

Determinación de la biodegradabilidad de productos plásticos de un solo uso elaborados a base de resinas con aditivos y resinas biobasadas

Palabras claves: biobasado, biodegradación, plásticos oxo-biodegradables

Keywords: *biobased, biodegradation, oxo-biodegradable plastics*

Investigaciones UCA
2021 - 2022
Memoria bienal
Año 2, Vol. 2
Agosto 2023
p (160-165)
e-ISSN: 2789-4061

Determination of the biodegradability of single-use plastic products made from resins with additives and biobased resins

<https://doi.org/10.51378/iuca.v1i2.7766>

Frida Monzón

Investigadora del Departamento de Ingeniería de Procesos y Ciencias Ambientales, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, UCA, El Salvador
fmonzon@uca.edu.sv
ORCID: 0000-0002-3141-7680

María Dolores Rovira

Investigadora del Departamento de Ingeniería de Procesos y Ciencias Ambientales, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, UCA, El Salvador.
mrovira@uca.edu.sv
ORCID: 0000-0002-4869-2566

Steffany Gabriela Castañeda

Estudiante de Ingeniería de Procesos y Ciencias Ambientales
Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, UCA, El Salvador.
00105016@uca.edu.sv

Oscar Abraham Carías

Estudiante de Ingeniería de Procesos y Ciencias Ambientales
Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, UCA, El Salvador.
00006216@uca.edu.sv

Introducción

Las excelentes propiedades de los polímeros sintéticos como su resistencia a la oxidación y a la descomposición bacteriana han hecho que estos materiales estén presentes en casi todos los aspectos de nuestra cotidianidad. Esto ha elevado su producción a nivel mundial pero también la generación de residuos plásticos difíciles de eliminar o de ser degradados de forma natural en los ecosistemas. Existen a nivel mundial diferentes propuestas para mitigar los impactos ambientales de este material. Entre las que se encuentran el reciclaje, la economía circular del plástico (Sheldon & Norton, 2020) o buscar materiales que sean más benignos con el medio ambiente en su producción o cuando se escapan a la naturaleza. Esto último ha llevado a una serie de confusiones en cuanto a los nombres utilizados para ello, encontrando muchos términos que se usan de forma similar como: bioplásticos, plástico biodegradable, biopolímero, plástico biobasado, plásticos compostables, plásticos oxo-degradables, entre otros, lo que puede generar confusión en el consumidor al leer las etiquetas.

Los plásticos oxobiodegradables, se componen de plásticos fabricados de resinas tradicionales derivadas del petróleo a las que se les adiciona en su fabricación ciertos aditivos (generalmente sales metálicas) y según la teoría les confiere biodegradabilidad en el medio ambiente (Abdelmoez, Dahab, Ragab, Abdelsalam, & Mustafa, 2021). Sin embargo, esta es una alternativa polémica pues algunos autores presentan preocupación sobre el destino de estos polímeros en el medio ambiente cuando se fragmentan, cuestionan su biodegradación completa y la posibilidad de que generen microplásticos que luego se dispersen más fácilmente en el ambiente. En El Salvador muchos productos presentan etiquetas de plástico oxo biodegradables.

Para determinar las características y biodegradabilidad de estos materiales es necesario evaluar la composición y comportamiento de estos materiales a través de la realización de ensayos normalizados. Y por esta razón el objetivo de este proyecto fue llevar a cabo experimentos para determinar la biodegradabilidad de los productos plásticos de un solo uso que se encuentran en el mercado salvadoreño elaborados a base de resinas con aditivos y/o resinas biobasadas.

