



Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha
ISSN: 1665-0204
rbaz@ciad.mx
Asociación Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha, S.C.
México

Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria. Un acercamiento a la economía circular

Preciado-Saldaña, Alejandra M.; Ruiz-Canizales, J.; Villegas-Ochoa, Mónica A.; Domínguez-Avila, J. Abraham; González-Aguilar, Gustavo A.

Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria. Un acercamiento a la economía circular

Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 23, núm. 2, 2022

Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C., México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81373798002>

Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria. Un acercamiento a la economía circular

Use of by-products from the food industry. An approach to the circular economy

Alejandra M. Preciado-Saldaña ¹
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.
C., México

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81373798002>

J. Ruiz-Canizales ²
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.
C., México

Mónica A. Villegas-Ochoa ³
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.
C., México

J. Abraham Domínguez-Avila ⁴
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.
C., México

Gustavo A. González-Aguilar ⁵
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.
C., México
gustavo@ciad.mx

Recepción: 08 Octubre 2022
Aprobación: 01 Noviembre 2022
Publicación: 30 Diciembre 2022

RESUMEN:

La industria alimentaria es uno de los principales y más importantes segmentos del sector económico, no obstante, genera miles de toneladas de residuos que pueden generar grandes pérdidas económicas y son una fuente de contaminación al medio ambiente. La mayoría de los residuos agroindustriales representan una fuente importante de compuestos bioactivos (fibra dietaria, antioxidantes, vitaminas y minerales, entre otros), que han demostrado tener un excelente potencial nutritivo y farmacológico. La

NOTAS DE AUTOR

- 1 Laboratorio de Antioxidantes y Alimentos Funcionales. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Carr. Gustavo Enrique Astiazarán Rosas No.46. Col. La Victoria, Hermosillo, Sonora, C.P. 83304. México.
- 2 Laboratorio de Antioxidantes y Alimentos Funcionales. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Carr. Gustavo Enrique Astiazarán Rosas No.46. Col. La Victoria, Hermosillo, Sonora, C.P. 83304. México.
- 3 Laboratorio de Antioxidantes y Alimentos Funcionales. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Carr. Gustavo Enrique Astiazarán Rosas No.46. Col. La Victoria, Hermosillo, Sonora, C.P. 83304. México.
- 4 Laboratorio de Antioxidantes y Alimentos Funcionales. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Carr. Gustavo Enrique Astiazarán Rosas No.46. Col. La Victoria, Hermosillo, Sonora, C.P. 83304. México.
- 5 Laboratorio de Antioxidantes y Alimentos Funcionales. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Carr. Gustavo Enrique Astiazarán Rosas No.46. Col. La Victoria, Hermosillo, Sonora, C.P. 83304. México.

* Autor para correspondencia: gustavo@ciad.mx

recuperación de esta clase de compuestos de los residuos favorece su aprovechamiento, convirtiéndolos en subproductos de alto valor y favoreciendo los nuevos modelos de producción sustentable. En este sentido, en los últimos años se han realizado propuestas que favorezcan el empleo de la economía circular, un paradigma que busca proteger y preservar al medio ambiente, prevenir la contaminación y generar prosperidad económica a la población a través del desarrollo sustentable de los procesos de producción en la industria agroalimentaria. El objetivo del presente trabajo es destacar como los subproductos de la industria agroalimentaria pueden aprovecharse mediante la implementación de un modelo de economía circular.

PALABRAS CLAVE: aprovechamiento de subproductos, economía circular, industria agroalimentaria.

ABSTRACT:

The food industry is one of the main and most important segments of the economy, however, it generates thousands of tons of waste, which represent large economic losses and are a source of environmental pollution. Most agro-industrial residues can be a significant source of bioactive compounds (dietary fiber, antioxidants, vitamins and minerals, among others), which have been shown to have excellent nutritional and pharmacological potential. The recovery of these compounds from waste promotes their use by turning them into high-value by-products, which favors new models of sustainable production. In this sense, proposals made in recent years allow the use of the circular economy, a paradigm that aims to protect and preserve the environment, prevent pollution and generate economic prosperity for the population, through sustainable development of production processes in the food industry. The aim of the present work is to highlight how agroindustrial by-products can be utilized by implementing a circular economy model.

