



INNOVACIÓN DE UN ESQUEMA DE RESIDUOS CERO EN EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS DEL SECTOR AGRICOLA

Zambrano, Pavel^{1*}; Messina, Sarah²; Saldaña Durán, Claudia E.^{3*}

¹Doctorado en Gestión de las Organizaciones, Escuela o Facultad, Universidad Autónoma de Sinaloa, México

^{2,3}Cuerpo Académico de Sustentabilidad Energética, Unidad Académica de Ciencias Básicas e Ingenierías, Universidad Autónoma de Nayarit, México

*cesduran@uan.edu.mx

Resumen

La gestión de residuos sólidos (RSU) en la industria se ha interesado en la innovación. Mas sin embargo los procesos de innovación se limitan a procesos de eliminación descuidando otros tipos de innovación. Se han aplicado diversas teorías de la economía para interpretar la innovación, pero en México aún falta un análisis específico para tratar cada parte del proceso del tratamiento de los residuos sólidos, siendo este un sector cada día con demasiados materiales a tratar. En Nayarit las regiones agrícolas producen una gran variedad de frutas de importancia para el mercado nacional e internacional: yaca, mango, piña, plátano y arándano; más una producción notable de caña de azúcar, maíz, frijol y aguacate, definiéndolo como un “estado agrícola” (SIAP, 2021).

En el procesamiento de alimentos agrícolas se generan una gran cantidad de residuos lo que representa un problema ambiental de contaminación de agua, aire y suelo en estas regiones. El objetivo de este trabajo es innovar en el procesamiento de alimentos agrícolas dentro de un esquema de residuo cero. El documento integra el enfoque neoclásico y la teoría de la complejidad ofreciendo un marco teórico integral para analizar la innovación aplicada en el campo agrícola bajo la perspectiva del mercado-empresa y la perspectiva social. Se argumenta que el sistema de mercado en una complejidad-neoclásica se pueden combinar en un sistema integral para la innovación en la industria. En última instancia los efectos indica que la industria agrícola desempeña un papel clave en el fomento de la sostenibilidad y pueden operar con casi cero residuos.

Palabras clave: teoría de la complejidad, teoría neoclásica, residuos sólidos y marco teórico integral.

1. Introducción

El área geográfica del estado de Nayarit, principalmente en la zona costera, entre los poblados de Jalcoctan y el Llano en el municipio de San Blas. Presenta características por su clima y suelo propias para el cultivo de frutos, cuyos productos se deshidratan principalmente como el fruto del mango. Siendo el sector primario la agricultura y su principal cultivo el mango con una superficie sembrada en 36, 458 hectáreas, cosechadas 34 069 hectáreas con un volumen de 264 715 toneladas (INEGI, 2017). Durante el 2020 (DENUE, 2022) en el estado de Nayarit las unidades económicas registradas con actividad económica en deshidratación de frutas y verduras de acuerdo con Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte SCIAN fueron 17.

La deshidratación de las frutas se realiza en diferentes partes del mundo para mejorar la calidad de conservación y preservar la fruta para consumo fuera de temporada. De esta manera a nivel mundial, cada día se generan abundantes residuos agrícolas para satisfacer las crecientes demandas de una población en rápido crecimiento. El manejo limitado y/o inadecuado de los mismos ha creado una necesidad urgente de diseñar estrategias para su oportuna utilización y valorización, para la sustentabilidad agrícola y la seguridad alimentaria y sanitaria.

Los residuos sólidos de agroalimenticios (RSA), independientemente del sitio de producción, se eliminan en vertederos o se tratan biológica o químicamente para reducir los problemas ambientales. India,

China, Estados Unidos y Brasil producen la mayor parte del desperdicio de alimentos en el mundo (Sinha & Tripathi, 2021). Los vertederos y el compostaje son métodos tradicionales para la gestión y eliminación de RSA, pero no se recomiendan debido a los gases tóxicos que se liberan, el mal olor y los problemas ambientales de contaminación.

