



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

Centro Interdisciplinario de
Investigaciones y Estudios
sobre
Medio Ambiente y Desarrollo

"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"
175 Aniversario de la Escuela Superior de Comercio y Administración
125 Aniversario de la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía
80 Aniversario del CECyT 6 "Miguel Othón de Mendizábal"
75 Aniversario de la Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivonomía

1

Informe final

**Determinación de la biodegradabilidad de polietileno de
alta densidad con y sin aditivo utilizando pruebas
biológicas con base en el estándar ASTM D5511-02
durante 6 meses**

**Elaborado para:
Andrea y José Anguiano
ANGUIPLAST Plásticos Ecológicos,
Arandas, Jalisco**

10 de febrero de 2020

Calle 30 de junio de 1520 s/n, Col. La Laguna Ticomán, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07340, Ciudad de México
Conmutador 01 (55) 5729 6000 ext. 52716, ltovarg@ipn.mx
Certificado ISO 9001:2015 No. FS605397 bsi



2020
AÑO DE
LEONA VICARIO
BENEMÉRITA MADRE DE LA PATRIA



Resumen

Se evaluó la biodegradación anaeróbica de dos películas elaboradas con polietileno de alta densidad con y sin aditivo basado en el estándar ASTM D 5511-02 modificado para realizarse en condiciones de laboratorio. Se midió la cantidad de materia en la muestra que se consume por la digestión de microorganismos anaerobios que puede ser cuantificado como producción de biogás.

El procedimiento consistió en colocar 5 g de polietileno de alta densidad con y sin aditivo en un reactor cerrado de 125 ml, el cual contienen 95 g de inóculo de microorganismos degradadores anaerobios provenientes de la planta de composta que se encuentra dentro del relleno sanitario Bordo Poniente etapa IV, posteriormente los reactores se sellaron con un cinturón de aluminio y una septa de goma y se desplazó el aire del interior para evitar que éste afecte a los microorganismos anaerobios. Así mismo se analizó un control positivo de los microorganismos degradadores para el cual se utilizó celulosa y un blanco que consiste en solo el inóculo. Cada material se evaluó por triplicado.

El seguimiento del proceso de biodegradación se realizó tomando una muestra gaseosa del interior del reactor y se determinó por cromatografía de gases la composición del biogás, precisamente metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), además de medir el volumen total del biogás producido por la digestión de los microorganismos anaerobios, mediante el desplazamiento del émbolo de una jeringa graduada. La biodegradación se calculó a partir de la cantidad de CH_4 y CO_2 que se produjo en los reactores por la biodegradación del sustrato añadido, se realizó la conversión para expresarse en términos de masa y se sustrajo la masa de biogás





"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"
175 Aniversario de la Escuela Superior de Comercio y Administración
125 Aniversario de la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía
80 Aniversario del CECyT 6 "Miguel Othón de Mendizábal"
75 Aniversario de la Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivonomía

que produjo el inóculo solo (blanco negativo) para obtener únicamente la masa de muestra que fue convertida en biogás por los microorganismos y se dividió entre la cantidad de muestra al inicio del experimento. Así mismo, se obtuvieron los espectros de las películas elaboradas con polietileno de alta densidad con y sin aditivo por lectura directa por torque de cuerda para sólidos en un espectrómetro por transformada de Fourier, marca Perkin Elmer modelo Spectrum Two al inicio y al final del experimento.





Introducción

Con el fin de contribuir a las propuestas para disminuir el impacto por la generación y disposición de residuos plásticos provenientes de los polímeros convencionales y de igual forma proponer una alternativa de biodegradación de plásticos a un precio competitivo adaptable a las necesidades de la industria del plástico y con un bajo impacto ambiental se llevaron a cabo pruebas para acelerar el inicio de la biodegradación de materiales plásticos con aditivo biodegradable bajo condiciones anaeróbicas basado en la norma ASTM D 5511-02, esto con el fin de determinar si éstos aceleran el inicio de su biodegradación bajo condiciones anaeróbicas.

Objetivo

Obtener resultados confiables sobre la biodegradación de películas de polietileno de alta densidad bajo condiciones anaeróbicas con inóculo proveniente de la Planta de Composta de Bordo Poniente, basada en la norma ASTM D 5511-02 y adaptada a las características y equipos disponibles en el laboratorio de Análisis y Monitoreo Ambiental del Centro de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional (CIEMAD- IPN).

Materiales, reactivos y equipo

- Viales de vidrio 125 ml, septas de goma (Supelco) y cinturón de aluminio.
- Engargoladora (Wheaton).
- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg (Ohaus).
- Incubadora orbital (Labtech LSI-3016A).
- Cromatógrafo de gases (Autosystem, Perkin Elmer) equipado con un detector de conductividad térmica (TCD) y una columna empacada de 12' de largo,





Conclusiones

Los microorganismos presentes en el inóculo fueron capaces de biodegradar la celulosa, por lo cual fueron viables para realizar la prueba.

La muestra de película de polietileno de alta densidad con aditivo mostró resultados positivos de biodegradación, mientras que la muestra de película de polietileno de alta densidad sin aditivo no fue afectada por la presencia microbiana, lo que indica que el aditivo coadyuva en la degradación del polímero.

Se confirmó la biodegradación de las muestras de polietileno de alta densidad con aditivo por la técnica de espectrometría infrarroja por transformada de Fourier ya que se observaron modificaciones significativas en la estructura del polímero con aditivo después de ser sometidas al proceso de digestión anaerobia adicionalmente, los microorganismos consumen el polímero de una manera diferente, esto fue observado al correr espectros infrarrojos de diferentes porciones del material con aditivo en tres de los viales. Esto no se observó en las muestras de polietileno de alta densidad sin aditivo ya que no hubo producción de biogás proveniente del polímero ni se observó ninguna modificación en su estructura después del proceso de digestión que duró 186 días. Otra observación pertinente es que el contenido de CH_4 en el biogás de las muestras con aditivo fue mayor que en el biogás de todas las muestras, incluso las de celulosa. Muy posiblemente, el polímero con aditivo y después del proceso de digestión anaerobia, un proceso aerobio como el compostaje degrade aún más este polímero con aditivo. Una última consideración es que en el proceso de biodegradación del polietileno de alta densidad no se generan micropartículas de plástico ya que el carbono e hidrógeno presentes en el polímero se convierten en CH_4 y CO_2 .





"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"
175 Aniversario de la Escuela Superior de Comercio y Administración
125 Aniversario de la Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía
80 Aniversario del CECyT 6 "Miguel Othón de Mendizábal"
75 Aniversario de la Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivonomía

Bibliografía

- o Angelidaki, I., Alves, M., Bolzonella, D., Borzacconi, L., Campos, J., Guwy, A., y otros. (2009). Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: a proposed protocol for batch assays. Water Sci. Technol., 59, 927-934.
- o ASTM D5511-02, Standard Test Method for Determining Anaerobic Biodegradation of Plastic Materials Under High-Solids Anaerobic-Digestion Conditions, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2002, www.astm.org



DR. LUIS RAÚL TOVAR GÁLVEZ
SUBDIRECTOR DE SERVICIOS EDUCATIVOS E INTEGRACIÓN SOCIAL