KEYWORDS: use of by-products, circular economy, food industry.

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria genera una gran cantidad de residuos que promueven contaminación si no se tratan adecuadamente. El modelo de economía lineal (Figura 1), bajo el cual se rige actualmente la mayoría de la producción y consumo, ha sobrepasado la explotación de los recursos naturales, comprometiendo su capacidad de renovación (Prieto-Sandoval, *et al.*, 2017). Este ha estado vigente a lo largo del tiempo y tiene como características adquirir, utilizar y desechar los materiales que forman parte de esta cadena, incluidos los alimentos. Además, no considera el daño producido en diferentes sectores como el medio ambiente o el alimentario. Es por ello que resulta fundamental lograr una transición de este modelo lineal, hacia nuevos modelos productivos que reduzcan la contaminación medioambiental y generen desarrollo económico y bienestar social. Un ejemplo de transición es el modelo de la economía circular (EC), un paradigma que en los últimos años se ha establecido como una alternativa al modelo de economía lineal.

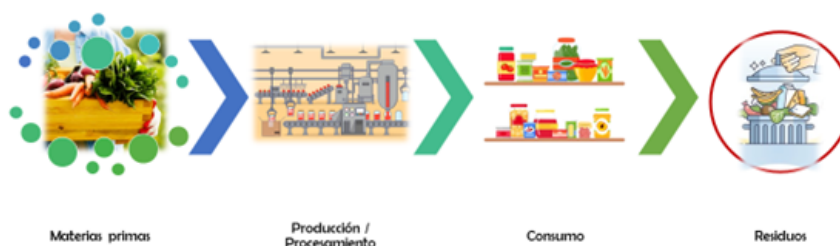


FIGURA 1.
Modelo de economía lineal en la producción y procesamiento de alimentos.

Un sistema de EC debe ser reconstituyente y regenerativo, de manera que los productos, componentes y materiales en todos sus niveles se mantengan siempre altos, y se pueda convertir a los materiales que antes eran descartados, en un recurso para la creación de nuevos productos (Cerdá y Khalilova, 2016; Martínez-Peña, 2021). La EC mantiene el capital natural y optimiza los rendimientos de los recursos y los flujos renovables, minimizando los riesgos de contaminación y gestiona los flujos renovables. La Figura 2 muestra el modelo general de EC, que puede ser implementado por las empresas procesadoras de alimentos.



FIGURA 2.

Modelo de economía circular en la producción y procesamiento de los alimentos.

Desde hace tiempo, la industria ha buscado gestionar el desarrollo sostenible a través de diferentes estrategias. La EC no es un concepto nuevo, y su implementación es de creciente interés, sin embargo, la información disponible para la industria y la sociedad ha sido poca. Es por ello que se ha limitado su aplicación y, por tanto, los resultados sobre la sostenibilidad aún requieren mayor soporte y aplicación práctica. Por otro lado, se ha observado que el desperdicio de alimentos impacta negativamente en los sistemas de alimentación de las comunidades, reduciendo la disponibilidad de los alimentos, generando menores ingresos para los productores y aumentando precios para los consumidores. Se estima que poco más de un millón de toneladas de alimentos se pierde o desperdicia durante los procesos industriales, en postcosecha, almacenamiento y transporte, cantidad que podría alimentar a dos millones de personas aproximadamente (FAO, 2019). Dentro de estas pérdidas de alimentos, la mayor parte corresponde a las frutas y hortalizas (40-50 %), seguido de los pescados, cereales y la carne y productos lácteos (35, 30 y 20 %, respectivamente) (Granados, 2020; Benítez, 2022).

Los subproductos de la industria alimentaria pueden ser una buena fuente de compuestos bioactivos, por lo que en la actualidad se buscan alternativas que permitan su aprovechamiento. Estas estrategias son esenciales para mejorar la eficiencia de los sistemas de alimentación, a través de políticas públicas gubernamentales que permitan legislar y establecer estrategias entre el sector público y privado. Algunas alternativas que se han puesto en práctica han sido el establecimiento de bancos de alimentos, que rescatan alrededor de 50 mil toneladas de comida que ha sido descartada por diferentes razones, pero cuya calidad es, en general, apta para consumo humano. Se han establecido también campañas de concientización a diferentes niveles para asegurar el cero desperdicio, eje central de la EC. Por otro lado, se sabe que los residuos de la industria son fuente importante de compuestos bioactivos, los cuales se pueden aprovechar a través del desarrollo de nuevos alimentos saludables, como los alimentos funcionales, que permiten incorporarlos en formulaciones nuevas y con potencial efecto benéfico en la salud.