El suelo fértil y el clima de Nayarit son propicios para una variedad del fruto del mango siendo su principal producción de fruta tropical. En la costa sur el deshidratado de mango de empresas familiares ha marcado un mercado importante para el consumo en la región. En el proceso de deshidratado el rendimiento del mango fresco es de 59.70% Pulpa, 17.49% Cáscara, 10.49% Semilla o hueso y 12.25% de pérdida en el proceso de despulpado del fruto (Alicia et al., 2017). Terminando esta gran cantidad de residuos en vertederos a cielo abierto.

En este sector agrícola el proceso del secado de alimentos (mango) puede generar desperdicios debido a transporte inadecuado y daños durante el transporte, problema durante almacenamiento, pérdidas debido al procesamiento y la contaminación en empaquetado, sobre todo en los sitios rurales donde la disposición final de residuos es un problema grave, ya que es el punto crítico para el control de la contaminación ambiental de suelos y fuentes de agua locales. En el pasado reciente, e incluso en la actualidad, un gran número de ciudades mexicanas han eliminado sus residuos municipales de forma inapropiada, utilizando vertederos no controlados para enterrar su basura, ocasionando una cadena de degradación ambiental (Saldaña Durán & Nájera González, 2019)

El objetivo de este trabajo es innovar en el procesamiento y valorización de alimentos agrícolas dentro de un esquema de residuo casi cero. De esta manera en la industria del deshidratado de mango los RSA generados se podrían disponer de forma eficiente proporcionarse sostenibilidad ambiental y beneficios económicos y conducir a la realización de la economía circular. Basados en esquemas técnicos y de flujo de procesos en sistemas de secado alimentados con "casi cero residuos" y "casi cero emisiones".

1.1 Del enfoque neoclásico hacia la complejidad versus del conocimiento al conocimiento

El enfoque neoclásico identifica las funciones de la administración de las organizaciones. Frederick W. Taylor (1856-1915), llamado por Drucker el fundador de la administración científica, describe los pasos a analizar, diseñar la mejor manera de realizar el proceso, seleccionar a los trabajadores, capacitar a los trabajadores y pagar incentivos. Según el autor David R. Hampton, lo que defendía Taylor era la "regla" del conocimiento, no de la autoridad (Hampton, 1989). El incremento de la productividad es tanto del obrero como del grupo gerencial. Desde esta visión el enfoque neoclásico puede combinarse con la Teoría de la Complejidad (CT) para construir un marco teórico y examinar la innovación en la industria de los residuos del sector agrícola. Trazando esta premisa, (Thompson et al., 2016), define los componentes en el sistema y su interacción entre ellos como un sistema de comportamiento general utilizando la terminología de complejidad, estas interacciones responden a cambios ambientales e interaccionan con su entorno que pueden influir en otros componentes. Una característica de la interacción son estados del sistema considerados como sistemas no lineales (Gear et al., 2018; Turner & Baker, 2019).

Por otro lado, al referirnos a la innovación, su conceptualización varía dependiendo de las visiones diferentes, contextos y autores. Desde esta visión la innovación consiste en generar un nuevo producto o proceso que tenga aplicación comercial (OCDE, 2018). La innovación en procesos tiene que ver con actividades como el compostaje de los residuos sólidos generados, actividad de bajo costo y con potencial viable de aprovechamiento que de acuerdo con Vargas (Vargas et al., 2019), garantiza que los residuos orgánicos vinculen sus componentes en el ciclo de la cadena de producción primaria, además permite mejorar las condiciones físico-químicas del suelo y aumenta la productividad de los cultivos (Casas Pinzón, 2016). La organización adopta nuevas prácticas al momento de generar sus residuos sólidos, su recolección y almacenamiento, esto es, generar nuevas estructuras organizacionales entre los pasos posteriores a la generación de residuos sólidos que antes no estaban asociadas, o definitivamente no existían. Todo lo anterior con el fin de que desde la misma generación de los residuos sólidos estos ya estén orientados y adecuados a su reutilización y/o aprovechamiento.

