

## MODELO INSTITUCIONAL CON PERSPECTIVA DE CICLO DE VIDA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS

## INSTITUTIONAL MODEL WITH A LIFE CYCLE PERSPECTIVE FOR THE TREATMENT OF ORGANIC WASTE

Alanís Ramírez, Claudia Ivett; Álvarez Arteaga, Gustavo; Ávila Córdoba, Liliana Ivette

 **Claudia Ivett Alanís Ramírez**  
claudia.alanis.iq@gmail.com  
Universidad Autónoma del Estado de México., México

 **Gustavo Álvarez Arteaga**  
galvareza68@gmail.com  
UAEMéx, México

 **Liliana Ivette Ávila Córdoba**  
liac07@gmail.com  
UAEMéx, México

**Revista CoPaLa. Construyendo Paz Latinoamericana**  
Red Construyendo Paz Latinoamericana, México  
ISSN-e: 2500-8870  
Periodicidad: Semestral  
vol. 7, núm. 14, 2022  
copalarevista@gmail.com

Recepción: 26 Octubre 2021  
Aprobación: 20 Diciembre 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/231/2312787001/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.35600/25008870.2022.14.0210>

©Revista CoPaLa, Construyendo Paz Latinoamericana



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

**Resumen:** El compostaje de residuos orgánicos es una práctica emergente en hogares e instituciones educativas que favorece la transferencia de conocimientos a conductas tendientes a minimizar los impactos ambientales y riesgos a la salud humana. La propuesta de investigación consistió en implementar un modelo de transición circular con perspectiva de ciclo de vida para promover el conocimiento adquirido a estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Ambientales y la conducta ecológica en un entorno doméstico durante el confinamiento por la pandemia COVID-19. Las etapas del modelo son: generación, colecta, separación, tratamiento de compostaje y caracterización fisicoquímica. Como resultados se obtuvo que el proceso tuvo una eficiencia del 48 % con respecto al peso fresco y una calidad adecuada acorde a la normatividad oficial. La conducta ecológica adquirida en el grupo de estudiantes confinados en sus hogares, se evaluó mediante encuestas de percepción sobre acciones y actitudes realizadas con respecto al manejo doméstico de los residuos, arrojando un 59% como una experiencia exitosa. La perspectiva de ciclo de vida para el tratamiento de los residuos orgánicos orienta a contrarrestar el impacto ambiental, así como un enfoque de economía circular en la gestión integral dentro y fuera de la institución.

**Palabras clave:** compostaje, conducta ecológica, conocimiento adquirido, COVID-19 y educación ambiental.

**Abstract:** The composting organic waste is an emerging practice in households and educational institutions that promotes the transfer of knowledge towards behaviours that minimize environmental impacts and risks to human health. The objective was applying a circular transition model focused on the life cycle to promote the knowledge acquired by students in Environmental Sciences and environmental performance in a home environment containment of the COVID-19 pandemic. The model stages are: generation, collection, separation, composting treatment and physico-chemical characterization. As a result, it was obtained that the process had an efficiency of 48% with respect to fresh weight and an adequate quality in accordance with official regulations. The

ecological behavior acquired in the group of students confined in their homes, was evaluated through perception surveys on actions and attitudes carried out with respect to the domestic management of waste, yielding 59% as a successful experience. The life cycle perspective for the treatment of organic waste aims to counteract the environmental impact, as well as a circular economy approach to the integral management within and outside the institution.

**Keywords:** acquired knowledge, composting, COVID-19, environmental education and environmental behaviour.

## INTRODUCCIÓN

La producción y consumo global de alimentos emplea anualmente el 30 % de la energía generada y es causante del 22 % de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera (FAO 2016), que representan una huella anual de 3.3 billones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e) (UNEP 2019); no obstante, diversos estudios apuntan a que la reconversión bajo criterios de economía circular de los procesos involucrados en este sector lo ubicarían como una de las tres alternativas con mayor potencial de mitigación de emisiones, siendo la recuperación y valorización de Residuos Orgánicos (RO) una de las principales ventanas de oportunidad, que mejoran la seguridad alimentaria y al mismo tiempo, minimizan los efectos ambientales del cambio climático (Abbade, 2020; Wang et al., 2021).

En México, el 47 % de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) proviene de fuentes orgánicas, gran parte de ellos producto del consumo residencial y comercial de alimentos, y cuyo manejo habitual implica su recolección, traslado y confinamiento a sitios de disposición final, los cuales en conjunto con las otras fracciones ocasionan el 7 % de la emisión anual de GEI en el país (SEMARNAT & INECC, 2013) así como el deterioro de los ecosistemas terrestres y acuáticos (Ivanova et al., 2016)

En el mismo sentido, la disminución de los residuos provenientes de la cadena de valor de los alimentos, favorece el retorno de nutrientes y la productividad del suelo de acuerdo a lo propuesto por la fundación Ellen MacArthur (2014), donde se describe de esta forma, el principio básico en la economía circular de los materiales biológicos

