

Biodegradación por microondas de guantes de látex de desecho

Ethan Gabriel Covarrubias Gutiérrez, Jessica Escárcega Rivera, Lorena Hernández Hernández, Karla Paola González Paniagua

Universidad La Salle México, Unidad Santa Teresa.

ethan covarrubias@lasallistas.org.mx, j.escarcega@lasallistas.org.mx,
l.hh@lasallistas.org.mx, karla.gonzalez@lasallistas.org.mx

Resumen. Dentro de la normatividad de los laboratorios de nuestra institución es obligatorio el uso de equipo de seguridad, compuesto por guantes y tapabocas. La disposición de estos residuos de vuelve un problema debido a que son consumibles de un solo uso lo que genera grandes volúmenes de éstos. En el caso de los guantes de látex su disposición final es en vertederos donde pasan años para degradarse (Handke D., 2019; Misman M.A. y Azura A.R., 2014). Preocupados por este hecho, se buscó una alternativa que promoviera la degradación de estos residuos en menor tiempo, que consistió en la exposición a la energía generada por un microondas y posterior degradación en el suelo.

Palabras Clave: guantes de látex, microondas, *Plectranthus coleoides*.

1 Introducción.

Se sabe que la introducción de materiales de desechos al medio ambiente afecta el crecimiento de muchas especies vegetales, porque la presencia de sustancias químicas en el suelo altera los procesos vitales de las plantas y se favorece la erosión. El objetivo de la investigación es evaluar la exposición de los guantes de látex a la energía generada por un microondas para reducir el tiempo de biodegradación sin afectar el crecimiento vegetal.

Siendo está una propuesta para un consumo responsable ya que su fabricación y transporte utiliza recursos naturales, socio-económicos y de energía. Y acción por el clima ya que puede reducir la huella de carbono es su cadena de producción, transporte y su posible incineración. Sabemos que trata sobre la biodegradación del guante, pero podemos dar idea para los fabricantes para que estén en la búsqueda y desarrollo de algún proceso en la cual baste con someterlos a cierta energía y que se puedan colocar (sembrar) en tierra para disminuir su volumen y así obtener una biodegradación, dando así una solución a un problema que actualmente se tiene.

En este contexto se está estudiando la biodegradación de un desecho con potencial para ser considerado un material compostable. Lo que de ser exitoso reduciría la contaminación y sería una fuente de materia orgánica. Con lo anterior podemos decir que: Se puede garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. De aquí a 2030, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente. Al 2030, se puede reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.

Los resultados de esta investigación pueden favorecer a las empresas, en especial las grandes empresas y las transnacionales, a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes. Podremos aportar en la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana y ayudar a gestionar los desechos médicos de la COVID-19.

2 Objetivo

Proponer una metodología que pueda disminuir el tiempo de biodegradación de estos residuos y estudiar los efectos que genera en el crecimiento de una planta (*Plectranthus coleoides*) para verificar que el proceso es amigable con el medio ambiente.

3 Propuesta de solución

El látex al estar constituido por elementos como carbono e hidrogeno puede fácilmente integrarse a este ciclo y ser biodegradable y posiblemente compostable (Mahalakshmi V., 2014). A su vez se conoce que los productos caucho son susceptibles a un ataque microbiano. La biodegradación de la cadena cis-1,4- se produce por un ataque oxidativo en los dobles enlaces de la cadena polimérica como primer paso en el proceso de degradación (Mahmoud M.B, et al; 2000). Se sabe que algunas bacterias encontradas en los suelos como *Xanthomas sp* son utilizadas para degradar el caucho natural o sintético (Yikmis, M., y Steinbüchel, A.; 2012).

De acuerdo con lo anterior, al exponer los guantes a la energía del microondas se favorece su de vulcanización, sumado a esto al enterrarlo se expone a un ataque microbiano que debería de acelerar el proceso de biodegradación del látex.

- Definición de variables

Durante la investigación se utilizó como variable el peso del guante, se pesó antes de la irradiación con las microondas y posterior a esta. Finalmente, se pesó al desenterrarse para evaluar el avance de la degradación. Para evaluar el desarrollo de la planta (entre 20 – 30 cm) se midió la altura de esta al sembrarla y a los 10 meses.

- Población y muestra.