Cuando se desperdician cantidades importante de alimentos, se impacta en forma negativa el precio de los mismos y, en particular, a la población de menores recursos. En nuestro país, el 7.4 % de la población vive en situación de insuficiencia alimentaria severa, es decir, no tiene recursos suficientes para alimentarse todos los

días. El desperdicio de alimentos en México es de más de 20 millones de toneladas que, si no se aprovechan, pueden incrementar la pobreza alimentaria en nuestro país (CEDRSSA, 2019).

El aprovechamiento integral de los subproductos requiere la atención y las acciones de todos los actores de la cadena de valor de los alimentos. En México, se están realizando acciones para trabajar en forma conjunta con grupos de trabajo multidisciplinario de investigadores (como las redes CONACYT: ALFANUTRA¹, PDA² y ALSUB-CYTED³), que conjuntan los esfuerzos de productores de alimentos, industrias alimentarias, minoristas y consumidores, para garantizar la sustentabilidad de las cadenas de suministro de alimentos. Esto se lleva a cabo a través de diseñar, establecer y evaluar estrategias, tanto tecnológicas como de innovación social, que conduzcan al aprovechamiento de los subproductos y a la reducción de las pérdidas y desperdicios de alimentos.

ECONOMÍA CIRCULAR PARA EL APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La reducción de las pérdidas y el desperdicio de alimentos forma parte de la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés). Su objetivo es promover la seguridad y sustentabilidad alimentaria y ambiental, así como mejorar el estado nutricional de la población (FAO, 2019). Según el Banco de Alimentos de México, en nuestro país se desperdicia aproximadamente una tercera parte de los alimentos producidos, pero las estadísticas superan estas cifras en algunos sectores de la población.

Engelberth (2020), menciona que el desperdicio de alimentos es inevitable, dado que estos se generan por diferentes motivos, por ejemplo, por alimentos no comestibles o no digeribles, como las cáscaras de plátano; por descomposición de los alimentos; productos poco atractivos a la vista y/o por partes de los productos que, a pesar de ser comestibles, no son preferidos por el consumidor, como algunas cáscaras difíciles de consumir.

De manera tradicional, los pequeños sistemas alimentarios solían tener ciclos cerrados de aprovechamiento de los materiales residuales, sin embargo, la entrada de grandes empresas al sector agroalimentario cambió este modelo, trayendo con ello el aumento en la generación de residuos (Cervantes, 2021). Según la FAO (2017), la industria alimentaria es una de las cuales continúa funcionando con el modelo económico lineal, y es uno de los sectores económicos que menos aprovecha los materiales de residuo, lo que representa una oportunidad muy importante para que más empresas del sector agroalimentario de México y Latinoamérica establezcan estos nuevos modelos de EC.

La generación de residuos en la industria agroalimentaria es un gran reto que conduce a problemas ambientales y económicos que, a su vez, promueven otros más severos como la inseguridad alimentaria. Las pérdidas y desperdicio de alimentos son definidas como “la disminución de la masa alimentaria comestible” (Buzby *et al.*, 2014). Los residuos de la industria alimentaria son los subproductos generados durante su producción y procesamiento; estos pueden ser desechos de alimentos de origen animal y vegetal (Obi *et al.*, 2016). Los principales son aquellos obtenidos después de su procesamiento y transformación, por pérdidas en la pre y postcosecha, transporte y almacenamiento, mercadeo y comercialización, así como por el mal manejo de los consumidores finales (Granados, 2020). Si estos subproductos no se disponen de manera adecuada, pueden ser una fuente de contaminación, provocando problemas medioambientales y de salud. Por lo tanto, es importante emplear nuevas estrategias que permitan su aprovechamiento y los conviertan en materias primas adecuadas para reincorporarlos a la cadena de valor.