Metodología

El proyecto de investigación se desarrolló en dos fases. La primera, se realizó de enero del 2021 hasta enero 2022 y se realizó la evaluación de biodegradabilidad de muestras de bioplásticos, plásticos biobasados y plásticos aditivados. En la segunda fase que se realizó de febrero a noviembre 2022 se trabajó con muestras de bolsas con etiquetas oxobiodegradables (plásticos aditivados). Estas muestras se sometieron a una degradación oxidativa mediante tres diferentes métodos (degradación térmica, exposición a radiación UV y exposición al sol) y luego se les realizó el estudio de biodegradabilidad. Las metodologías y los cálculos utilizados fueron adaptados de las normas ASTM D5988-18 (ASTM International, 2018b) y ASTM D6954-18 (ASTM International, 2018a)

Frida Monzón, María Dolores Rovira, Steffany Gabriela Castañeda, Oscar Abraham Carías

Determinación de la biodegradabilidad de productos plásticos de un solo uso elaborados a base de resinas con aditivos y resinas biobasadas

Investigaciones UCA
2021 - 2022
Memoria bienal
Año 2, Vol. 2
Agosto 2023
p (160-165)
e-ISSN: 2789-4061

Frida Monzón, María Dolores Rovira, Steffany Gabriela Castañeda, Oscar Abraham Carías

Determinación de la biodegradabilidad de productos plásticos de un solo uso elaborados a base de resinas con aditivos y resinas biobasadas

Investigaciones UCA
2021 - 2022
Memoria bienal
Año 2, Vol. 2
Agosto 2023
p (160-165)
e-ISSN: 2789-4061

La tabla 1 describe las muestras y los controles positivos utilizados en ambas fases.

Tabla 1
Descripción de las muestras de la fase 1 y fase 2

| # de muestra | Descripción | Fase | Pretratamiento |
|--------------------|---------------------------------|-------|----------------|
| Muestra 1 | Bolsa blanca con aditivo oxium | 1 | - |
| Muestra 2 | Bolsa blanca con aditivo ECM | 1 | - |
| Muestra 3 | Bolsa blanca 100% biodegradable | 1 | - |
| Muestra 4 | Bolsa verde con aditivo oxium | 1 | - |
| Muestra 5 | Bolsa roja con aditivo oxium | 1 | - |
| Muestra 6 | Bolsa gris de celofán | 1 | - |
| Muestra 7 | Bolsa negra con aditivo ECM | 1 | - |
| Muestra 8 * | Bolsa blanca con aditivo P-life | 1 y 2 | - |
| Muestra 9 | Polietileno + Oxium1 | 2 | Horno |
| Muestra 10 | Polietileno + P-life2 | 2 | Horno |
| Muestra 11 | Polietileno + Oxium1 | 2 | Horno-Sol |
| Muestra 12 | Polietileno + P-life2 | 2 | Horno-Sol |
| Muestra 13 | Polietileno + Oxium1 | 2 | Horno-UV |
| Muestra 14 | Polietileno + P-life2 | 2 | Horno-UV |
| Control Positivo 1 | Papel periódico sin impresión | 1 y 2 | - |
| Control Positivo 2 | Papel periódico sin impresión | 1 y 2 | - |

* A esta muestra solo se le realizó el análisis de DSC. Fuente: Elaboración propia

1: Correspondiente a la muestra 4 de fase 1.

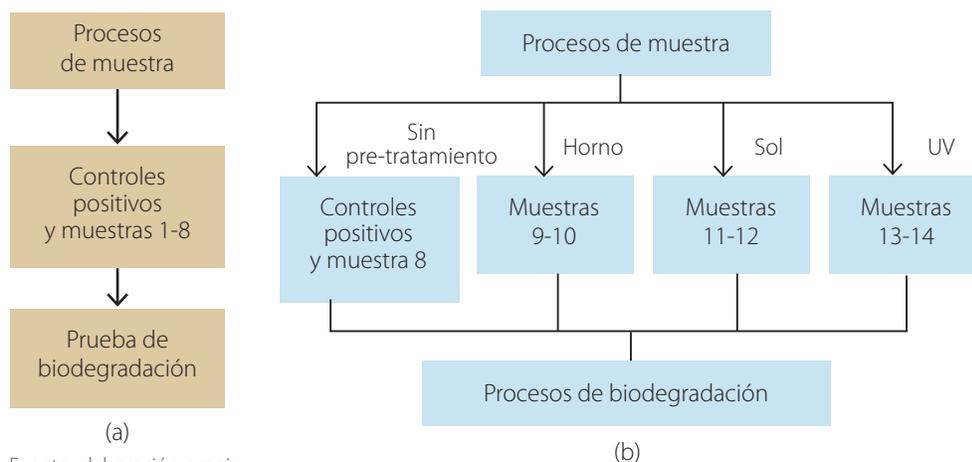
2: Correspondiente a la muestra 8 de fase 1.