Se utilizaron guantes de látex natural de la marca Protec de desecho recolectados de los laboratorios de nuestra institución. Las plantas de *Plectranthus coleoides* fueron adquiridas en el mercado de la localidad.

- Instrumentos.

Para medir el tamaño de las plantas se utilizó un flexómetro Pretul de 3 m de longitud y 13 mm de ancho. Para registrar los pesos se utilizó una balanza de cocina de la marca AMIR modelo 1ka8 Series con una capacidad de 0.05 g a 500 g.

Procedimiento:

- a. Se toman un guante de látex y se pesa.
- b. Se introduce en una bolsa de papel y se introduce al microondas y se irradia por 15 minutos a 200 W.
- c. Se deja enfriar el guante y se retira del microondas.
- d. Se pesa el guante y se coloca en una maceta con 50 g de tierra.
- e. Se agregan 200 g más de tierra para enterrar completamente el guante.
- f. Se siembra la planta (*Plectranthus coleoides*) y se mide la altura de esta.
- g. Se humedece la tierra con 20 ml de agua.
- h. Se deja reposar por 4 semanas.
- i. El procedimiento del punto d hasta el punto h se realizan nuevamente con un guante que no fue tratado con las microondas (control).
- j. Se mide la altura de la planta, se desentierra el guante y se pesa.
- k. Se vuelve a enterrar el guante por cuatro semanas más.
- l. Se perite el procedimiento de los puntos j y k hasta finalizar el proyecto.

4 Resultados.

La Figura 1, muestra el estado inicial del guante para su previo pesaje. Para realizar el experimento primero se pesaron los guantes previos a la irradiación en microondas. (Tabla 1). Una vez concluido el tiempo de irradiación se dejó enfriar los guantes y se continuo a pesarlos nuevamente. Como podemos observar en la Figura 2, el manejo que se debe tener con la planta debe de ser el apropiado para no estropear las raíces y provocar que esta se marchite haciendo que nuestro experimento pierda una variable visual. Ya que si la raíz sufre daño esta se marchita y tal vez muera. De esta manera la irradiación con las microondas calienta las moléculas susceptibles a esta radiación haciendo

que el guante sufra cambios en sus propiedades físicas, produciendo una reducción que oscila entre el 0.6472 y 1.5873 %. (Tabla 2).

Para obtener el resultado de la pérdida de masa del guante se debe sacar de la tierra retirar la mayor cantidad de tierra ya sea sacudiéndolo o con una brocha para tener una menor incertidumbre cuando este se pese y así tampoco perder o tirar la tierra ya que esta puede ser un factor para la degradación del guante. Figura 3. Los datos observados en la Tabla 3, es que no tenemos ninguna afectación en el desarrollo de la especie vegetal, con una altura promedio de 24.32 cm para las plantas con los guantes tratados y de 25.82 cm para los guantes control. Hay que recordar que el crecimiento de la planta se ve reflejado por las condiciones de sol, agua y nutrientes en la tierra. Una vez realizado estos pasos para saber cuál es la posible degradación del guante enterrado podemos observar en la Figura 4, que al estar enterrado el guante ya cuenta con zonas de la degradación al estar debajo de la tierra.

Los resultados de la Figura 5, muestran que el peso de los guantes tratados con microondas más el enterramiento disminuye cerca del 50% mientras que los guantes que fueron únicamente enterrados apenas llegan al 14%.

Lo anterior indica que el tratamiento con la energía del microondas favorece la desvulcanización del látex de los guantes con la ruptura de los enlaces de azufre y carbono (Myhre, M., et al.; 2012). El cambio en la estructura química de los guantes favorece la biodegradación en el suelo.

5 Conclusiones.

La radiación de los guantes de látex con microondas por 15 minutos a 200 W favorece el cambio en la estructura química favoreciendo la ruptura de los enlaces poliméricos con la formación de compuestos más simples de carbono que pueden ser biodegradados hasta 4 veces más fácilmente por los microorganismos del suelo en comparación con los guantes no radiados.

Esta metodología se podría emplear en la disposición de los guantes de látex convirtiendo un problema de contaminación en una fuente de materia orgánica compostable. Desde luego hace falta más estudios y control sobre las variables ambientales y del suelo, sin embargo, el estudio da pie a buscar alternativas para la eliminación de equipo de protección personal de un solo uso.