Para el caso de los países en vías de desarrollo que, como México, muestran serias deficiencias en la gestión de sus residuos, el compostaje de RO, planteado bajo un modelo de economía circular, puede representar una alternativa competitiva para generar productos de valor agregado y fuentes de empleo verde para sus economías, a la vez que contribuyen con la cuota nacional de reducción de emisiones de GEI (Adhikari et al., 2013; Crohn, 2016; Oliveira et al., 2017). Estudios como el realizado por Van Haaren et al. (2010) han determinado que el compostaje aerobio con ingreso diario, minimiza la producción de metano con respecto a las emisiones generadas en los sitios de disposición final cuando esta fracción no es separada; por su parte Martínez et al. (2016), establecieron que el 47.11 % de los RO que llegan a un relleno sanitario podrían ser transformados en composta, generando múltiples beneficios entre los que destacan: la reducción de los costos de operación, incremento de su vida útil y la disminución de las emisiones de metano (al favorecer el predominio de procesos aerobios), con el subsecuente uso de abonos orgánicos para la recuperación de áreas verdes. Todo ello bajo un sistema de gestión circular (Tchakpa et al., 2013, Ng et al., 2021).

La elaboración de compostas no debe entenderse como una actividad aislada dentro de la gestión integral de RSU, ya que su implementación requiere de acciones previas que promuevan la concientización social para modificar los patrones de consumo y gestión de sus residuos desde el ámbito local, de tal forma, que los RO sean separados de otras fracciones que pudieran incorporar agentes patógenos o tóxicos indeseables durante

su transformación, condición no observada por la mayoría de los sistemas locales de recolección en países en vías de desarrollo donde estas prácticas son poco frecuentes (Centro Mario Molina, 2015)

Bajo esta premisa, es necesario implementar modelos de participación social que transiten de la concepción lineal de generación y disposición final de residuos, hacia un pensamiento con perspectiva de ciclo de vida (PNUMA, 2004), en el que se consideren alternativas para reducir la huella ambiental desde el ámbito local. Cabe resaltar que el desarrollo de una formación bajo este punto de vista puede contribuir a identificar oportunidades de mejora, partiendo de la extracción de materias primas, la producción y, el consumo hasta el destino final de los RO que se generen tanto en espacios privados como públicos, cuyos efectos pueden ser evaluados mediante indicadores cualitativos y/o cuantitativos (Ghazvinei et al., 2017; Karkanias et al., 2016; Montoya et al., 2016; Ruiz Morales, 2017; Yukalang et al., 2018; Zhang et al., 2020).

## FORMACIÓN AMBIENTAL EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Considerando la capacidad que las Instituciones de Educación Superior (IES) poseen en cuanto a recursos humanos, tecnológicos y científicos, es altamente factible que a través de la implementación de modelos como los mencionados, éstas puedan actuar como generadores y difusores de esquemas de gestión integral de RSU que posteriormente sean extrapolables a otros ámbitos sociales, tal y como lo demuestran diversas experiencias internacionales (Dokinagam & Laosipojana, 2019; Montoya et al., 2016; Salguero-Puerta et al., 2019; Smyth et al., 2010; Ugwu et al., 2020; Yusoff, 2018).

La Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), ha sido reconocida en la entidad por promover acciones que inciden en el comportamiento de la comunidad universitaria hacia el desarrollo sostenible y la conformación de una cultura ambiental con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de la sociedad y contrarrestar el deterioro del entorno (UAEMéx, 2017). Actualmente se considera que los principales generadores de residuos orgánicos son las Cafeterías Universitarias, así como las áreas verdes, los cuales pueden ser tratados como composta para obtener abonos orgánicos y con ello beneficios ambientales, económicos y de salud.

Para implementar dichas acciones al interior de sus espacios académicos, la institución considerada en este trabajo de investigación, cuenta con redes temáticas de colaboración como es el caso de la Red Universitaria Sostenible para la Gestión Integral de Residuos Orgánicos (Red GISRO), la cual busca incorporar la investigación científica multidisciplinaria en la realización de proyectos que generen alternativas para el manejo integral de los RO dentro de la universidad, así como la formación de recursos humanos que contribuyan a mejorar el impacto ambiental, adoptando estrategias de mitigación que sean rentables y sostenibles a largo plazo.

A raíz del cierre de los espacios académicos como consecuencia de la pandemia del COVID-19, las actividades pasaron a una modalidad virtual, en la que estudiantes y docentes permanecen la mayor parte del tiempo en su vivienda. Considerando tales circunstancias, se planteó la interrogante sobre el comportamiento que tenían los estudiantes en la universidad y en sus hogares sobre el manejo de RO. Derivado de lo anterior, el objetivo del presente estudio consistió en proponer un modelo institucional de transición circular con perspectiva de ciclo de vida de los RO generados por los estudiantes en el ámbito universitario dentro de un espacio académico e implementarlo en el hogar.

## MÉTODO

### Modelo institucional de transferencia circular con perspectiva de ciclo de vida para el tratamiento de Residuos Orgánicos.

La investigación consistió en promover la disminución, colecta y separación de RO, así como un tratamiento de digestión anaerobia para producir composta y aprovecharla en áreas verdes, mediante la transferencia de conocimientos adquiridos y conductas ecológicas en programas de percepción dentro de los espacios universitarios y hogares (figura 1).

