



Control de calidad preliminar macetas circulares: aprovechamiento de residuos de cáscaras de huevo, hojas de papel bond reutilizado, cascarillas de café y fibra de coco

Preliminary quality control of circular plant pots: utilization of eggshell waste, reused bond paper sheets, coffee husks, and coconut fiber

Kimbily Jokebed Martínez Limón¹, Claudia Patricia Fernández de Lara Arcos¹, Lizbeth Angélica Castañeda Escobar¹ y Isaí Pacheco Tejeda¹

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa.

*Autor de correspondencia: claudia.fa@xalapa.tecnm.mx

Recibido 01 de abril 2025; recibido en forma revisada 07 de julio 2025; aceptado 03 de noviembre 2025

RESUMEN

El presente proyecto se enfoca en la creación de macetas con un enfoque circular, basado en el uso de materias primas orgánicas y de desecho, como cáscaras de huevo, papel bond, cascarillas de café, residuos (posos o borra) de café y fibra de coco. Esta propuesta surge como una alternativa a las macetas plásticas convencionales, fabricadas principalmente con polietileno de baja densidad, cuya biodegradación requiere amplios periodos de biodegradabilidad, con liberación de microplásticos dañinos tanto para el suelo como para los sistemas acuáticos (Rojas, 2023).

El aspecto diferenciador de las macetas en desarrollo se basa no solamente en la propuesta de circularidad, sino también en los beneficios nutricionales que ofrecen a las plantas al integrarse de manera natural al suelo.

Esta investigación es de tipo experimental y transversal, pues considera distintas pruebas orientadas a evaluar aspectos como la resistencia, durabilidad, biodegradación en condiciones naturales y capacidad de retención de humedad. Los resultados preliminares han demostrado que las macetas circulares ofrecen un desempeño comparable con las macetas convencionales en términos de funcionalidad.

En conclusión, las macetas circulares en estudio constituyen una alternativa viable, amigable con el medio ambiente y funcional frente a las macetas plásticas convencionales. Este trabajo busca fomentar prácticas agrícolas más responsables, disminuir la generación de desechos contaminantes y contribuir a la conservación del medio ambiente mediante soluciones innovadoras y sostenibles.

Palabras Clave: Macetas circulares, residuos orgánicos, biodegradabilidad, economía circular, sostenibilidad

ABSTRACT

This project focuses on the creation of circular planters, based on the use of organic and waste materials, such as eggshells, bond paper, coffee husks, coffee grounds, and coconut fiber. This proposal emerges as an alternative to conventional plastic planters, primarily made from low-density polyethylene, whose biodegradation requires extensive periods, releasing harmful microplastics into the soil and aquatic systems (Rojas, 2023). The distinguishing feature of the planters in development lies not only in the circularity concept but also in the nutritional benefits they offer to plants by naturally integrating into the soil. This research is experimental and cross-sectional, involving various tests aimed at evaluating aspects such as resistance, durability, biodegradation under natural conditions, and moisture retention capacity. Preliminary results have demonstrated that the circular planters perform comparably to conventional planters in terms of functionality.

In conclusion, the circular planters under study represent a viable, environmentally friendly, and functional alternative to conventional plastic planters. This work aims to promote more responsible agricultural practices, reduce the generation of contaminating waste, and contribute to environmental conservation through innovative and sustainable solutions.

Keywords: Circular planters, organic waste, biodegradability, circular economy, sustainability.

INTRODUCCIÓN

La producción agrícola representa un actividad humana de gran importancia, no solamente el

suministro de los alimentos, sino también por su aportación a la economía, mediante la creación de empleos y por la generación de materias primas industriales, representando un pilar para el desarrollo económico.

No obstante, la tecnificación de esta actividad económica, se ha caracterizado en los últimos años por el uso constante y habitual de polímeros sintéticos que facilitan la labor agrícola, al coadyuvar a generar las condiciones necesarias para la germinación, crecimiento y salud de los cultivos; procesos denominados “plasticultura” (Delgado, Aperador, & Bautista Ruis (2011).

