

RESIDUOS DE *Mangifera indica*, COMO MATERIA PRIMA PARA ELABORACIÓN DE BIOPOLÍMEROS

Marta Cecilia Jaramillo Cardona¹ Senia Kristel Ferrer Vázquez², Yesenia Cárdenas Iñiguez²

1 - Línea de Química TecnoAcademia SENA Regional Risaralda

2 - Ingeniería ambiental Instituto tecnológico Superior de los Ríos

RESUMEN

Actualmente se buscan alternativas que puedan disminuir el impacto que los plásticos derivados del petróleo generan hacia el ambiente. Una de estas alternativas es elaborar un bioplástico a partir de polímeros biodegradables. Este trabajo presenta un estudio realizado a los residuos de la *Mangifera indica*, con el fin de obtener un bioplástico a partir de ellos.

Para llevar a cabo la investigación se procedió a cuantificar cada una de las partes del mango, a deshidratar y realizar la extracción del almidón usando el cotiledón y la cascara del mango, también se elaboró el bioplástico de amilosa obtenida del cotiledón. En los experimentos realizados se obtuvieron mejores resultados con el almidón extraída del cotiledón del mango.

Palabras clave: almidón, biopolímero, bioplástico, mango

1. INTRODUCCIÓN

El consumo mundial anual de los plásticos sintéticos provenientes del petróleo es más de 200 millones de toneladas, con un incremento anual aproximadamente del 5% [1].

Los plásticos duran entre 100 y 400 años en degradarse completamente, lo que permite evaluar el impacto potencial de estos productos durante todas las etapas de su vida [2].

La utilización de los plásticos derivados del petróleo a nivel mundial ha brindado grandes beneficios a la humanidad, el plástico es uno de los materiales más utilizados con el 42%, en todo el mundo, principalmente por su practicidad y bajo costo: bolsas, embalajes, botellas, sillas, lo cual se puede evidenciar en diferentes aplicaciones, principalmente en la convivencia de muchas actividades cotidianas [3].

El problema radica en el incremento acelerado de la generación de residuos de plásticos debido a su alto consumo y el tiempo que demoran en degradarse. Esto ha hecho necesario buscar alternativas que puedan disminuir el uso y el impacto que generan hacia el ambiente. Una de estas alternativas es elaborar un bioplástico a partir

de polímeros biodegradables.

Los bioplásticos son materiales biodegradables que provienen de recursos renovables y en algunos casos presentan propiedades similares a los plásticos elaborados a partir de petróleo. [4]

Es importante anotar que la elaboración de biopolímeros a partir de estos residuos puede generar beneficios económicos, sociales y ambientales, ya que, al fabricar un producto con desechos agrícolas, la producción es menos costosa a diferencia de productos elaborados de hidrocarburos y se contribuye con la disminución de los impactos negativos al medio ambiente.

La investigación de esta problemática se realizó por el interés de conocer si se pueden elaborar biopolímeros a partir de los residuos orgánicos de la *Mangifera indica*, con el fin de hacer aprovechamiento de estos recursos en lugares con alto nivel de producción de esta especie, como es el caso de México.

En México se cultiva una superficie de 163,805 hectáreas con una producción 1'469,403 toneladas anuales. Los estados productores de mango son: Veracruz, Sinaloa, Chiapas, Nayarit, Oaxaca, Michoacán, Tabasco, Jalisco, Colima, Guerrero, Tamaulipas y San Luis Potosí [5].

Segundo (2005) menciona que a través de todas las etapas de producción pueden ocasionarse los daños de postcosechas, los cuales alcanzan desde un 5 hasta un 40.0%, pudiendo deberse a múltiples factores como son daños por enfermedades, por insectos, etc.

La obtención de polímeros a partir de desechos agrícolas se puede llevar a cabo mediante el uso sustentable de los residuos de las temporadas de siembra y también con residuos que simplemente se desechan como son las cascaras o las semillas.

(Castillo, y otros, 2016), realizaron investigación con el objetivo de obtener un bioplástico elaborado a partir de la cascara de plátano, para este estudio probaron varios métodos, entre los cuales sobresalió el que realizaron a base de vinagre y glicerina.

(Ruiloba, Li, Quintero, & Jhonny, 2018) Realizaron extracción de almidón de la semilla de mango verde, con el objetivo de elaborar un biomaterial a partir de este.