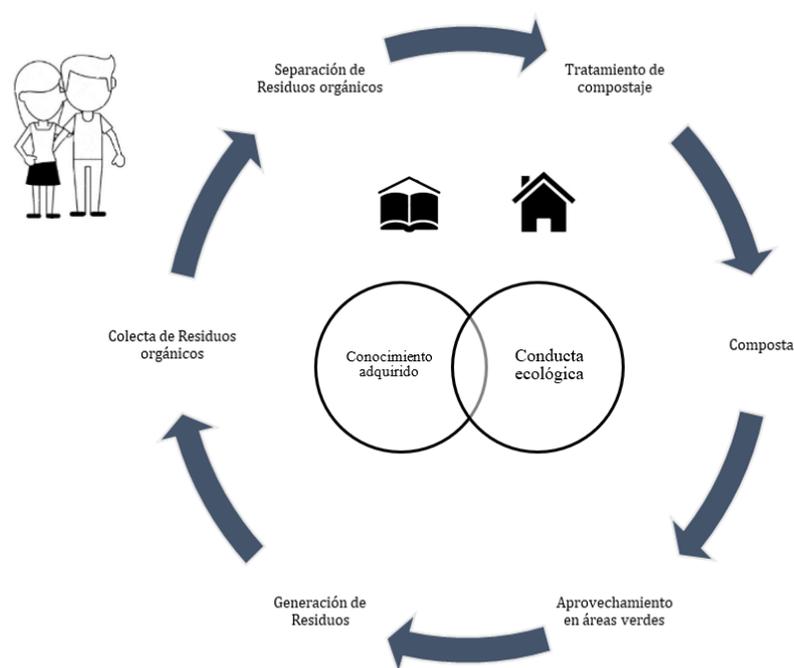


FIGURA 1

Modelo institucional de transferencia circular con perspectiva de ciclo de vida para el tratamiento de RO. Fuente: elaboración propia

Elaboración propia

### *Ámbito Universitario*

Como primera fase del estudio, desarrollado en el periodo agosto – diciembre de 2019, se impartió un taller a 37 estudiantes de la Licenciatura de Ciencias Ambientales de la Facultad de Planeación Urbana y Regional (FAPUR) sobre la gestión integral de RSU, focalizado en la clasificación, separación y compostaje de RO, evaluación fisicoquímica, normatividad y jerarquía de tratamientos según sea el caso. Asimismo, como parte del taller se diseñaron composteadores sustentables.

Al final del proceso de compostaje los estudiantes, previa capacitación realizaron la valoración fisicoquímica en laboratorio del producto en lotes maduros elegidos al azar para determinar su calidad en conformidad a lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NMX-AA-180-SCFI-2018 (DOF 2018).

Para socializar el conocimiento adquirido por los estudiantes con la comunidad universitaria, éstos efectuaron recorridos demostrativos denominados: "Ruta de basura cero", a diferentes grupos de alumnos

de la FAPUR en los que explicaron el funcionamiento del modelo circular, solicitando al final su percepción del ejercicio.

Cabe mencionar que la aplicación del modelo institucional circular debió ser interrumpida a consecuencia del confinamiento domiciliario provocado por la pandemia COVID-19, por lo que en la segunda fase del estudio se exploró la alternativa de su implementación en el ámbito doméstico, modificándose el protocolo de trabajo para impartir el taller en formato virtual a una siguiente generación de 37 estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Ambientales.

En dicha fase del estudio, los participantes previa capacitación, elaboraron diferentes modalidades de compostadores domésticos a partir de materiales reciclados para el tratamiento de los residuos orgánicos generados en sus hogares. Mediante el registro de evidencias visuales semanales se dio seguimiento al trabajo en casa. Adicionalmente se efectuaron encuestas en línea al inicio y término de la actividad para evaluar la percepción tanto de los participantes como de los miembros de su familia sobre el grado de aceptación de estas prácticas.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### Implementación del modelo institucional circular dentro del espacio académico

Para la ejecución del modelo institucional, los 37 estudiantes realizaron la colecta y registro de peso de los RO generados dentro de la FAPUR, bajo condiciones habituales de actividades, lo cual arrojó un promedio diario de 20 kg (400 kg/mes) de desperdicios de comida provenientes de la Cafetería Universitaria, así como de residuos de jardinería, (Figura 2).



FIGURA 2

Figura 2. Estudiantes de la Licenciatura de Ciencias Ambientales participando en actividades sobre la gestión de residuos orgánicos.

En el taller se diseñaron tres contenedores de madera reutilizable de bajo costo, de 1 m<sup>3</sup> de volumen, en los que se procesaron los RO procedentes de la Cafetería Universitaria y áreas verdes de la institución, mediante el método de la pila estática con aireación pasiva y volteo manual. Los contenedores se ubicaron en una superficie exterior protegida de la lluvia y la radiación solar directa (Figura 3).



FIGURA 3

Figura 3. Compostadores instalados en la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la UAEMéx

El tratamiento de compostaje tuvo una duración de 12 semanas al término de las cuales, los estudiantes, previa capacitación realizaron diversas pruebas físico químicas para constatar la calidad del producto (Tabla I). Los resultados se ubicaron dentro de valores promedio aceptados por la normatividad para su uso comercial a excepción del contenido de nitrógeno total, ligeramente inferior al requerido. En las pruebas de rendimiento se estableció que del 100 % del peso del producto fresco que ingresó al composteador, se obtuvo en promedio el 48 % de composta (Figura 4).