Esta plasticultura se traduce en un foco de contaminación, principalmente por el uso de diversos polímeros de vida útil de corta duración, que no son reciclados, ni reaprovechados; de acuerdo con la FAO (2009), las cadenas de valor agrícolas emplearon un estimado de 12.5 millones de toneladas de productos plásticos; lo que se traduce en basura y microplásticos que afectan los suelos, fauna e indirectamente a la salud humana, a través de las cadenas alimentarias (Li, y otros, 2020).

Con base en lo anterior, resulta imperante realizar acciones que contribuyan a disminuir el impacto ambiental generado por los residuos plásticos agrícolas, mediante la innovación de alternativas circulares, que contribuyan a la sostenibilidad alimentaria.

Así bien, la economía circular, se entiende como una corriente que busca promover la evolución de los procesos productivos, mediante el aprovechamiento eficiente y recuperación de las materias primas y/o recursos, evitando la generación de desechos y la captación de materiales vírgenes de la naturaleza (Espaliat Canu, 2017).

A partir de lo anterior, esta investigación propone la generación de macetas para germinación de semillas, elaboradas a base de cáscaras de huevo, papel bond usado, cascarillas de café (posos o borra de café) y fibra de coco; materias primas tratadas comúnmente como desechos, pero que al darles otro uso, pueden contribuir a reducir el uso de polímeros artificiales y enriquecer los nutrientes de los suelos.

Estas macetas pueden definirse como circulares, ya que son elaboradas con materias primas provenientes de diversas fuentes, como productos desechados y/o residuos, no extraídos directamente de la naturaleza. Asimismo, evitan que el productor tenga que trasladar la plántula al suelo o zona de plantación, pues por el origen de los materiales, la maceta puede ser enterrada y se convertirá en abono, como parte de su proceso de degradación, según diversos estudios que han demostrado que materiales como la cáscara de huevo, papel bond reciclado, cascarilla de café y fibra de coco poseen propiedades físico-químicas que favorecen la biodegradabilidad, resistencia y aporte nutricional al suelo (Urrego Yepes & Godoy Pernalet, 2021; García Limón & Sesma Pulido, 2010).

La cáscara de huevo tiene un alto contenido de carbonato de calcio (CaCO_3), aproximadamente un 94-97%, junto con pequeñas cantidades de otros minerales como magnesio y fósforo (Neto et al., 2019). El carbonato de calcio desempeña un papel esencial en la neutralización de la acidez del suelo y en la mejora de la estructura de este, lo que favorece

el desarrollo radicular de las plantas (Goswami et al., 2021).

La cascarilla de café contiene nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, necesarios para el crecimiento de las plantas. Estas propiedades permiten que este subproducto no solo nutra el suelo, sino que también mejore su capacidad de retención hídrica, promoviendo un crecimiento vegetal saludable (García, 2022).

El papel está compuesto por fibras vegetales, generalmente derivadas de la madera y conocidas como celulosas. Estas fibras son biodegradables, reciclables y no representan riesgos para la salud ni para el medio ambiente (Garrett, 2022).

La fibra de coco es un subproducto de la industria del coco, lo que la convierte en un material sostenible y renovable. Su uso en la agricultura ayuda a reducir la dependencia de sustratos sintéticos (Márquez & López, 2019).

Así, la implementación de estas macetas circulares puede facilitar una gestión más consciente de residuos, apoyar la conservación del medio ambiente

y promover el uso de materiales renovables en el sector agrícola y ornamental, impulsando un cambio hacia prácticas más sostenibles y responsables.

METODOLOGÍA

La metodología implementada será de tipo experimental con enfoque mixto, ya que incluyó la manipulación de variables y la observación cualitativa de los resultados; con un enfoque cuantitativo, el cual consiste en medir la resistencia, durabilidad y germinación de las macetas bajo condiciones similares. El enfoque cualitativo se basa en analizar la percepción y funcionalidad del producto a través de observaciones directas.