La reducción de los residuos agroindustriales implica capacitar en buenas prácticas de producción, manejo y manufactura, a cada uno de los participantes de la cadena de valor de los alimentos que participan en los múltiples procesos de esta (Kharola *et al.*, 2022). Sin embargo, su implementación requiere de reformas significativas en el sistema económico, desde la producción hasta el consumo, aunque a veces hay resistencia por parte de las empresas (Donner *et al.* 2021). Llevándose a cabo las acciones pertinentes de capacitación,

la biomasa residual se puede procesar en nuevas materias primas que pueden convertirse en bioenergía, fertilizantes, biomateriales y nuevos ingredientes para el desarrollo de alimentos funcionales o nutraceuticos, dándoles mayor valor agregado (Donner, *et al.*, 2021).

Actualmente se busca maximizar el porcentaje de estos subproductos que se convierta en nuevas materias primas de varios sectores, sin embargo, se deben tomar en cuenta diferentes factores para lograr su revalorización, dado que esto puede ser muy complejo y requiere de redes multidisciplinarias para llevarlo a cabo. El aprovechamiento de los subproductos se ha abordado de manera tecnológica, principalmente en países desarrollados, pero también en algunos países de Latinoamérica, incluyendo a México (Duque-Acevedo *et al.*, 2020). A pesar de ello, la perspectiva socioeconómica ha sido dejada de lado, lo que dificulta el crecimiento de la economía de las comunidades, así como la sustentabilidad alimentaria, poniendo en peligro este aspecto económico. Afortunadamente, desde el inicio de la investigación en el aprovechamiento de los subproductos, algunos de los países involucrados han respondido a los resultados favorables, llevando a cabo cambios en sus legislaciones que permiten apoyar en la mejora de la sustentabilidad alimentaria y económica, favoreciendo el desarrollo sustentable y el proceso de cambio hacia un modelo de EC (Duque-Acevedo *et al.*, 2020; Donner *et al.*, 2021).

El modelo de EC propone que los residuos de la industria alimentaria se puedan utilizar como suministros de compuestos bioactivos de alto valor biológico (Slorach *et al.*, 2019; Usmani *et al.* 2021). En la última década se han establecido estrategias para una mejor disposición de los residuos agroindustriales, siendo la obtención de extractos ricos en compuestos bioactivos a partir de estos subproductos, una de las más empleadas en los últimos años, y que además les otorga valor agregado. Estos extractos han sido probados en estudios a nivel de laboratorio, los cuales han permitido conocer su potencial uso como nutraceuticos (Ayala-Zavala, *et al.*, 2011).

Los subproductos y/o extractos obtenidos a partir de ellos pueden ser utilizados en la formulación de nuevos alimentos funcionales, así como para la adición, sustitución o enriquecimiento de otros alimentos existentes. Por ejemplo, diversos autores han reportado su uso como materia prima para la elaboración de alimentos, con resultados que permiten sugerir efectos positivos en la salud. Destacan algunos subproductos como la cáscara y semilla de mango, el orujo de uva, piña o manzana, algunos subproductos de cáscara de papa, cascarilla de café y granos quebrados de frijoles y otras leguminosas (Zepeda Ruiz, *et al.*, 2019; Correira-Bento *et al.*, 2021; José *et al.*, 2022). Dichos subproductos y/o extractos de compuestos bioactivos han sido añadidos en diferentes formulaciones como productos de panificación, botanas o utilizados simplemente como nutraceuticos, algunos de los cuales se discuten en la siguiente sección.

REINCORPORACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA EN LA CADENA DE VALOR DE LOS ALIMENTOS

En la presente sección se describen algunos ejemplos destacados de la revalorización, reutilización y reciclaje de algunos subproductos de la industria alimentaria, realizados bajo un esquema de EC. Esta estrategia de reincorporación de los subproductos agroalimentarios en la cadena de valor de los alimentos, no sólo permite mejorar el sistema socioeconómico y ambiental, sino que también puede incidir favorablemente en los sistemas de salud, a través de los potenciales efectos benéficos de los productos a los que se adicionan.