TABLA 1

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de la composta al término del proceso de elaboración

Propiedad	Valor obtenido	Valor de referencia *
Humedad (% en peso)	44	25 - 45
pH	7.5 - 8.5	6.7 - 8-5
Conductividad eléctrica (dS /m)	1.8	0.5 - 12
Carbono Orgánico Total (%)	18.5	> 10
Nitrógeno total (%)	0.95	1 - 3
Relación C/N	19.5	15 - 25
Granulometría (mm)	5 - 15	< 30
Color	Pardo oscuro	Marrón o pardo oscuro
Olor	Agradable	Agradable a tierra húmeda de bosque.



FIGURA 4

Figura 4. Composta empaquetada para su uso en áreas verdes dentro de los espacios académicos de la UAEMéx

Una vez instalado y en funcionamiento, el módulo de compostaje se utilizó como espacio demostrativo para impartir talleres a diferentes grupos escolares a fin de explicar el procedimiento y promover el desarrollo de buenas prácticas de manejo de los RO dentro y fuera de las instalaciones de la FAPUR (figura 5)



FIGURA 5

Figura 5. Explicación del proceso de compostaje a un grupo de estudiantes dentro del taller “Ruta de basura cero”.

## Implementación del modelo institucional de transición circular en el hogar

En virtud del confinamiento domiciliario provocado por la pandemia COVID-19 que ocasionó el cierre de las instituciones educativas por más de 12 meses, la experiencia adquirida durante la primera fase del estudio llevó a determinar la viabilidad de su implementación dentro del ámbito doméstico de los participantes en el taller, bajo un esquema de asesoría en la modalidad virtual. Los estudiantes, fueron mayoritariamente del género femenino, con edades de entre 20 y 35 años, de los cuales el 92% se ubicó dentro del rango de ingresos bajo a medio bajo, con nivel de estudios de Licenciatura y dependientes económicamente de la familia.

Como actividad inicial dentro del taller, se realizó una primera encuesta de percepción en la que se identificó que el 78% de los participantes ya realizaba alguna acción de separación de residuos, de los cuales el 64% lo hacía con una frecuencia mayor a tres veces por semana. Con respecto a los factores que limitaban la separación de residuos en casa, 42% de los encuestados refirió inexistencia de contenedores identificados, por otra parte, el 39% mostró su desacuerdo con el manejo municipal de recolección, al no contar con un

sistema eficiente de separación de residuos, por lo que estos se vuelven a mezclar en el contenedor del camión (Figura. 6).

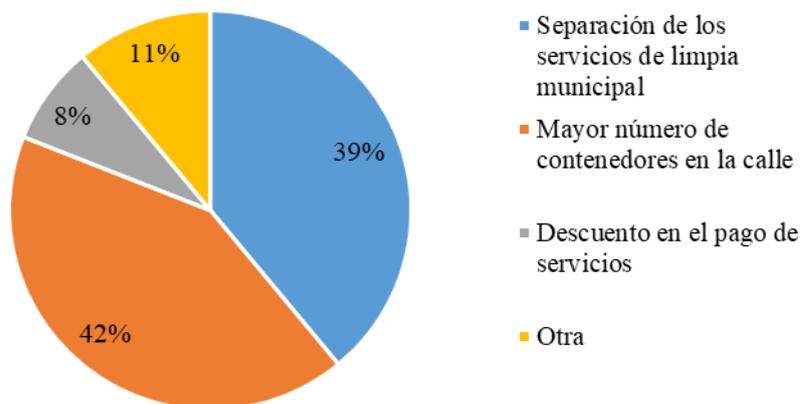


FIGURA 6

Figura. 6. Circunstancias que motivarían a la separación de residuos domésticos.

Una vez realizada la segregación doméstica durante una semana, los participantes identificaron como los principales segmentos de residuos generados a los desperdicios de comida, cartón, papel y plásticos, siendo éstos los acordados para realizar la separación durante el curso futuro de la actividad. Al momento de conocer el protocolo de trabajo para la realización de la composta, únicamente el 5 % mostró desinterés por continuar con el proceso y decidió abandonar el estudio de manera voluntaria; al 95 % restante se solicitó explicar las motivaciones para realizar el ejercicio, refiriendo principalmente su interés por contribuir al cuidado del medio ambiente, disponer de información suficiente, así como contar con tiempo libre (Figura 7).

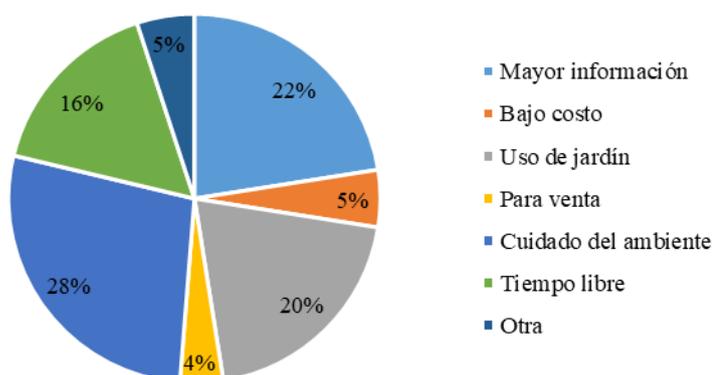


FIGURA 7

Figura. 7. Incentivos para producir composta en el ámbito doméstico

Durante la segunda encuesta, realizada al término del estudio, se solicitó a los participantes que confirmaran su permanencia en los procesos, identificándose que el 93 % continuó con la elaboración de composta, en tanto que el 7 % restante argumentó no tener las condiciones para hacerlo, falta de tiempo e interés en la actividad.

