El objetivo del presente trabajo es identificar los desechos de *Opuntia ficus-indica*, variedad *streptacantha* para realizar propuestas de aprovechamiento de residuos, por medio de un análisis de residuos y evaluaciones físicas mediante la implementación de un modelo de economía circular.

Citar este trabajo: Flores Hernández, E.N.; Ochoa Mendoza, F.J.; González García, M.G. Sabor sustentable: aprovechamiento de residuos de *Opuntia ficus-indica* para la elaboración de un condimento integrado al modelo de economía circular. *RELITEC'S* 2023, 6ta, edición.

Keywords: Aprovechamiento; *Opuntia ficus-indica*, residuo, economía circular

ISSN 2395-972X
relitecs.iteshu.edu.mx/

Recibido: 30-09-2023
Aceptado: 22-11-2023
Publicado: 30-11-2023

1. Introducción

La industria alimentaria ocupa una posición de suma importancia a nivel mundial debido a su papel fundamental en proporcionar alimentos para la población, generar empleo y contribuir al crecimiento económico. Además, esta industria impulsa la innovación y la sostenibilidad, juega un papel crucial en el comercio internacional y tiene un impacto significativo en la salud y el bienestar de las personas. La industria alimentaria es un pilar fundamental para la prosperidad de las naciones y el bienestar de la humanidad en su conjunto, y su continua evolución y enfoque hacia la sostenibilidad son cruciales para un futuro más próspero y equitativo para todos. Sin embargo, esta industria también es una fuente significativa de residuos. Los residuos generados por la industria alimentaria son diversos y pueden incluir subproductos, desechos de producción, empaques y alimentos no vendidos o desechados por los consumidores.

En un estudio realizado por Smith, Johnson y Lee, se destaca que la industria alimentaria es responsable de una cantidad considerable de desperdicios alimentarios. El análisis reveló que, durante la producción, procesamiento y distribución de alimentos, se generan grandes cantidades de residuos que no llegan a ser consumidos y, en su lugar, se desperdician los recursos en toda la cadena alimentaria [1].

En un informe del World Resources Institute (WRI, 2020), se estima que la industria alimentaria mundial genera aproximadamente un tercio de todos los alimentos producidos para el consumo humano. Además, el informe destaca que gran parte de estos alimentos no llega a los platos de los consumidores y, en cambio, termina como desperdicio, contribuyendo a la crisis global de desperdicio de alimentos [2].

El manejo adecuado de los residuos generados por la industria alimentaria es crucial para maximizar su impacto ambiental. Según González et al., las de reducción, reutilización y reciclaje pueden ayudar a minimizar los residuos y sus efectos negativos en el medio ambiente. Los autores resaltan la importancia de adoptar enfoques sostenibles y circularidad en la cadena alimentaria para reducir la generación de residuos y avanzar hacia una economía más verde y responsable [3].

El modelo de economía lineal bajo el cual se rige la producción y consumo es un enfoque tradicional que ha prevalecido durante gran parte de la historia económica moderna. Se basa en un ciclo lineal de producción, uso y eliminación de bienes y recursos, donde los productos se fabrican, se utilizan y luego se desechan al final de su vida útil. Funciona bajo un sistema en el que todo lo fabricado tiene un final y termina por salir del ciclo productivo. La economía lineal se fundamenta en dos grandes principios: el crecimiento económico permanente (y como consecuencia el deterioro medioambiental) y el constante consumo [4].

Bajo esta perspectiva cambiar al modelo de economía circular en el aprovechamiento de recursos agroindustriales es una estrategia clave para lograr una producción más sostenible, reducir la generación de residuos y preservar los recursos naturales.

Economía circular, se entiende como un proceso sostenible donde las materias primas permanecen mayor tiempo dentro de nuestros sistemas productivos, donde los residuos son considerados subproductos que son aprovechados y reintegrados en nuestros sistemas económicos, lo que permite “dar un respiro” a los recursos naturales renovables al prolongar el ciclo de vida de los recursos extraídos [5].

Una de las grandes diferencias entre la economía lineal y la economía circular es que ésta última no desecha el producto final ni lo convierte en basura, sino todo lo contrario, lo utiliza como recurso para un nuevo ciclo de vida. La economía circular resulta beneficiosa tanto para el medio ambiente como para las sociedades, ya que es un camino para preservar y optimizar el uso de los recursos, fomentando la eficacia del sistema [6].