Se ha realizado la adición de cáscara de mango en botanas saludables como totopos de maíz horneados, un alimento de alto consumo en la dieta de la población mexicana. La incorporación de 15 % de cáscara de mango liofilizada, mostró efectos potencialmente positivos en la formulación, de acuerdo al incremento en la concentración de compuestos fenólicos, moléculas antioxidantes con importantes efectos benéficos, así como un aumento en la capacidad antioxidante de los productos adicionados. Estas mejoras hacen de esta botana una alternativa más saludable, en comparación con totopos comerciales (Zepeda Ruiz, *et al.*, 2019). También se ha evaluado la adición de cáscara de mango y de papaya en otro tipo de alimentos a base de maíz, como los

extrudidos. Fontes-Zepeda *et al.*, (2022) adicionaron estos subproductos en dichas botanas, incrementando los antioxidantes en estas muestras, como los compuestos fenólicos y los carotenoides, en comparación con los elaborados con sólo harina de maíz.

Otros estudios reportan la incorporación de subproductos de la industria de la piña, como el orujo que se obtiene después de su procesamiento. Se incorporó harina de orujo de piña con harina de trigo refinada para la elaboración de galletas, lo que dio como resultado un aumento en el contenido de fibra dietaria y disminución del contenido de grasa y de gluten, permitiendo sugerir al orujo de piña como un ingrediente promotor en el desarrollo de nuevos productos (José *et al.*, 2022). Por otro lado, Correia-Bento *et al.*, (2021) utilizaron biomasa de frijol no aprovechada para la preparación de pastas y botanas, mejorando su valor proteico, en comparación con las elaboradas de manera tradicional. Las nuevas formulaciones fueron aceptadas sensorialmente por los consumidores, por lo que los subproductos de frijol demostraron ser ideales para su uso en dichos alimentos.

La industria procesadora de aguacate genera aceite como el principal producto, el cual ha mostrado efectos benéficos, sin embargo, este proceso genera altas cantidades de residuos, como la cáscara y semilla, que son fuentes potenciales de proteína. Un análisis de su contenido proteico mostró resultados que permiten proponerlos como un potencial ingrediente funcional, de acuerdo a su contenido de aminoácidos esenciales y una mayor actividad antioxidante capaz de eliminar radicales libres, en comparación con proteína de soya (Wang *et al.*, 2019).

En el caso de los subproductos de guayaba, como las semillas, se han utilizado en la fortificación de diferentes tipos de pan y galletas. Pérez-Rocha *et al.*, (2015), aislaron proteína de semilla de guayaba, la cual mostró propiedades similares a las de la proteína de harina de trigo. Este aislado proteico fue adicionado a pan blanco, el cual presentó propiedades físicas similares a las de panes no adicionados, pero con un incremento en su contenido de proteína. La uva es uno de los cultivos que genera mayor cantidad de subproductos después de su procesamiento. El principal es el orujo de uva, el cual se ha demostrado que tiene un alto contenido de bioactivos. Varios autores han adicionado orujo de uva a productos de panificación, como muffins, brownies, galletas y pastas, resultando en el aumento del contenido de compuestos fenólicos y fibra dietaria, así como de su capacidad antioxidante (Šporin *et al.*, 2018; Ortega-Heras *et al.*, 2019; Theagarajan *et al.*, 2019).

Finalmente, existen algunos frutos menos explorados, como el kiwi, que ha mostrado un contenido destacado de compuestos fenólicos, vitaminas, minerales y fibra dietaria, que pueden brindarle un efecto como potenciador digestivo y probiótico. Chamorro *et al.*, 2022 consideran que incorporar los residuos del procesamiento del kiwi en nuevos alimentos, es una estrategia que aporta beneficios económicos y ambientales, lo cual podría convertir a esta industria en un sistema sostenible, de acuerdo con el modelo de EC.

Los resultados de estos estudios, son la base para la adición de subproductos a nuevos alimentos. Es importante mencionar que la industria alimentaria ha logrado incorporar de forma exitosa una gran cantidad de ingredientes obtenidos a partir de subproductos y desperdicios en nuevas formulaciones. Estos se han propuesto como ingredientes novedosos para el desarrollo de alimentos enriquecidos con antioxidantes, como compuestos fenólicos, carotenoides y fibra dietaria. Dichas sustancias bioactivas son objeto de gran interés debido a sus propiedades biológicas que pueden promover la salud del consumidor.