Para determinar el impacto de la práctica sobre el entorno familiar, se solicitó explicar sobre la contribución de sus miembros, refiriendo que en el 38 % de los casos todos los integrantes habían participado, en el 24 % casi todos y en el 28 % al menos dos miembros lo hicieron. Considerando los segmentos por edades, se observó que el mayor interés por participar lo tuvieron las personas adultas (55%), aunque la colaboración de las personas de la tercera edad fue escasa.

Otro aspecto cuestionado fue la eficiencia alcanzada en el proceso de elaboración de composta que los participantes identificaron de acuerdo a los conocimientos adquiridos, encontrándose que en el 31 % de los casos fue medianamente eficiente, 45 % refirió que fue eficiente y 24 % muy eficiente; el 59 % calificó el resultado final de la experiencia como exitosa y únicamente un 3 % indicó que fue poco exitosa. Finalmente, la mayoría de los encuestados explico que el uso principal al que destinó la composta obtenida fue para jardinería (Figura 8).



FIGURA 8

Figura 8. Estudiante realizando compostaje a partir de los residuos generados en el hogar durante la pandemia COVID 19.

## DISCUSIÓN

La generación de RSU representa una de las principales externalidades de la sociedad contemporánea y en el caso de instituciones públicas como las universidades, existe un doble compromiso para reducir el impacto ambiental que generan sus actividades, en tanto que promueven la formación de individuos con competencias técnicas y humanísticas que practiquen y transmitan dicho mensaje a otros sectores de la sociedad.

La inserción de UAEMéx dentro de esquemas interinstitucionales como la red de universidades sustentables (COMPLEXUS), marcó el inicio de una serie de acciones tendientes a fortalecer su visión en este sentido. Su experiencia al igual que la de otras IES del país, ha pasado del plano retórico a la implementación de estrategias puntuales como la inclusión de temas ambientales dentro de los planes de estudio de las diferentes carreras, así como de acciones concretas sobre la gestión del agua, residuos y ahorro energético; sin embargo, como lo han expuesto Alba et al., (2011), citados por Gaudio et al., (2015), la mayor dificultad para su éxito radica en el establecimiento de un programa institucional (apoyado estructural y financieramente por las autoridades), que junto con las acciones propuestas, incluya una agenda transversal que permee en todos los espacios y miembros de la comunidad universitaria, destacando particularmente la

necesidad de fortalecer la relación del binomio docencia-investigación como vehículo para la generación y transferencia de conocimientos y actitudes (Gaudiano et al., 2015)

La cooperación de la comunidad estudiantil en las pláticas y talleres destinados a brindar conocimientos básicos sobre la separación y reciclaje de residuos orgánicos denotó el interés y conciencia ambiental de los estudiantes por involucrarse en la temática. Durante estas acciones se advirtió que la percepción ambiental de los participantes se incrementa en la medida de que el conocimiento adquirido se acompaña de experiencias significativas como son las actividades colaborativas, estudios experimentales y de difusión del conocimiento. Otro aspecto a resaltar ha sido la mayor intervención de los estudiantes en proyectos de investigación, trabajos de tesis y eventos científicos, relacionados con el manejo de RO, siendo sustancial el apoyo que ofrece el módulo experimental para elaboración de composta.

Si bien la adquisición de conocimiento es fundamental para desarrollar el pensamiento con perspectiva de ciclo de vida, estudios como el realizado por Olaguez-Torres et al., (2019), han enfatizado la posibilidad de que la preocupación ambiental de un grupo de individuos no necesariamente se corresponda con acciones coherentes sobre el cuidado del medio ambiente y que incluso factores como el nivel económico y la educación sean decisivos para conseguir una conciencia ambiental plena; por su parte Keegan & Breadsell (2021), mencionan que la aplicación de la teoría a la práctica en los hogares, en relación al desperdicio de alimentos, implica tener habilidades para el uso de la tecnología, así como generar un consumo sostenible para reducir el desperdicio. Lo anterior se logra con concientización y educación.

En la siguiente etapa del estudio, relacionada con la transferencia de conocimiento a los hogares, el perfil socioeconómico de los encuestados y las características de generación de residuos coincidió con lo reportado por Hoornweg & Perinaz (2012), quienes identificaron que, en los países en vía de desarrollo como México, el destino final principal de los RO domésticos son los SDF (59%), y sólo el 1% tienen un tratamiento de compostaje; sin embargo, Jouhara et al. (2017) en concordancia con la propuesta, exponen que el vertido de los RO podría eliminarse o reducirse significativamente desde los hogares mediante campañas de recolección y sensibilización, ya que pueden implementarse insumos de bajo costo; asimismo el compostaje doméstico se ha reportado como uno de los tratamientos que actualmente son considerados como la mejor alternativa para reducir en gran medida los impactos ambientales con riesgos a la salud y la calidad del aire (Lima et al. 2021).