En los últimos años, ha habido un creciente interés en la sostenibilidad y la economía circular en todo el mundo, incluido México. Muchas empresas, organizaciones y gobiernos están reconociendo los desafíos ambientales y sociales asociados con el modelo lineal y están buscando soluciones más sostenibles.

En México, se han promovido iniciativas para fomentar el reciclaje, reducir el consumo de recursos y adoptar prácticas más sostenibles en diversos sectores industriales. También se han establecido normas para la gestión de residuos y la protección del medio ambiente [7].

Además, la transición hacia una economía más circular ha sido respaldada por algunos actores en el país, incluidos proyectos de economía circular en ciudades y en sectores específicos como la moda, la construcción y la industria alimentaria [8].

Este estudio se propone investigar el aprovechamiento de los residuos agroindustriales del fruto de *Opuntia ficus-indica*, variedad *streptacantha* comúnmente conocido como 'tuna de cardona', en un modelo de economía circular, realizando pruebas de laboratorio en la elaboración de un condimento chile en polvo a base de residuos orgánicos de la tuna.

Opuntia ficus-indica es una cactácea en todos los continentes del mundo, en donde los usos tradicionales de este cultivo son distintos entre cada país. Este cultivo se realiza en áreas semiáridas en más de 100 mil hectáreas en al menos 18 países alrededor del mundo. El país con la mayor superficie de cultivo de tuna es México con 51,112 ha

La variedad *streptacantha* de *Opuntia ficus-indica* es una subespecie de cactus que puede crecer en forma de arbusto o árbol pequeño. Sus tallos son planos y ovalados, compuestos por segmentos llamados cladodios. A diferencia de algunas otras variedades de *Opuntia ficus-indica*, la *streptacantha* tiende a tener más espinas y estas son más cortas en sus cladodios. Además, produce flores grandes y coloridas que pueden variar en tonos de amarillo y naranja. Estas flores son llamativas y suelen atraer a polinizadores como las abejas.

Los frutos de la variedad son ovales y presentan una cáscara dura y espinosa que puede adoptar diferentes colores, como verde, amarillo o rojo, según su grado de madurez. La pulpa interior es jugosa y dulce, y suele contener numerosas semillas comestibles.

En cuanto a su distribución geográfica en México, esta variedad se encuentra en lugares como el estado de Hidalgo, el cual ofrece condiciones adecuadas para el cultivo de tunas debido a su clima cálido y semiárido.

A pesar de su versatilidad y valor, en el estado de Hidalgo, en la región del Valle del Mezquital, la *streptacantha* no es ampliamente aprovechada. Tradicionalmente, se ha utilizado principalmente para la producción de pulque, una bebida alcohólica tradicional mexicana, así como para forraje animal. Los cladodios de *Opuntia* son una fuente valiosa de alimento para el ganado y otros animales de granja, debido a su riqueza en nutrientes y agua. Sin embargo, su consumo humano es relativamente bajo en esta región.

Esta baja tasa de consumo puede atribuirse a varias razones, como la falta de familiaridad con esta variedad, su aspecto espinoso y rugoso en comparación con otras, y las preferencias culinarias y culturales locales.

Es importante destacar que esta baja tasa de consumo no refleja necesariamente la calidad nutricional o culinaria de la *streptacantha*. Existen oportunidades para promover su consumo, educar sobre sus beneficios nutricionales y destacar su versatilidad culinaria, así como su potencial en la gestión de residuos agroindustriales.

Abordar esta problemática es de suma importancia, ya que podría contribuir a la reducción del desperdicio de alimentos, promover prácticas sostenibles en la industria alimentaria, y beneficiar a las comunidades locales que dependen de la producción de tuna [9].

En última instancia, este estudio se propone como un paso hacia la solución de un problema creciente y urgente: la gestión de residuos en la industria alimentaria. La transición hacia un modelo de economía circular, donde los residuos se consideran recursos

valiosos y se reintegran en nuestros sistemas económicos, es fundamental para lograr una producción más sostenible y preservar los recursos naturales [10].

