

Proyecto de compostador automática con control de variables y monitoreo IoT

Yoselin Itzel García Velázquez^{1*}, Alma Guadalupe Rodríguez Ramírez², Israel Ulises Ponce Monarrez³

Resumen

Este proyecto presenta el diseño de un sistema automatizado para el control del proceso de compostaje, integrando tecnologías de la Industria 4.0 con el objetivo de optimizar la descomposición de residuos orgánicos. La propuesta incorpora sensores y actuadores gestionados por un microcontrolador ESP32, encargado de monitorear y regular variables críticas como temperatura y humedad, asegurando condiciones óptimas para la actividad microbiana. Además, se implementa una interfaz IoT para supervisión remota y recopilación de datos en tiempo real, permitiendo un control eficiente del proceso. El desarrollo incluye la integración física y electrónica del prototipo, programación del sistema embebido y diseño de una plataforma gráfica para monitoreo. Los resultados preliminares demuestran mejoras en la estabilidad térmica y eficiencia de descomposición frente a métodos manuales, validando la viabilidad técnica del sistema. Esta solución tecnológica contribuye a la gestión sustentable de residuos orgánicos, promoviendo prácticas que reducen el impacto ambiental y fomentan el uso eficiente de recursos mediante automatización inteligente.

Palabras Clave

Sustentabilidad – Residuos orgánicos – Compostaje – Monitoreo – Control – Automatización

^{1,2,3}Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

***Autor de correspondencia:** al259297@alumnos.uacj.mx

Programa académico

Maestría en Tecnología

Fecha de presentación

20 y 27 de noviembre de 2025

Financiamiento

SECIHTI (CVU 2158757)

Institución responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Eventos académicos

10.º Coloquio de Posgrados del IIT, 1.º Congreso Internacional de las Fronteras de las Ingenierías

Conflicto de interés

Sin conflicto de interés declarado

Referencias

1. Banobras. (2024). Solid Waste. Proyectos México.
2. Fleck, A. (2025). The Enormous Scale of Global Food Waste. Food Waste.
3. Sánchez, E. (2025). Materia orgánica del suelo.
4. Semarnat. (2025). Tiraderos a cielo abierto dañan ambiente y salud humana.
5. UNEP. (2021). Food Waste Index Report 2021.

CITACIÓN: García Velázquez, Y.I., Rodríguez Ramírez, A.G., & Ponce Monarrez, I.U. (2026). Proyecto de compostador automática con control de variables y monitoreo IoT [Fronteras de la Ingeniería y Transformación Tecnológica]. *Memorias Científicas y Tecnológicas*, 5(1), 75-76.

Proyecto de Compostador Automática con Control de Variables y monitoreo por IoT

Ing. Yoselin Itzel García Velázquez¹, Dra. Alma Guadalupe Rodríguez Ramírez¹, Dr. Israel Ulises Ponce Monarrez¹

1. Departamento de Ingeniería Industrial y de Manufactura. Maestría en Tecnología

Resumen

El manejo inadecuado de residuos orgánicos contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero y a la contaminación ambiental. En México, cerca del 46 % de los residuos sólidos urbanos es materia orgánica, lo que demanda soluciones sostenibles. Este proyecto propone un sistema automatizado de compostaje, basado en tecnologías de la Industria 4.0, que regula variables como temperatura, humedad y pH mediante sensores, microcontroladores y una interfaz gráfica. La metodología incluye el diseño físico y electrónico del prototipo, la programación del sistema embebido y el desarrollo de una plataforma de monitoreo en tiempo real. Se busca acelerar la descomposición de la materia orgánica, mejorar la calidad del compost y demostrar cómo la automatización puede optimizar procesos ambientales.

Introducción

- La gestión de residuos orgánicos es un reto ambiental.
- Se generan 1.05 mil millones de toneladas de desperdicio alimentario al año (Fleck, 2025).
- En México, 46.42% de los residuos municipales es orgánico (más de 20 millones de toneladas) (Banobras, 2024).
- Su disposición en vertederos provoca contaminación y riesgos sanitarios (UNEP, 2021).
- El compostaje es una alternativa sostenible, pero limitado.
- La I4.0 permite automatizar el proceso con sensores, microcontroladores y actuadores.
- Estas tecnologías facilitan la supervisión remota, el ajuste de tiempo real y mejoran la calidad del compost.

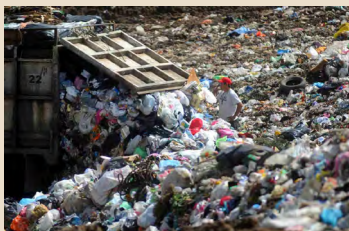


Figura 1. Vertederos de Basura en México (Semarnat, 2025)

Objetivo General

Diseñar un sistema basado en herramientas de la industria 4.0 para el control y monitoreo de la descomposición acelerada de materia orgánica.

Objetivos Específicos

- Seleccionar sensores capaces de registrar continuamente las variables críticas del compostaje.
- Definir actuadores que corrijan desviaciones en las condiciones ambientales.
- Diseñar un modelo físico que integre sensores y actuadores para el control del proceso.
- Programar el sistema para activar respuestas automáticas sin intervención del usuario.
- Conectar el sistema a una plataforma de monitoreo en línea para control remoto del compostador.

Metodología

La Figura 2 desarrolla la metodología esperada a utilizar durante la realización de este proyecto.

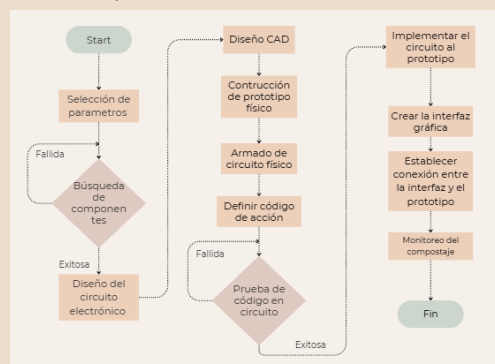


Figura 2. Diagrama Metodológico del Proyecto

Resultados Esperados

- Se espera desarrollar un sistema automatizado para monitorear y/o controlar temperatura, humedad y pH.
- El sistema mantendrá las condiciones óptimas para una degradación eficiente y estable.
- Se busca integrar el prototipo físico con una interfaz gráfica de monitoreo.
- El usuario podrá visualizar el estado del compostador en tiempo real.
- Los ensayos experimentales deberán mostrar una mayor velocidad de descomposición.
- Se espera mejorar la calidad del compost frente a métodos manuales tradicionales.

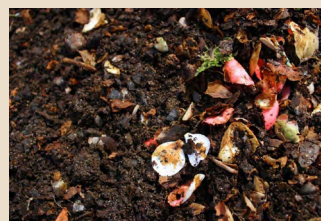


Figura 3. Descomposición de Materia Orgánica (Sánchez, 2025)

Conclusiones

El proyecto tiene el potencial para contribuir significativamente a la gestión sostenible de los residuos orgánicos, al integrar tecnologías propias de la Industria 4.0 en el proceso de compostaje. Mediante el diseño e implementación de un sistema automatizado de control y monitoreo, se busca optimizar las condiciones de temperatura, humedad y pH, factores determinantes en la eficiencia de la descomposición de materia orgánica.

Referencias

- Fleck, A. (2025). The Enormous Scale Of Global Food Waste. Food Waste.
 Banobras. (2024). Solid Waste. Proyectos México.
 UNEP. (2021). Food Waste Index Report 2021.
 Semarnat. (2025). Tiraderos a cielo abierto dañan ambiente y salud humana
 Sánchez, E. (2025). Materia orgánica del suelo.