En este estudio se pudo constatar que, derivado de las experiencias significativas y educación logradas dentro del espacio académico, el 97% de los estudiantes involucrados aplicó el método de separación de residuos y elaboración de composta doméstica, perdurando esta actividad una vez resueltos los aspectos técnicos y logrando la atención de los miembros de la familia. (Kunzabó et al., 2021).

Si bien durante el tiempo de la investigación, los participantes continuaron con estas prácticas; estudios similares reportan un decrecimiento a medida que transcurre el tiempo, por lo que sugieren mantener los incentivos y fuentes de información para reforzar las conductas positivas (Gauthier et al. 2011, Karkanias et al. 2016, Mulasari & Rustiawan 2018) mediante la realización de encuestas al inicio y al final para evaluar en cambio de conducta.

Se considera altamente factible que con la reproducción de experiencias como la presentada en este trabajo, será posible transitar gradualmente de una perspectiva de comportamiento lineal en la Universidad y en los hogares hacia un modelo circular bajo un esquema de generación, colecta, separación, tratamiento y aplicación. La transferencia circular en el ciclo de vida para el tratamiento de los RO, generó un producto con valor añadido para la rehabilitación de áreas verdes del espacio académico, así como su comercialización en pequeña escala. En el caso de los hogares, se destinó al abonado de suelos, jardinería y la producción de alimentos saludables mediante la construcción de huertos de traspatio con materiales reciclables, teniendo un impacto positivo en la reducción del desperdicio de alimentos y la necesidad de utilizar fertilizantes sintéticos.

De lo anterior, el modelo aplicado en ambos espacios tendrá aún la necesidad de evaluar cuantitativamente variables como lo expuesto por Jurgilevich et al. (2016), la reducción en la cantidad de residuos generados, la reutilización de alimentos, así como el uso de subproductos y desperdicios alimentarios en el reciclaje de

nutrientes, asimismo, Ghazvinei et al. (2017) señalan que, en un campus universitario, primeramente, se debe conocer la composición y origen de la generación de residuos.

Los datos obtenidos permitirán retroalimentar una base de datos con la finalidad de construir un inventario para realizar un estudio más exhaustivo de análisis de ciclo de vida bajo la norma (ISO 14044 2006), con objeto de cuantificar los impactos ambientales como el potencial de calentamiento global, en un sistema de manejo integral de RO en la universidad y los hogares.

## CONCLUSIONES

El confinamiento ocasionado por la pandemia de COVID-19 ha propiciado cambios en la percepción de prácticas sostenibles para el cuidado de la salud y del medio ambiente, por lo que investigaciones como la presente contribuyen a proporcionar mecanismos de transferencia del conocimiento, aplicado a patrones de conducta para diferentes sectores de la sociedad, promoviendo acciones que puedan impactar en una política pública.

Los principales generadores de residuos orgánicos en los espacios académicos de la Universidad Autónoma del Estado de México son las Cafeterías Universitarias, en las cuales se identificó la necesidad de contar con convenios institucionales, que regulen la gestión interna de estos desechos, lo cual permitirá cuantificarlos y aprovecharlos de manera más eficiente mediante un análisis de ciclo de vida.

La aplicación del modelo institucional de transferencia circular con perspectiva de ciclo de vida dentro del espacio académico universitario permitirá restringir la cantidad de residuos orgánicos transferidos a sitios de disposición final, aprovechando su potencial energético con la producción de composta y su aprovechamiento dentro en las áreas verdes de la Institución. Se considera que la implementación del modelo favorece la aplicación de conocimientos teórico-prácticos tendientes a promover una conducta ecológica en los estudiantes dentro y fuera del espacio académico, modificando sus habituales estilos de vida y reduciendo el impacto ambiental que conlleva la generación y manejo de residuos orgánicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbade, E. B. (2020). Estimating the nutritional loss and the feeding potential derived from food losses worldwide. *World Development*, 134, 105038. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105038>
- Adhikari, B. K., Trémier, A., Barrington, S., Martinez, J., & Daumoin, M. (2013). Gas emissions as influenced by home composting system configuration. *Journal of Environmental Management*, 116, 163–171. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.12.008>
- Alba, D., Alonso, I., & Benayas, J. (2011). La Agenda 21 Educativa en la Universidad. En IDEAS. Iniciativas de Educación Ambiental para la Sostenibilidad.
- Centro Mario Molina. (2015). Estudio de valorización y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos en el Estado de México. En Centro Mario Molina (Producto 6 Integración de todos los estudios y propuestas (Plan de Gestión Integral de RSU)).
- Crohn, D. M. (2016). Assessing Compost Quality for Agriculture. *Agriculture and Natural Resources*, August. <https://doi.org/10.3733/uca.nr.8514>
- DOF. (2018). Norma Mexicana NMX-AA-180-SCFI-2018.
- Dokinagam, P., & Laosipojana, N. (2019). Design of a food waste management method case study the cafeteria in Mae Fah Luang University. *International Journal of Environmental Science and Development*, 10(4). <https://doi.org/10.18178/ijesd.2019.10.4.1158>
- Ellen MacArthur Foundation. (2014). Hacia una Economía Circular - Resumen Ejecutivo. [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/EMF\\_Spanish\\_exec\\_pages-Revise.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/EMF_Spanish_exec_pages-Revise.pdf)