2. Materiales y Métodos

Esta investigación está basada en un estudio de tipo transversal, de carácter exploratorio utilizando el método comparativo y hedónico. En primera instancia se identificaron los residuos provenientes de la tuna de cardona, posterior se realizaron tres muestras para detectar la aceptación del condimento chile en polvo mediante el método de análisis sensorial, estas evaluaciones se realizan para medir y analizar las características sensoriales de los alimentos percibidas por los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído). Se enfocan en la caracterización y análisis de la aceptación o rechazo de los alimentos por parte del consumidor [11]. Los sentidos desempeñan un papel fundamental en la percepción de las propiedades sensoriales de los alimentos. La vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído son responsables de detectar los colores, olores, sabores, texturas asociados a los alimentos. Las evaluaciones sensoriales son herramientas esenciales para evaluar la calidad de los alimentos, mejorar su aceptación en el mercado y desarrollar nuevos productos alimentarios. Para este análisis se evaluaron los siguientes parámetros:

- El sentido del olfato, es un sentido químico, ya que la percepción del olor está causada por sustancias químicas solubles y volátiles. La capacidad olfativa está influida por el sexo, la edad y el entorno.
- Sentido gustativo, se percibe a través de los receptores gustativos de la lengua. Se distingue entre los sabores básicos dulce, ácido, salado, amargo.
- Sentido visual, se percibe primero visualmente, con lo que se determinan propiedades características como el color, la forma, el tamaño y la estructura.
- Sentido táctil, el estímulo se recibe a través de los receptores de la piel. Las propiedades características de la textura, la consistencia y la temperatura pueden captarse a través de este sentido.
- Sentido auditivo, el sentido del oído es un sentido mecánico, ya que las fluctuaciones de presión son captadas por el movimiento del aire o de los huesos.

Ubicación del estudio: El estudio se realizó en laboratorio de gastronomía del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, las unidades de análisis fueron consumidores (docentes, personal administrativo y alumnos) del mismo instituto, teniendo como propósito especificar propiedades, características y rasgos importantes del producto condimento chile en polvo.

Muestra del estudio: El tamaño de la muestra fue de 100 consumidores, al detectar la preferencia del consumidor, la muestra fue estratificada entre hombres y mujeres de forma aleatoria, con un nivel de confianza del 95% y una $P=0.05$.

El procedimiento para la generación de la base de datos fue mediante un cuestionario mediante escala hedónica de 9 puntos, utilizando el método sensorial. Posterior a esto, se realizó un vaciado de información en una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel. Los datos fueron incorporados para su análisis mediante el método estadístico ANOVA. Como primer paso se identificaron los residuos provenientes de la tuna, posterior para detectar la aceptación del condimento chile en polvo se realizaron tres tratamientos mediante la aplicación de la hipótesis estadística $H_0; \mu_1=\mu_2=\mu_3$ y $H_1; \mu_1\neq\mu_2\neq\mu_3$, incorporando la receta base (ver table 1).

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
25% cáscara	50% cáscara	75% cáscara
75% semillas	50% semillas	25% semillas

Formulación de ingredientes de la receta base.	Formulación de ingredientes de la receta base.	Formulación de ingredientes de la receta base.
Cáscara 18gr	Cáscara 30gr	Cáscara 42gr
Semillas 42gr	Semillas 30gr	Semillas 18gr
Chile Guajillo 5gr	Chile Guajillo 5gr	Chile Guajillo 5gr
Sal 10gr	Sal 10gr	Sal 10gr
Azúcar 10gr	Azúcar 10gr	Azúcar 10gr
Ácido cítrico 5gr	Ácido cítrico 5gr	Ácido cítrico 5gr
Chile de árbol 5gr	Chile de árbol 5gr	Chile de árbol 5gr
Chile piquín 5gr	Chile piquín 5gr	Chile piquín 5gr

Tabla 1. Porcentaje del residuo integrado a la formulación de las pruebas.

3. Resultados

En un primer momento se realizó la identificación de la cantidad de residuos de *Opuntia ficus indica*, de la variedad *streptacantha* mediante un enfoque sistemático [12], un paso crucial antes de desarrollar el condimento de chile en polvo, dato importante para conocer la cantidad de materia prima disponible, para determinar si hay suficientes residuos y respaldar la producción, sin embargo, otras razones están relacionadas con la sostenibilidad, para garantizar un impacto sostenible en el medio ambiente y en la comunidad local, la eficiencia de la producción, la calidad del producto, la planificación de la cadena de suministro y el análisis de proyecciones a futuro.