Al integrar el enfoque neoclásico y combinarlo con la Teoría de la Complejidad se construye un marco teórico, con el cual se coadyuva en examinar, profundizar y discernir los esquemas de interacción entre los componentes de la industria de la gestión de residuos sólidos, orientándolos hacia un innovador sistema de comportamiento. El enfoque sobre el que se basa la eco innovación es el teórico neoclásico, el cual, se puede respaldar en una importante parte de los estudios existentes (Rennings, 1998). Desde esta perspectiva, las eco innovaciones buscan generar ingresos económicos reduciendo el impacto ambiental, a través la introducción de algún proceso, producto y/o método de comercialización y de organización innovador o significativamente mejorado (OCDE/Eurostat, 2005), validando con esto, que las eco innovaciones son principalmente impulsadas por las fuerzas del mercado, en coherencia con el enfoque neoclásico.

2. Metodología

Este trabajo abarca la reflexión para la integración del enfoque neoclásico en la administración y de la teoría de la complejidad hacia la valorización de los RSA. Además, las estimaciones de producción de los residuos para la tecnología del compostaje hacia residuos casi cero, para la rentabilidad en la práctica agrícola y los aspectos sostenibles en la disposición final de los residuos.

Para este estudio de caso en Nayarit se sujetó a criterios de selección:

- (i) Un tamaño de comunidad entre 100 y 1000 habitantes.
- (ii) Una producción agrícola del mango que se produce a un nivel empresa familiar.
- (iii) Accesibilidad por carretera; y
- (iv) Disponibilidad en la comunidad de una empresa familiar interesada en el desarrollo de la comunidad.

Se consideró el panorama general de la gestión de los residuos sólidos alimenticios y su valorización Figura 1.

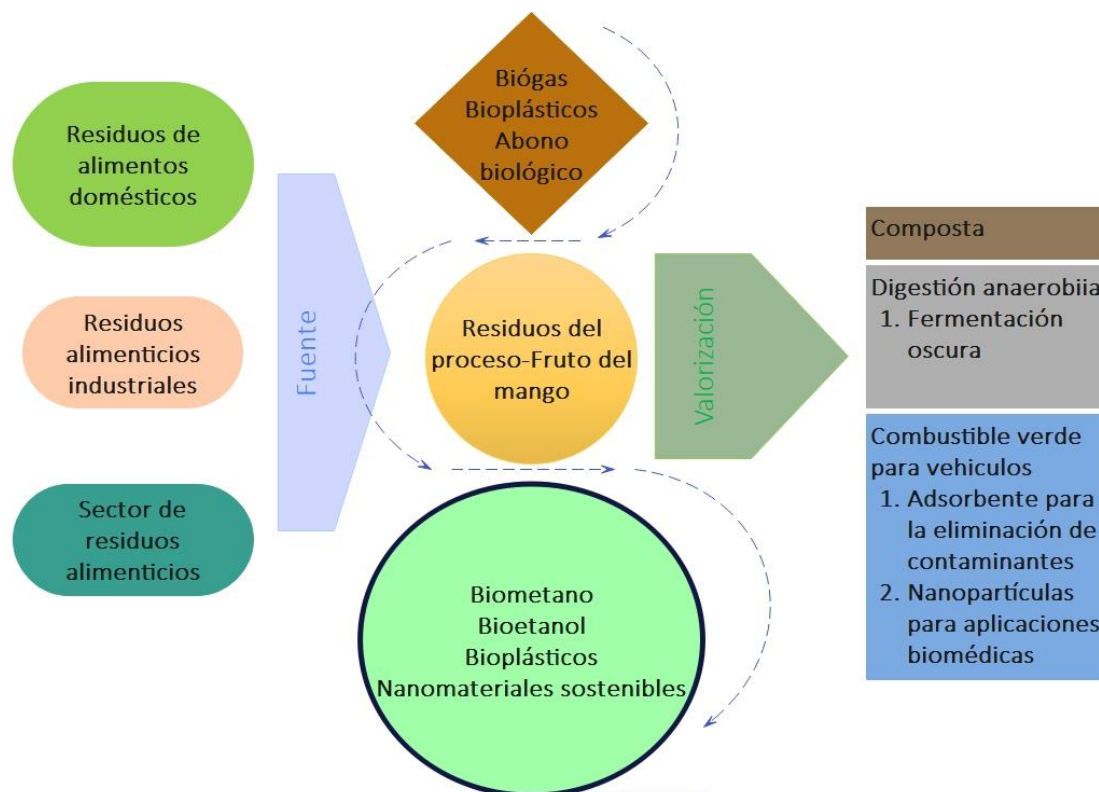


Figura 1. Fuentes de residuos alimenticios sus métodos de valorización y aspectos sostenibles en la disposición final de los residuos