Referencias

1. ASTM D6814-02(2018), Standard Test Method for Determination of Percent Devulcanization of Crumb Rubber Based on Crosslink Density, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, www.astm.org
2. CNN Chile. (07 de julio de 2020). Nuevos contaminantes: Mascarillas y guantes de látex son nuevos problemas ambientales. Recuperado de https://www.futuro360.com/desafiotierra/nuevos-contaminantes-mascarillas-y-guantes-de-latex-son-nuevos-problemas-ambientales_20200707/
3. Handke, Dana Christine, "Examining the Effects of UV on Latex and Nitrile Glove Degradation" (2019). Environmental Studies Undergraduate Student Theses. 229. <https://digitalcommons.unl.edu/envstudtheses/229>.
4. Mahalakshmi V. Evaluation of biodegradation of plastics. International Journal of Innovative Research & Development. 2014, 3(7): pp 185-190.
5. Mahmoud M. Berekaa, Alexandros Linos, Rudolf Reichelt, Ulrike Keller, Alexander Steinbüchel, Effect of pretreatment of rubber material on its biodegradability by various rubber degrading bacteria, FEMS Microbiology Letters, Volume 184, Issue 2, March 2000, Pages 199–206, <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2000.tb09014.x>
6. Myhre Marvin, Sitisaiyidah Saiwari, Wilma Dierkes, Jacques Noordermeer; Rubber recycling: chemistry, processing, and applications. Rubber Chemistry and Technology 1 September 2012; 85 (3): 408–449. doi: <https://doi.org/10.5254/rct.12.87973>
7. Misman, M. & Azura, A. (2013). Overview on the Potential of Biodegradable Natural Rubber Latex Gloves for Commercialization. Advanced Materials Research. 844. 486 - 489. [10.4028/www.scientific.net/AMR.844.486](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.844.486).
8. Subramaniam, A. (1995) The chemistry of natural rubber latex. Immunol. Allergy Clin. 15, 1-20.
9. Yikmis, M., & Steinbüchel, A. (2012). Historical and recent achievements in the field of microbial degradation of natural and synthetic rubber. Applied and environmental microbiology, 78(13), 4543–4551. <https://doi.org/10.1128/AEM.00001-12>

Figura 1. Guante de látex antes de 15 minutos de radiación con microondas a 200 W.



Figura 2. Se muestra la planta utilizada como monitor.



Figura 3. Guante de látex enterrado en maceta con tierra.



Figura 4. Guantes de látex transcurridos 3 meses.

En los guantes se logra observar una degradación, así como algunas partes que están adheridas haciendo que estos fragmentos sean menos posibles de degradación por lo que se recurre a separarlos con los dedos; es decir, se jalan con los dedos para separarlos.

Tabla 1. Peso de los guantes de látex antes de la radiación con microondas. Previamente los guantes se pesan para tener un control de masas para saber si se tuvo cambios susceptibles a la radiación por microondas.

Peso guantes control (g)
3.15
3.09
3.18
3.09
3.16

Tabla 2. Peso de los guantes de látex después de la radiación con microondas. Se observa una mínima disminución en la masa de los guantes haciendo que la radiación por microondas tenga efectos sobre estos.

Peso guantes después de radiación con microondas (g)	Porcentaje de reducción.
3.10	1.5873
3.06	0.9708
3.14	1.2578
3.07	0.6472
3.13	0.9493

Tabla 3. Altura de las plantas de la especie *Plectranthus coleoides*. Se observa que el crecimiento de la planta no se ven cambios significativos en su crecimiento esto puede ser debido a que la tierra cuenta con los nutrientes necesarios solo para esta, sin que exista una competencia por nutrientes o microorganismos capaces de degradar las moléculas del polímero.

Altura plantas / guante (cm)	Altura plantas control (cm)
25.8	25.6
23.9	24.6
21.8	28.2
26.7	24.5
23.4	26.2

Figura 5. Pesos promedio (n=5) de los guantes de látex por meses que permanecieron enterrados. Se tiene una pérdida de masa con respecto a los meses que permanecen enterrados los guantes. Muy seguramente. Conforme transcurran los meses podremos tener la disminución del guante hasta obtener casi la degradación de estos.