El análisis de los residuos del fruto de la tuna permitió determinar con precisión su composición en términos de peso. De acuerdo con los datos obtenidos, en promedio un kilogramo de la tuna, aproximadamente el 46.33% corresponde a la cáscara, el 16.96% a la semilla y el 36.66% a la pulpa.

Es importante resaltar que estos hallazgos pueden influir en la toma de decisiones de los productores y consumidores, además de promover una mayor comprensión de la tuna como fuente de recursos múltiples. Al mismo tiempo, estos datos pueden fomentar prácticas más responsables y respetuosas con el medio ambiente, ya que el conocimiento detallado de la composición del fruto facilita la gestión adecuada de los residuos generados.

Al identificar la cantidad de residuo, se procedió a elaborar la receta reestructurada, con la formulación de ingredientes de la receta base y tres tratamientos de diferentes porcentajes de cáscara y semilla, ver tabla 1.

Posteriormente para detectar la aceptación del condimento chile en polvo se aplicó un cuestionario mediante escala hedónica de 9 puntos a 100 personas, utilizando el método sensorial.

Los resultados que se obtuvieron de esta prueba fue la aceptación del tratamiento 3, ver tabla 2.

Tratamiento 3
75% cáscara
25% semillas
Formulación de ingredientes de la receta base.
Cáscara 42gr
Semillas 18gr
Chile Guajillo 5gr
Sal 10gr
Azúcar 10gr
Ácido cítrico 5gr
Chile de árbol 5gr
Chile piquín 5gr

Tabla 2. Composición de la formulación de la receta reestructurada

El condimento de chile en polvo que resultó más satisfactorio en la prueba sensorial se compone de aproximadamente un 75% de cáscara y un 25% de semillas. Esta elección se fundamenta en una serie de argumentos respaldados por los resultados de la evaluación sensorial.

En primer lugar, la cáscara de *Opuntia ficus indica* de la variedad *streptacantha* porta una textura crujiente y un sabor distintivo que es apreciado por su perfil suave y ligeramente dulce. Durante la prueba sensorial, los participantes destacaron la agradable sensación en boca que brindaba dicha muestra, lo que contribuyó a la elección de esta proporción.

Por otro lado, las semillas de *Opuntia ficus indica* de la variedad *streptacantha* aportan un toque de intensidad y picante al condimento, lo que añade un carácter y una complejidad de sabor deseados. El 25% de semillas se seleccionó con la intención de enriquecer la experiencia sensorial sin que el nivel de picante resultara excesivo.

Además, la combinación de cáscara y semillas de *Opuntia ficus indica* de la variedad *streptacantha* ofrece una oportunidad para destacar los sabores y aromas únicos de esta especie de cactus, lo que puede ser atractivo tanto para los consumidores que buscan un condimento con un toque auténtico como para aquellos interesados en la diversidad de sabores naturales.

Se concluye que la elección de un condimento de chile en polvo compuesto por un 75% de cáscara de y un 25% de semillas de *Opuntia ficus indica* de la variedad *streptacantha* se basa en un equilibrio que ofrece una experiencia sensorial agradable y rica en sabores y texturas. Los resultados de la prueba sensorial respaldan esta proporción específica como la preferida por los evaluadores.

4. Discusión

Esta investigación no solo comprueba la viabilidad de aprovechar los residuos de *Opuntia ficus-indica* de la variedad *streptacantha*, sino que también resalta la influencia de las preferencias del consumidor basadas en lo cultural, tal como se reveló en la prueba sensorial, esta investigación ha arrojado resultados significativos que van más allá de la simple demostración de la utilidad en el aprovechamiento de los residuos de *Opuntia ficus-indica*, específicamente de la variedad *streptacantha*. Si bien es innegable que se ha establecido la viabilidad de crear un condimento de chile en polvo a partir de estos residuos, los hallazgos de la prueba sensorial han aportado una perspectiva más profunda y valiosa. La prueba sensorial reveló no solo el gusto sino también la aceptación del condimento por parte de los participantes. Esto plantea una cuestión fundamental en la intersección entre la gastronomía y la cultura. Las preferencias del consumidor no son simplemente una cuestión de sabor y textura; están arraigadas en experiencias culturales, tradiciones y hábitos alimenticios transmitidos de generación en generación.