Diseño de la investigación

El proceso de producción de las macetas circulares inicia con la obtención de los materiales reutilizados: papel bond, cáscaras de huevo y posos de café.

Inicia con la limpieza de las cáscaras de huevo mediante el uso de agua y jabón líquido para trastes, las cuales se dejan secar al aire libre. Por su parte, el papel bond catalogado como reciclado se recolectó en las instalaciones del Instituto Tecnológico

Superior de Xalapa; se corta en tiras o trozos pequeños y se pone a remojar en un recipiente con 80 % de agua durante un periodo de 3 horas. Pasado este tiempo, se tritura con un batidor hasta obtener una mezcla viscosa. Los posos de café se extrajeron de cafeteras utilizadas en hogares, como desecho de la preparación de la bebida.

Posteriormente, se deben triturar todos los materiales incluyendo la fibra de coco y excepto la mezcla de papel, la cual se integrará con el polvo que se obtuvo como resultado del proceso de molido. El resultado, es una mezcla viscosa que se distribuirá en los moldes deseados, de acuerdo a las características de las plántulas a las que estarán destinadas. Para secar las macetas se utilizó un horno de secado a 100°C durante 2 horas.

Finalmente, las macetas fueron barnizadas con mucílago de nopal, para mejorar su apariencia y promover su durabilidad.

Asimismo, como parte del experimento, se realizaron los primeros ensayos respecto a la viabilidad de uso de las macetas circulares,

comparadas con macetas de plástico convencionales. En ambas macetas se sembraron semillas de rábano (figura 1), con tierra negra generada por la descomposición de materia orgánica (hojas y ramas), con la finalidad de verificar la germinación y crecimiento de las plántulas, durante cuatro semanas, expuestas a las mismas condiciones de riego y ambiente.



Figura 1. Proceso inicial de siembra de semillas de rábano en maceta de plástico (1) y maceta circular (2). Fuente: Elaboración propia.

Su localización se estableció en las instalaciones del Laboratorio de Química del Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, sometiéndose a condiciones similares a las de un invernadero, con luz indirecta y calor producido por la cercanía a un ventanal, lo que permitió mantener un ambiente templado. Fueron regadas de manera manual una vez por semana.

Asimismo, cada semana se realizó observación con el propósito de evaluar la resistencia y durabilidad de las macetas, así como el crecimiento de las plántulas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados relacionados con la durabilidad, resistencia y crecimiento de las plántulas se presentan en la tabla 1.

Aspectos por evaluar	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Maceta circular				
Estructura de la maceta	No se observa desintegración.	No se observa desintegración.	No se observa desintegración.	No se observa desintegración.
Crecimiento de la planta	2.5 cm.	7 cm.	9 cm.	11.5 cm.
Presencia de plaga	No	No	No	No
Agua de riego	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml
Afectaciones físicas	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Maceta de plástico				
Estructura de la maceta	No se observa desintegración.	No se observa desintegración.	No se observa desintegración.	No se observa desintegración.
Crecimiento de la planta	2.5 cm.	7 cm.	9.5 cm.	11 cm.
Presencia de plaga	No	No	No	No
Agua de riego	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml
Afectaciones físicas	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna

Tabla 1. Resultados generados por la comparación del proceso de germinación en macetas circulares y macetas de plástico.

En relación a la estructura de la maceta, se observó que ninguna de las macetas sufrió afectaciones en su

estructura, ni fueron afectadas por plagas, descarta la posibilidad de que las materias primas utilizadas en las macetas circulares generen o atraigan plagas.



Figura 2. Aspecto de macetas y crecimiento de plántulas en la semana 1.

Respecto al crecimiento de las plántulas, durante las semanas 1 y 2 se observó un crecimiento similar (figura 2 y figura 3).



Figura 3. Aspecto de macetas y crecimiento de plántulas en la semana 2.