Condiciones: Horno: 45°C. Sol: 10 horas de luz solar (aproximadamente). UV: 340 nm. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 1 se observa el esquema de experimentación realizado a cada una de las muestras.

Figura 1
Esquema del proceso metodológico.

(a) Proceso de muestras de fase 1. (b) Proceso de muestras de fase 2

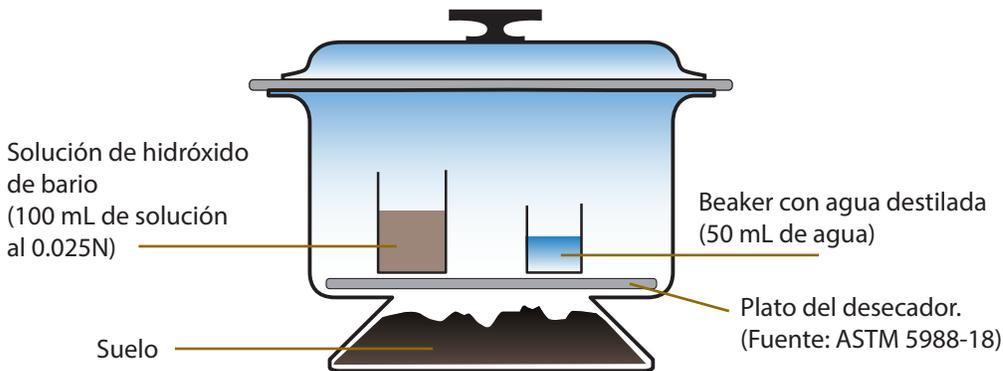


Fuente: elaboración propia.

Para la prueba de biodegradabilidad se colocaron 200 g de suelo en el fondo de un desecador, tal como se muestra en la figura 2.

Frida Monzón, María Dolores Rovira, Steffany Gabriela Castañeda, Oscar Abraham Carías

Figura 2
Esquema del aparato incubador por contacto con suelo



Determinación de la biodegradabilidad de productos plásticos de un solo uso elaborados a base de resinas con aditivos y resinas biobasadas

Investigaciones UCA 2021 - 2022
Memoria bienal Año 2, Vol. 2
Agosto 2023 p (160-165)
e-ISSN: 2789-4061

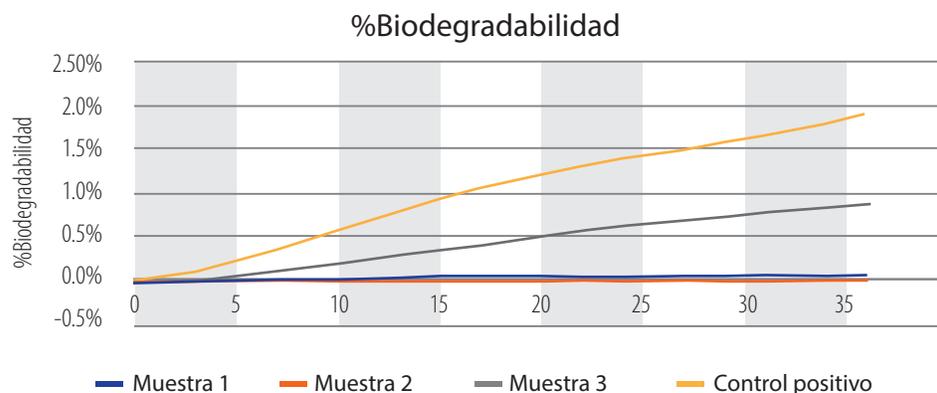
Se colocaron 8 g de las muestras y se mezclaron bien con el suelo. Sobre la placa se colocaron la solución de hidróxido de bario y agua destilada. Se selló el recipiente y colocó en cuarto oscuro a una temperatura ambiente. El dióxido de carbono producido en cada recipiente reacciona con el hidróxido de bario y es precipitado como carbonato de bario. La cantidad producida de dióxido de carbono se determinó titulando la solución de hidróxido de bario con ácido clorhídrico 0.05N, registrando el volumen necesario para llegar al punto final. Las titulaciones se realizaron continuamente en un periodo de 35-36 días. Para calcular el porcentaje de dióxido de carbono convertido y biodegradabilidad, se utilizó la Ecuación 1:

$$\%Biodegradabilidad = \frac{\text{mg de CO}_2 \text{ producido}}{\text{mg de CO}_2 \text{ teórico}} \times 100 \text{ (Ec. 1)}$$

Resultados

Los resultados del % de biodegradabilidad de la fase 1 puede verse en las Figuras 3 y 4.