CONCLUSIÓN

El modelo lineal en la industria alimentaria no es sustentable, por lo que el modelo de EC se ha propuesto como una excelente alternativa. Tanto la industria como los gobiernos han considerado su implementación, con la finalidad de garantizar la seguridad alimentaria de la población, a través del suministro sustentable de alimentos de calidad. Al mismo tiempo, estas estrategias minimizan la generación de residuos, por lo que existen también beneficios al medio ambiente. Algunos autores demuestran la viabilidad de incorporar

subproductos de mango, uva, piña, entre otros frutos en la cadena de valor, a través de la elaboración de alimentos adicionados con estos, dando como resultado productos con propiedades mejoradas y con una calidad sensorial aceptable. A pesar de ello, aún existen múltiples retos para que la industria alimentaria migre enteramente al modelo de EC. Es por ello que resulta importante informar y concientizar a los miembros de la cadena de valor de los alimentos, sobre las ventajas de la implementación de la EC y de esta forma promover la adopción de nuevas maneras de actuar y trabajar. Con las acciones anteriores se podría minimizar el desperdicio y asegurar la sostenibilidad del sistema agroalimentario en México y Latinoamérica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del proyecto “De los subproductos alimenticios de vegetales a nuevos productos de valor agregado, el papel de la tecnología en la bioeconomía” (320351).

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala-Zavala, J. F., Vega-Vega, V., Rosas-Domínguez, C., Palafox-Carlos, H., Villa-Rodriguez, J. A., Siddiqui, M. W., Dávila-Aviña, J.E. and González-Aguilar, G. A. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food. Res. Int.* 44(7):1866-1874.
- Bancos de Alimentos de México (BAMX). Recuperado el 20 de septiembre de 2022. Disponible en: <https://bamx.org.mx/datos-que-alimentan/>
- Benítez R. Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe (2022). Recuperado el 05 de septiembre del 2022. Disponible en: <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/239393/>
- Buzby, J. C., Farah-Wells, H., and Hyman, J. (2014). The estimated amount, value, and calories of postharvest food losses at the retail and consumer levels in the United States. *USDA-ERS Econ. Info. Bull.* 121.
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). (2019). El desperdicio de alimentos en México alcanza el 34.7 por ciento de lo que se produce: CEDRSSA. Recuperado el 27 de septiembre del 2022. Disponible en: http://www.cedrssa.gob.mx/post_el_-n-desperdicio-n_de_-n-alimentos-n_en_-n-mn-xico-n_alcanza_el_34_7_por_ciento_de_lo_que_se_produce_-n-cedrssa-n.htm
- Cerdá, E. and Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Econ. Ind.* 401(3):11-20.
- Cervantes, G. (2021). Transitando a la economía circular en el sector agropecuario: granjas experimentales en Guanajuato, México. *Rev Kawsaypacha Soc. Medio. Amb.* (7), 45-66.
- Chamorro, F., Carpena, M., Fraga-Corral, M., Echave, J., Ríaz-Rajoka, M. S., Barba, F. J., Cao, H., Xiao, J., Prieto, M. A. and Simal-Gandara, J. (2022). Valorization of kiwi agricultural waste and industry by-products by recovering bioactive compounds and applications as food additives: A circular economy model. *Food. Chem.* 370:131315.
- Correia-Bento, J. A., Bassinello, P. Z., Morais, D. K., de Souza Neto, M. A., Mendes-Bataus, L. A., Carvalho, R. N., Caliar, M. and Soares-Júnior, M. S. (2021). Pre-gelatinized flours of black and carioca bean by-products: Development of gluten-free instant pasta and baked snacks. *Int. J. Gastron. Food. Sci.* 25:100383.
- Duque-Acevedo, M., Belmonte-Urena, L. J., Cortés-García, F. J. and Camacho-Ferre, F. (2020). Agricultural waste: Review of the evolution, approaches and perspectives on alternative uses. *Glob. Ecol. Conserv.* 22:e00902.
- Engelberth, A. S. (2020). Evaluating economic potential of food waste valorization: Onward to a diverse feedstock biorefinery. *Curr. Opin. Green Sustain. Chem.* 26:100385.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). The state of food and agriculture. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Granados, S. F. (2020). Pasando de pérdidas a soluciones en América Latina y el Caribe. Recuperado el 23 de septiembre del 2022. Disponible en: <https://parlatino.org/wp-content/uploads/2017/09/perdida-soluciones.pdf>