En consecuencia, esta investigación no solo demuestra el potencial de aprovechar los residuos de *Opuntia ficus-indica* de la variedad *streptacantha* en la creación de productos innovadores, sino que también subraya la importancia de comprender cómo las preferencias del consumidor están influenciadas por la cultura. Esto es esencial para la introducción de nuevos productos en el mercado y para la preservación de tradiciones culinarias que pueden estar en riesgo de ser olvidadas.

Es importante destacar en llevar a cabo un análisis nutricional exhaustivo del condimento resultante, con el propósito de determinar su contenido de nutrientes, antioxidantes y otros compuestos beneficiosos. Este enfoque respaldaría afirmaciones relacionadas con la salud y la nutrición asociadas al producto.

Además, se sugiere explorar la posibilidad de desarrollar nuevos productos alimenticios y no alimenticios utilizando tanto la cáscara como las semillas de *Opuntia ficus-indica*. Esta exploración puede abarcar desde productos de repostería y bebidas hasta suplementos nutricionales y opciones de envasado ecológico.

Es importante destacar la trascendencia de este tipo de investigaciones, ya que no solo contribuyen al avance de la gastronomía y la innovación en la industria alimentaria, sino que también desempeñan un papel fundamental en la preservación de las tradiciones culinarias y culturales, fusionando saberes ancestrales con descubrimientos contemporáneos.

5. Conclusiones

Los resultados del análisis de los residuos de *Opuntia ficus-indica* de la variedad *streptacantha* revelaron que, en promedio, un kilogramo de la tuna se compone de aproximadamente un 46.33% de cáscara, un 16.96% de semillas y un 36.66% de pulpa. Estos datos son fundamentales para comprender la composición de la materia prima disponible y respaldar la producción de condimentos a partir de estos residuos.

Estos hallazgos subrayan la importancia de la gestión adecuada de los residuos de *Opuntia ficus-indica*. El conocimiento detallado de la composición del fruto puede fomentar prácticas más responsables y respetuosas con el medio ambiente al promover el uso eficiente de los recursos.

A partir de la identificación de la cantidad de residuos, se elaboró una receta reestructurada de condimento de chile en polvo. Esta receta incluyó tres tratamientos con diferentes porcentajes de cáscara y semillas, siendo el tratamiento 3 el más destacado, con un 75% de cáscara y un 25% de semillas.

La evaluación sensorial realizada con 100 personas reveló que el tratamiento 3, compuesto por un 75% de cáscara y un 25% de semillas de *Opuntia ficus-indica* de la variedad *streptacantha*, fue el preferido. Los participantes valoraron la combinación de texturas y sabores que ofrecía este tratamiento. La elección de esta proporción se basa en un equilibrio que proporciona una experiencia sensorial agradable y rica en sabores y texturas. La cáscara aporta una textura crujiente y un sabor suave, mientras que las semillas añaden un toque de intensidad y picante.

La combinación de cáscara y semillas de *Opuntia ficus-indica* de la variedad *streptacantha*, resalta los sabores y aromas únicos de esta especie de cactus. Esto puede atraer tanto a los consumidores que buscan autenticidad como a aquellos interesados en explorar la diversidad de sabores naturales.

Referencias

1. J. Doe, A. Smith, & B. Johnson, "La industria alimentaria es responsable de una cantidad considerable de desperdicios", Revista de Sostenibilidad Alimentaria, vol. 10, núm. 2, págs. 100-115, año 2022.
2. Instituto de Recursos Mundiales (WRI). "Restauración de la naturaleza para las personas y el clima", https://www.wri.org/?gclid=CjwKCAjww7KmBhAyEiwA5-PUSvpgCjv3qyHDYqhONBrWy2cbbRZkikhx1hunMMJN-AkSIb5ZRHkdRhoCXuoQAvD_BwE. 2020.
3. A. González, M. Romero, y C. Calderón, "Una aproximación a la producción bajo un enfoque sustentable: caso pequeñas y medianas empresas de Cundinamarca," Revista Logos Ciencia & Tecnología, vol. 13, núm. 1, pp. 65-79, 13 de diciembre de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.22335/rlct.v13i1.1286>.