Figura 3
Porcentaje acumulado de biodegradabilidad de muestras 1-3

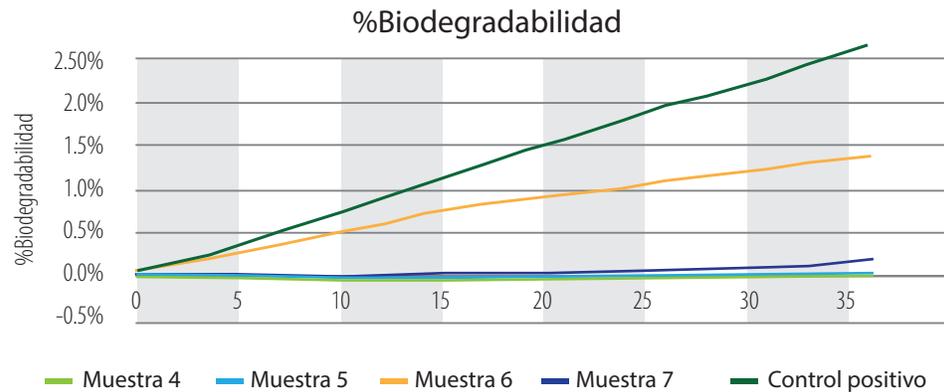


Frida Monzón, María Dolores Rovira, Steffany Gabriela Castañeda, Oscar Abraham Carías

Determinación de la biodegradabilidad de productos plásticos de un solo uso elaborados a base de resinas con aditivos y resinas biobasadas

Investigaciones UCA
2021 - 2022
Memoria bienal
Año 2, Vol. 2
Agosto 2023
p (160-165)
e-ISSN: 2789-4061

Figura 4
Porcentaje acumulado de biodegradabilidad de muestras de 4-7



Los resultados del % de biodegradabilidad de la fase 2 puede verse en las Figuras 5 y 6.

Figura 5
Porcentaje acumulado de biodegradabilidad de muestras 8-11

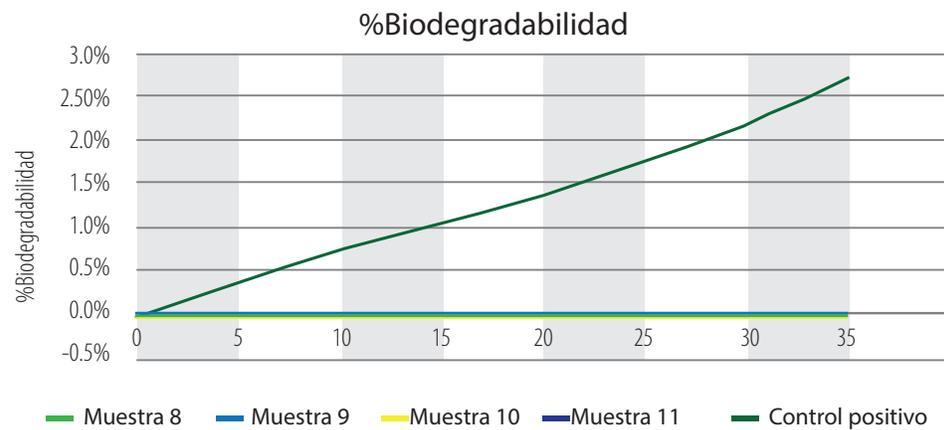
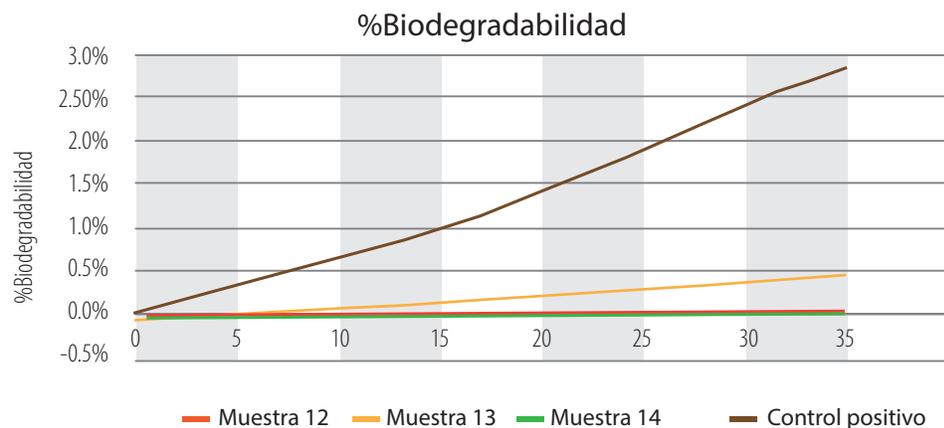