Finalmente, en las semanas 3 y 4 se observó un crecimiento de aproximadamente 0.5 centímetros en las plántulas cultivadas en las macetas circulares, por lo que se infiere que los nutrientes aportados por las materias primas de la maceta circular, favorecen el desarrollo de los cultivos y ayudan al mantenimiento de las condiciones de humedad. Asimismo, es importante recalcar que la estructura de la maceta circular, se mantuvo intacta a pesar de la exposición continua al agua utilizada para el riego de la planta.

CONCLUSIONES

El desarrollo de macetas circulares a partir de residuos orgánicos representa una alternativa viable, sostenible y alineada con los principios de la economía circular. Las pruebas realizadas confirmaron su resistencia y durabilidad, así como su efecto positivo en la germinación de las plántulas. La valorización de residuos como la cáscara de huevo, cascarilla y posos de café, papel bond y fibra de coco constituye una estrategia efectiva para reducir la contaminación plástica y fomentar la bioeconomía.

Se recomienda continuar con investigaciones que evalúen la estabilidad térmica, la vida útil y el comportamiento de degradación en diferentes condiciones climáticas, con el propósito de valorar su viabilidad para una producción a escala industrial. Este tipo de producto promueve una economía circular, ya que aprovecha materiales que comúnmente se desechan, otorgándoles un nuevo valor ecológico y funcional.

BIBLIOGRAFÍA

- Delgado, A., Aperador, W., & Bautista Ruis, J. (2011). Optical properties of ldpe films with different additives mixtures. *Ingeniería y Ciencia*, 40-70.
- Espaliat Canu, M. (2017). *Economía Circular y Sostenibilidad*. Create Space, Amazon.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2009). *Uso y gestión sostenible de plásticos en la agricultura*. FAO.
- García Limón, C. M., & Sesma Pulido, R. A. (2010). Macetas de fibra de coco en Beijing, China. Obtenido de <https://1library.co/document/q76ex4vyproyecto-exportacion-macetas-fibra-coco-beijing-china.html>
- Garrett, L. (2022). Procesos de reciclaje de papel y sus beneficios ambientales. *Revista de Sostenibilidad Industrial*, 8(2), 34–42.
- Goswami, S., Das, P., & Bhattacharjee, D. (2021). Development of eco-friendly biodegradable pots using agricultural residues and paper pulp. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 18(6), 2143–2152.
- Márquez, R., & López, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de la fibra de coco para su uso en agricultura. *Journal of Agricultural Science*, 12(3), 123-130.
- Li, W., Wufer, R., Duo, J., Wang, S., Luo, Y., Zhang, D., & Pan, X. (2020). Microplastics in Agricultural Soils: Extraction and Characterization after Different Periods of

Polythene Film Mulching in an Arid Region.

Sci. Total Environ, 749.

Neto, M. A., Souza, A. P., & Oliveira, J. F.

(2019). Uso de materiales orgánicos

biodegradables en la fabricación de

contenedores agrícolas sostenibles. Revista

Brasileira de Engenharia Ambiental, 25(3),

112–120.

Rojas, T. (18 de agosto de 2023). Tecnología

del plástico. Obtenido de

[https://www.plastico.com/es/noticias/todo-](https://www.plastico.com/es/noticias/todo-sobre-el-poli-etileno-de-alta-densidad-hdpe-usos-ventajas-y-mercado-actual)

[sobre-el-poli-etileno-de-alta-](https://www.plastico.com/es/noticias/todo-sobre-el-poli-etileno-de-alta-densidad-hdpe-usos-ventajas-y-mercado-actual)

[densidad-hdpe-](https://www.plastico.com/es/noticias/todo-sobre-el-poli-etileno-de-alta-densidad-hdpe-usos-ventajas-y-mercado-actual)

[usos-ventajas-y-mercado-actual](https://www.plastico.com/es/noticias/todo-sobre-el-poli-etileno-de-alta-densidad-hdpe-usos-ventajas-y-mercado-actual)

Urrego Yepes, L. F., & Godoy Pernalet, C. A.

(2021). Elaboración de macetas biodegradables a

partir de cáscara de huevo y papel reciclado.

Revista Colombiana de Ciencia y Tecnología

Ambiental, 23(2), 87–96.