- Gaudio, E. J. G., Meira-Carrea, P. A., & Martínez-Fernández, Y. C. N. (2015). Sustentabilidad y Universidad: Retos, ritos y posibles rutas. *Revista de la Educación Superior*, 44(175), 69–93. <https://doi.org/10.1016/j.resu.2015.09.002>
- Gauthier, M., Simard, L., & Waub, J. P. (2011). Public participation in strategic environmental assessment (SEA): Critical review and the Quebec (Canada) approach. En *Environmental Impact Assessment Review* (Vol. 31, Número 1, pp. 48–60). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2010.01.006>
- Ghazvinei, P. ., Mir, M. ., Dravishi, H. ., & Arriffin, J. (2017). University Campus Solid Waste Management. Combining Life Cycle Assessment and Analytical Hierarchy Process. En *SpringerBriefs in Environmental Science*. <https://www.springer.com/gp/book/9783319432274>
- Hoorweg, D., & Perinaz, B. T. (2012). WHAT A WASTE A Global Review of Solid Waste Management. En *The world bank*. <https://doi.org/10.1201/9781315593173-4>
- ISO 14044. (2006). Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines. En *International Organization for Standardization*. <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s11367-011-0297-3>
- Ivanova, D., Stadler, K., Steen-Olsen, K., Wood, R., Vita, G., Tukker, A., & Hertwich, E. G. (2016). Environmental Impact Assessment of Household Consumption. *Journal of Industrial Ecology*, 20(3), 526–536. <https://doi.org/10.1111/jiec.12371>
- Jouhara, H., Czajczyńska, D., Ghazal, H., Krzyżyńska, R., Anguilano, L., Reynolds, A. J., & Spencer, N. (2017). Municipal waste management systems for domestic use. *Energy*, 139, 485–506. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.07.162>
- Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikäinen, J., Saikku, L., & Schösler, H. (2016). Transition towards circular economy in the food system. *Sustainability (Switzerland)*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su8010069>
- Karkanas, C., Perkoulidis, G., & Moussiopoulos, N. (2016). Sustainable Management of Household Biodegradable Waste: Lessons from Home Composting Programmes. *Waste and Biomass Valorization*, 7(4), 659–665. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9517-1>
- Keegan, E., & Breadsell, J. K. (2021). Food Waste and Social Practices in Australian Households. *Sustainability*.
- Kunzabó, A., Szakos, D., Dorkó, A., Farkas, C., & Kasza, G. (2021). Household food waste composting habits and behaviours in Hungary#: a segmentation study.
- Lima, P. de M., Morais, M. F. de, Constantino, M. A., Paulo, P. L., & Magralhães Filho, F. J. C. (2021). Environmental assessment of waste handling in rural Brazil: Improvements towards circular economy. *Cleaner Environmental Systems*, 2(February), 100013. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2021.100013>
- Martínez, I., Hernández, M. del C., Díaz, V. L., Mañón, M. del C., & Carreño, M. del C. (2016). Encuentro de expertos de residuos sólidos. *Desaprovechamiento de residuos reciclables del municipio de Zinacantepec*, 225. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/basura.pdf>
- Montoya, J. E., Waliczek, T. M., & Gandonou, J.-M. A. (2016). An Economic Analysis of the Development and Management of a University Vermicomposting System: A Self-Sustaining Environmental and Waste Management Educational Tool. *Texas Journal of Agriculture & Natural Resources*, 29, 1. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=sso&db=edo&AN=120751151&site=eds-live&scope=site&custid=s2775460>
- Mulasari, S. A., & Rustiawan, A. (2018). Domestic Waste Management Feasibility Study at Ahmad Dahlan University. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 12(4). <https://doi.org/10.11591/edulearn.v12i4.9232>
- Ng, C. G., Yusoff, S., Shakirah, N., & Kamarul, B. (2021). Assessment on the Quality and Environmental Impacts of Composting at Institutional Community using Life Cycle Assessment Approach. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(3), 1–12. <https://doi.org/10.15244/pjoes/124115>
- Olaguez-Torres, E., Espino-Román, P., Acosta-Pérez, K., Méndez-Barceló, A., Olaguez-Torres, E., Espino-Román, P., Acosta-Pérez, K., & Méndez-Barceló, A. (2019). Plan de Acción a Partir de la Percepción en Estudiantes de la