3. Resultados

Integrando los componentes de la empresa familiar de deshidratado de mango asociadas con su escala de producción se identifican tipologías específicas del sistema de gestión de los residuos agroindustriales. En el que se muestra un sistema de mercado hacia la innovación dirigido a la reducción de residuos casi cero e impulsando el reciclaje sostenido para la protección del medio ambiente, se ha resumido en Figura 2.



Figura 2. Sistema de mercado para la innovación

Los resultados del caso de estudio de la empresa familiar en el Llano, San Blas en Nayarit, México. El deshidratado de mango se procesa en el horno funcional al 100% de su capacidad que procesa hasta 70 cajas de mango con un peso por unidad de 28 kilos de fruto, en consecuencia, el volumen máximo de trabajo por proceso es de 1.96 toneladas de mango. Durante el 2022 se procesaron 76.39 toneladas de mango, resultando aproximadamente el 60% es pulpa, y el 30% restante es el hueso y la cáscara, por consiguiente, se generaron 22.932 toneladas de residuos en el proceso de despulpado del fruto, se muestra en la Figura 3.

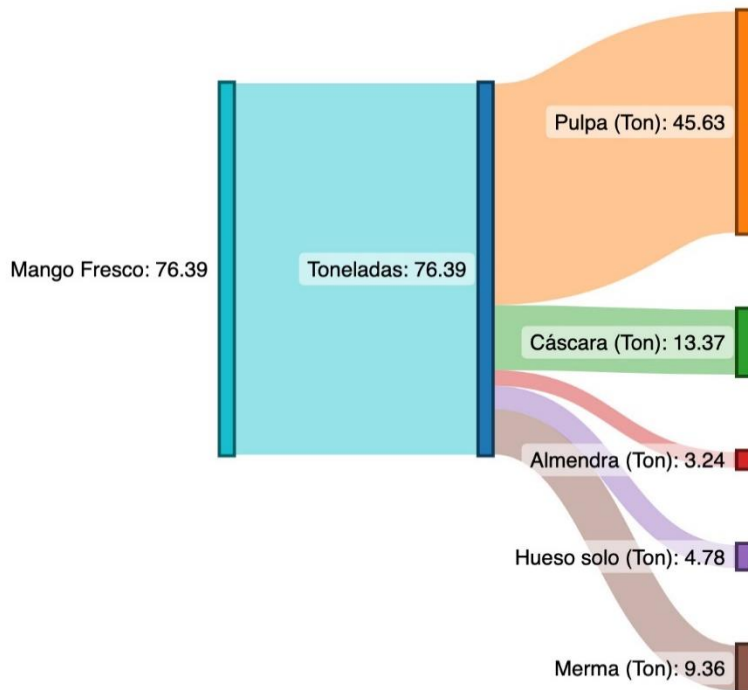


Figura 3. Obtención de la clasificación de los RSA en el proceso de deshidratado de mango en una empresa familiar en el Llano, San Blas en Nayarit, México.

4. Discusión

Obtener el 30% de los RSA en el proceso de deshidratado de mango en este primer análisis del enfoque neoclásico y la perspectiva de la complejidad se esboza un sistema de mercado hacia la innovación con residuos casi cero para la protección al medio ambiente. Contra un confinamiento del sistema tradicional de RSA en los vertederos a cielo abierto. Donde el sistema tradicional basado en vertederos debe cambiar cuando se avanza hacia la economía circular, una mayor cooperación entre la gestión local de residuos autoridades y los diferentes actores responsables de diversas políticas, incluida la gestión de residuos, la energía y el medio ambiente (Bolton & Roustá, 2019; Malinauskaite et al., 2017).