- Jose, M., Himashree, P., Sengar, A. S. and Sunil, C. K. (2022). Valorization of food industry by-product (Pineapple Pomace): A study to evaluate its effect on physicochemical and textural properties of developed cookies. *Meas. Food*. 6:100031.
- Kharola, S., Ram, M., Kumar, S., Goyal, N., Nautiyal, O.P., Pant, D., and Kazancoglu, Y. (2022). Exploring the green waste management problem in food supply chains: A circular economy context. *J. Clean. Prod.* 351:131355.
- Martínez Peña, A. I. (2021). Estudio de la valorización de residuos porcinos en Cataluña y México para contribuir a la economía circular. Tesis Profesional. Universitat Politècnica de Catalunya. Cataluña, España.
- Obi, F. O., Ugwuishiwu, B. O. and Nwakaire, J. N. (2016). Agricultural waste concept, generation, utilization and management. *Niger. J. Technol.* 35(4):957-964.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). Pérdida y desperdicio de alimentos en América Latina y El Caribe: Alianzas e institucionalidad para construir mejores políticas. Boletín 4. Recuperado el 20 de septiembre del 2022. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i7248s.pdf>
- Ortega-Heras, M., Gómez, I., de Pablos-Alcalde, S. and González-Sanjosé, M. L. (2019). Application of the just-about-right scales in the development of new healthy whole-wheat muffins by the addition of a product obtained from white and red grape pomace. *Foods*. 8(9): 419.
- Pérez-Rocha, K. A., Guémes-Vera, N., Bernardino-Nicanor, A., González-Cruz, L., Hernández-Uribe, J. P. and Sánchez, A. T. (2015). Fortification of white bread with guava seed protein isolate. *Pak. J. Nutr.* 14(11):828.
- Sandoval, V. P., Jaca, C. and Ormazabal, M. (2017). Economía circular. *Mem. Invest. Ing.* (15): 85-95.
- Slorach, P. C., Jeswani, H. K., Cuéllar-Franca, R. and Azapagic, A. (2019). Environmental and economic implications of recovering resources from food waste in a circular economy. *Sci. Total Environ.* 693: 133516.
- Šporin, M., Avbelj, M., Kovač, B. and Možina, S. S. (2018). Quality characteristics of wheat flour dough and bread containing grape pomace flour. *Food. Sci. Technol. Int.* 24(3): 251-263.
- Theagarajan, R., Malur Narayanaswamy, L., Dutta, S., Moses, J. A. and Chinnaswamy, A. (2019). Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies. *Int. J. Food. Sci. Technol.* 54(4):1299-1305.
- Usmani, Z., Sharma, M., Awasthi, A. K., Sharma, G. D., Cysneiros, D., Nayak, S. C., Kumar-Thakur, V., Naidu, R., Pandey, A. and Gupta, V. K. (2021). Minimizing hazardous impact of food waste in a circular economy—advances in resource recovery through green strategies. *J. Hazard. Mater.* 416:126154.
- Wang, J. S., Wang, A. B., Zang, X. P., Tan, L., Xu, B. Y., Chen, H. H., Jin, Z. Q. and Ma, W. H. (2019). Physicochemical, functional and emulsion properties of edible protein from avocado (*Persea americana* Mill.) oil processing by-products. *Food. Chem.* 288:146-153.
- Zepeda - Ruiz, G. C., Domínguez - Avila, J. A., Ayala - Zavala, J. F., Robles - Sánchez, M., Salazar - López, N. J., López - Díaz, J. A. and González - Aguilar, G. A. (2020). Supplementing corn chips with mango cv. "Ataulfo" peel improves their sensory acceptability and phenolic profile, and decreases in vitro dialyzed glucose. *J. Food. Process. Preserv.* 44(12):e14954.

NOTAS

- 1 Red de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico en Alimentos Funcionales y Nutraceuticos.
- 2 Red de Valorización de Residuos Agroindustriales y Pérdidas y Desperdicios de Alimentos.
- 3 Red Iberoamericana de Aprovechamiento Integral de Alimentos Autóctonos Subutilizados.