- Universidad Politécnica de Sinaloa ante el Reciclaje de Residuos Sólidos y la Educación Ambiental. *Formación universitaria*, 12(3), 3–14. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062019000300003>
- Oliveira, L. S. B. L., Oliveira, D. S. B. L., Bezerra, B. S., Silva Pereira, B., & Battistelle, R. A. G. (2017). Environmental analysis of organic waste treatment focusing on composting scenarios. *Journal of Cleaner Production*, 155, 229–237. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.08.093>
- PNUMA. (2004). ¿Por qué adoptar un enfoque de ciclo de vida? *Naciones Unidas Para el Medio Ambiente*, 28. [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1731Why\\_take\\_a\\_life\\_cycle\\_approach\\_ES.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1731Why_take_a_life_cycle_approach_ES.pdf)
- Ruiz Morales, M. (2017). Contexto y evolución del plan de manejo integral de residuos sólidos en la universidad iberoamericana ciudad de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.02.14>
- Salguero-Puerta, L., Leyva-Díaz, J. C., Cortés-García, F. J., & Molina-Moreno, V. (2019). Sustainability indicators concerning waste management for implementation of the circular economy model on the university of lome (Togo) campus. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph16122234>
- SEMARNAT & INECC. (2013). Estrategia Nacional de Cambio Climático. *Informe CICC, Cambio climático*, p.8.
- Smyth, D. P., Fredeen, A. L., & Booth, A. L. (2010). Reducing solid waste in higher education: The first step towards “greening” a university campus. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11), 1007–1016. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.02.008>
- Tchakpa, C., Guedenon, P., Edoh, P. A., & Boko, M. (2013). Collection and Characterization of Domestic Solid Waste in Cotonou. *Journal of International Environmental Application and Science*, 8(5), 37–43.
- UAEMéx. (2017). Plan Rector de Desarrollo Institucional 2017-2021 (Vol. 3, Número 2). <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>
- Ugwu, C. O., Ozoegwu, C. G., & Ozor, P. A. (2020). Solid waste quantification and characterization in university of Nigeria, Nsukka campus, and recommendations for sustainable management. *Heliyon*, 6(6), e04255. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04255>
- UNEP. (2019). *Report on global CO2 emissions (UN)*. 1–16. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30798/EGR19ESSP.pdf?sequence=17>
- Van Haaren, R., Themelis, N. J., & Barlaz, M. (2010). LCA comparison of windrow composting of yard wastes with use as alternative daily cover (ADC). *Waste Management*, 30(12), 2649–2656. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2010.06.007>
- Wang, Y., Yuan, Z., & Tang, Y. (2021). Enhancing food security and environmental sustainability: A critical review of food loss and waste management. *Resources, Environment and Sustainability*, 4(November 2020), 100023. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100023>
- Yukalang, N., Clarke, B., & Ross, K. (2018). Solid waste management solutions for a rapidly urbanizing area in Thailand: Recommendations based on stakeholder input. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1–23. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071302>
- Yusoff, S. (2018). Toward integrated and sustainable waste management system in University of Malaya: UM zero waste campaign. *E3S Web of Conferences*, 48. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184804007>
- Zhang, D., Hao, M., Chen, S., & Morse, S. (2020). Solid waste characterization and recycling potential for a university campus in China. *Sustainability (Switzerland)*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/SU12083086>

## NOTAS

**Claudia Ivett Alanís Ramírez** Ingeniera Química y Maestra en Ciencias Ambientales egresada de la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México. Actualmente estudia el Doctorado en Ciencias Ambientales en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad que ofrece la UAEMéx en el área de Calidad Ambiental. Durante cinco años trabajo la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México. Pertenece a la Asociación Mexicana de Ingeniería, Ciencia y Gestión Ambiental (AMICA) como Socio Profesionalista, así como en la Red Internacional de Promotores ODS y miembro Red GISRO. Fue ganadora

con el tercer lugar en la Bienal estudiantil de ciencias y tecnología 2020. Tiene publicaciones científicas en el Applied Catalysis B: Environmental, un capítulo de libro en CIERMMI Women in Science Engineering and Technology y en revistas de divulgación científica. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6935-1798> [claudia.alanis.iq@gmail.com](mailto:claudia.alanis.iq@gmail.com)

**Gustavo Álvarez Arteaga** Doctor en Ciencias. Línea de investigación: Edafología, estudios ambientales y ciclo del carbono. ResearcherID: B-1622-2016. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Posdoctorado por la Universidad Autónoma del Estado de México. Miembro del Cuerpo Académico de Estudios Territoriales y Ambientales (FAPUR-UAEM). Director de tesis de Licenciatura (7), maestría (1) y doctorado (1). Autor y colaborador de 12 artículos de investigación en revistas indexadas nacionales e internacionales. 7 capítulos de libro y presentación de ponencias en congresos de investigación nacionales e internacionales. Colaborador en diferentes proyectos de investigación y consultoría con fondos CONACyT, PAPIIT-UNAM, PRODEP-SEP y privados. Coordinador General de la Red GISRO.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0260-3484>  
[galvareza68@gmail.com](mailto:galvareza68@gmail.com)

**Liliana Ivette Ávila Córdoba** Encargada del Despacho del Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable (CEDeS). Doctorado en Ciencias Ambientales por la Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México. Acreedora a la Presea "Ignacio Manuel Altamirano Basilio" versión 2001, por acuerdo del H. Consejo Universitario. Reconocimiento por Trayectoria Académica y Mérito Sindical FAAPAUAE 2013. Reconocimiento a Perfil Deseable para Profesores de Tiempo Completo PRODEP, otorgado por la SEP. Artículos especializados en revistas indexadas (5) como en Industrial & Engineering Chemistry Research; Capítulos de libro (6) como en CIERMMI Women in Science Engineering and Technology, y Tesis dirigidas (10).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1073-5196>  
[liac07@gmail.com](mailto:liac07@gmail.com)