5. Conclusión

Se concluye que, para mejorar la comprensión de la gestión de los residuos sólidos en la industria del procesamiento de alimentos agrícolas, se demuestra que el análisis de los enfoques neoclásico y la perspectiva de la complejidad ofrece ideas útiles para la reducción casi cero y mejorar el desarrollo económico hacia protección del medio ambiente. El estudio identifica los apalancamientos adecuados para fomentar la valorización económica, viabilidad y sostenibilidad ambiental. Esta puede ser una línea de investigación prometedora para cambiar un sistema de mercado tradicional (vertederos) que datan de 30 a 40 años para el surgimiento de la innovación en un sistema de mercado del compostaje.

Agradecimientos

Al CONACYT - PRONACES 2022 por los recursos financieros para el proyecto 319456.

Referencias

- Alicia, E., Rendon, M., María, G., Morales, G., Flores, O. F., Corona González, R. I., Martín, P., Cortéz, M., & Guevara, E. A. (2017). EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y TECNO FUNCIONALES DE SUBPRODUCTOS DE RESIDUOS DE MANGO (mangifera indica, variedad Tommy Atkins). *MMemorias Del XXXVIII Encuentro Nacional de La AMIDIQ*, 100(Figura 1), 381–386.
- Bolton, K., & Roustá, K. (2019). Solid waste management toward zero landfill: A swedish model. In *Sustainable Resource Recovery and Zero Waste Approaches*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64200-4.00004-9>
- Casas Pinzón, R. D. (2016). Producción, recolección y disposición de residuos sólidos urbanos, análisis del sistema de gestión en el municipio de Puerto Asís Putumayo. In *Universidad de Manizales* (p. 512). <http://ridum.umanizales.edu.co>
- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENUE (2023). <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Gear, C., Eppel, E., & Koziol-Mclain, J. (2018). Advancing Complexity Theory as a Qualitative Research Methodology. *International Journal of Qualitative Methods*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.1177/1609406918782557>
- Hamptom, D. R. (1989). *ADMINISTRACIÓN* (McGraw-Hill, Ed.). Mac Graw Hill.
- INEGI. (2017). Anuario estadístico nayarit 2017. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*.
- Malinauskaite, J., Jouhara, H., Czajczyńska, D., Stanchev, P., Katsou, E., Rostkowski, P., Thorne, R. J., Colón, J., Ponsá, S., Al-Mansour, F., Anguilano, L., Krzyżyńska, R., López, I. C., A.Vlasopoulos, & Spencer, N. (2017). Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe. *Energy*, 141, 2013–2044. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.11.128>
- OCDE. (2018). *Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental* (OCDE, Ed.). OCDE. https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/manual-de-frascati-2015_9789264310681-es

- OCDE/Eurostat. (2005). Manual de Oslo 2005. In *Manual de Oslo*. <http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>
- Rennings, K. (1998). Towards a Theory and Policy of Eco-Innovation - Neoclassical and (Co-) Evolutionary Perspectives. *ZEW Discussion Paper 98-24, February 1998*, 1–21.
- Saldaña Durán, C. E., & Nájera González, O. (2019). Identification of potential sites for urban solid waste disposal in the municipality of tepic, nayarit, Mexico. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 35(Special Issue 2), 69–77. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.esp02.07>
- Sinha, S., & Tripathi, P. (2021). Trends and challenges in valorisation of food waste in developing economies: A case study of India. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4(September), 100162. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100162>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP (2021). <https://www.gob.mx/siap>
- Thompson, D. S., Fazio, X., Kustra, E., Patrick, L., & Stanley, D. (2016). Scoping review of complexity theory in health services research. *BMC Health Services Research*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12913-016-1343-4>
- Turner, J. R., & Baker, R. M. (2019). Review complexity theory: An overview with potential applications for the social sciences. *Systems*, 7(1). <https://doi.org/10.3390/systems7010004>
- Vargas, O., Trujillo, J., & Torres, M. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia*, 23(2), 123–129. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092019000200123