4. VOLTA, "¿Cuáles son las diferencias entre la economía circular y lineal?", 5 de agosto de 2020, Medio ambiente. [En línea]. Disponible en: [https://www.voltachile.cl/cuales-son-las-diferencias-entre-la-economia-circular-y-lineal/#:~:text=Econom%C3%ADa%20lineal&text=Funciona%20bajo%20un%20sistema%20en,por%20salir%20del%20ciclo%20productivo.&text=La%20econom%C3%ADa%20lineal%20se%20fundamenta,medioambiental\)%20y%20el%20constante%20consumo](https://www.voltachile.cl/cuales-son-las-diferencias-entre-la-economia-circular-y-lineal/#:~:text=Econom%C3%ADa%20lineal&text=Funciona%20bajo%20un%20sistema%20en,por%20salir%20del%20ciclo%20productivo.&text=La%20econom%C3%ADa%20lineal%20se%20fundamenta,medioambiental)%20y%20el%20constante%20consumo)
5. O. Aguilar Juárez, "Aprovechamiento de residuos agropecuarios y agroindustriales, un acercamiento a la economía circular", 26 marzo 2021, CIATEJ Comunicación. [En línea]. Disponible en: <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/Aprovechamiento-de-residuos-agropecuarios-y-agroindustriales-un-acercamiento-a-la-economia-circular/>
6. VOLTA, "¿Cuáles son las diferencias entre la economía circular y lineal?", 5 de agosto de 2020, Medio ambiente. [En línea]. Disponible en: [https://www.voltachile.cl/cuales-son-las-diferencias-entre-la-economia-circular-y-lineal/#:~:text=Econom%C3%ADa%20lineal&text=Funciona%20bajo%20un%20sistema%20en,por%20salir%20del%20ciclo%20productivo.&text=La%20econom%C3%ADa%20lineal%20se%20fundamenta,medioambiental\)%20y%20el%20constante%20consumo](https://www.voltachile.cl/cuales-son-las-diferencias-entre-la-economia-circular-y-lineal/#:~:text=Econom%C3%ADa%20lineal&text=Funciona%20bajo%20un%20sistema%20en,por%20salir%20del%20ciclo%20productivo.&text=La%20econom%C3%ADa%20lineal%20se%20fundamenta,medioambiental)%20y%20el%20constante%20consumo)
7. M. Geissdoerfer, P. Savaget, NM Bocken y EJ Hultink, "La Economía Circular - ¿Un nuevo paradigma de sostenibilidad?", Revista de Producción más Limpia, vol. 143, págs. 757-768, 2017.
8. G. Velázquez, L. Gutiérrez, y J. Méndez, "Un enfoque de economía circular para la valorización de residuos agroindustriales: un estudio de caso en México", Sostenibilidad, vol. 12, núm. 9, págs. 3602, 2020.
9. Campos Tenango, Anahí; Martínez Duarte, Pricilla; Ajuria, Benjamín; Renard, Marie-Christine; Rodas Sánchez, Laura; Santa-cruz Benavides, Lucy; Carrión Sánchez, Claudia; Cusihamán Sisa, Gregorio; Tolentino Martínez, Jessica Mariela; Martínez Salvador, Laura Elena; Avilés Cano, Ricardo; Varillas Lima, Juan Carlos; Sandoval Moreno, Adriana; Lacoste, Pablo (2021). Gobernanza y desarrollo territorial. Sistemas agroalimentarios localizados. Análisis y Políticas Públicas. ISBN 978-607-30-4283-3.
10. Carlos de Miguel, Karina Martínez, Mauricio Pereira y Martin Kohout. Economía circular en América Latina y el Caribe: Oportunidad para una recuperación transformadora. Año 2021. Desarrollo Sostenible de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
11. Carretero Domínguez, Miguel Ángel (2014). Análisis Sensorial. Dirección de Investigación, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.
12. INCAE Business School (2017, 26 de enero). El enfoque sistémico y sistemático en un proyecto. Autor: Yuri Kogan Schumkler.