Figura 6
Porcentaje acumulado de biodegradabilidad de muestras de 12-14



Conclusiones

En los ensayos sin pre-tratamiento de la fase 1 se observó que en 36 días el control positivo (papel periódico sin impresión) alcanzó un promedio de aproximado de 2.28 % de biodegradabilidad. Las muestras 3 (Biologic) y 6 (celofán) presentan un porcentaje de biodegradabilidad de 0.88% y 1.36 % respectivamente, que al comparar con el control positivo estaría alcanzado valores entre 38.5% y 59.6% del porcentaje de biodegradabilidad alcanzado por este. El resto de muestras, todas fabricadas de polímeros de polietileno aditivadas, no presentaron en este período de tiempo, valores significativos de biodegradabilidad, oscilando los valores entre 0.00% y 0.18%. Por lo que una resina plástica convencional con aditivos no presenta bajo estas condiciones el mismo comportamiento o biodegradabilidad que un bioplástico biodegradable.

Las resinas plásticas convencionales con aditivos sometidas a un pre-tratamiento térmico en horno a 45°C por 60 días, previo a la prueba de biodegradabilidad, no muestran indicios de biodegradación y su comportamiento es comparable al ensayo sin tratamiento. Por lo que este período de inducción térmica no es suficiente para que en un lapso de 36 días se observe el inicio de biodegradabilidad, comparado con el control positivo que alcanzó en este período un 2.76% de biodegradabilidad.

Las resinas plásticas convencionales con aditivos sometidas a un pre-tratamiento térmico combinado, primero horno a 45°C por 60 días y luego exposición al sol por 24 días, no presentan indicios de biodegradabilidad en los 36 días de la prueba de biodegradabilidad. Este tipo de inducción térmica tampoco es suficiente para que en 36 días se observe el inicio de biodegradabilidad, comparado con el control positivo que alcanzó en este período un 2.76% de biodegradabilidad.

Referencias

- Abdelmoez, W., Dahab, I., Ragab, E. M., Abdelsalam, O. A., & Mustafa, A. (2021). Bio- and oxo-degradable plastics: Insights on facts and challenges. *Polymers for Advanced Technologies*, 32(5), 1981-1996.
- ASTM International. (2018a). ASTM D6954-18: Standard guide for exposing and testing plastics that degrade in the environment by a combination of oxidation and biodegradation
- ASTM International. (2018b). D5988-18 standard test method for determining aerobic biodegradation of plastics materials in soil. Estados Unidos.
- Sheldon, R. A., & Norton, M. (2020). Green chemistry and the plastic pollution challenge: Towards a circular economy. *Green Chemistry*, 22(19), 6310-6322.

Frida Monzón, María Dolores Rovira, Steffany Gabriela Castañeda, Oscar Abraham Carías

Determinación de la biodegradabilidad de productos plásticos de un solo uso elaborados a base de resinas con aditivos y resinas biobasadas

Investigaciones UCA
2021 - 2022
Memoria bienal
Año 2, Vol. 2
Agosto 2023
p (160-165)
e-ISSN: 2789-4061