Para llevar a cabo la investigación se procedió a cuantificar cada una de las partes del mango, a deshidratar y realizar la extracción del almidón, usando el cotledon y la cascara, luego se elaboró el bioplástico usando vinagre y glicerina.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para los diferentes experimentos se usó *Mangifera indica* proveniente del eje cafetero en Colombia.

Se realizó separación de las partes del mango. Con posterior deshidratación, en el horno de convección forzada a 50 °C durante doce horas. Como se puede visualizar en la figura 1.



Figura 1: Separación de cáscara, pulpa y semilla

Cuando las partes del mango se secaron se determinó el porcentaje de humedad de cada una de ellas.

Para la pulverización de las partes se usó un mortero. Las partes del mango que se utilizaron para la extracción del almidón fueron las cascaras y el cotiledón del mango.

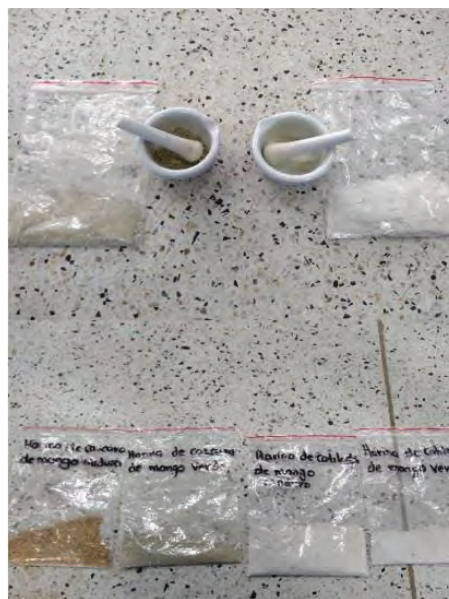


Figura 2 Harina de cascara y de cotiledón del mango

La extracción se realizó con agua desionizada, y se procedió a realizar los experimentos para la elaboración del biopolímero, usando ácido acético y glicerina.

2.1. ELABORACIÓN DE BIOPLÁSTICO

El bioplástico se elaboró usando la harina obtenida del cotiledón del mango y la harina obtenida de la cascara en las proporciones descritas en la tabla 1.

Se colocó en un vaso de precipitado 1.8 g de almidón del cotiledón de mango y 20 ml de agua. Se agregó 1 ml vinagre blanco comercial (5%). y glicerina (1ml) como plastificante. La mezcla se agitó continuamente mientras se calentaba usando una plancha de calentamiento con agitación magnética hasta que ocurrió la gelatinización; luego, se colocó la mezcla sobre una caja Petri de vidrio La mezcla se dejó reposar a temperatura ambiente hasta que secó,



Figura 3 Elaboración del bioplástico

La segunda mezcla, se preparó con 1.8 g de almidón de cotiledón de semilla de mango en 30 ml agua y 1 ml de vinagre y 1ml de glicerina agitando en una plancha de calentamiento con agitador magnético a temperatura entre 70°C y 90°C. Posteriormente, se vertió en cajas de Petri de vidrio se secaron a 35 °C durante 24 h.

Los experimentos A y B se realizaron también, usando la cáscara del mango,

Materia Prima	Cantidades	
	Experimento A	Experimento B
Almidón (gr)	1.8	1.8
H ₂ O (ml)	20	30
Glicerina (ml)	1	1
Vinagre (5%)	1	1

Tabla.1. Composición de los Bioplásticos Elaborado

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para cuantificar las partes del mango y determinar la humedad de cada una de ellas, se entregó un mango a cada grupo de trabajo y se obtuvieron los siguientes resultados:

RESULTADOS GRUPO 1				
PESO DEL MANGO	199,07	%	DESPUES DEL SECADO	
			% DE HUMEDAD	
PULPA	115,66	58%	25,69	78%
CASCARA	32,54	16%	15,44	53%
SEMILLA	25,44	13%	18,74	26%
PERDIDA DE JUGO EN EL PROCESO	25,43	13%		
	199,07	100%		

Tabla. 2. Composición Mango 1

RESULTADOS GRUPO 2				
PESO DEL MANGO	186,96	%	DESPUES DEL SECADO	
			% DE HUMEDAD	
PULPA	98,56	53%	18,52	81%
CASCARA	35,55	19%	8,64	76%
SEMILLA	16,67	9%	7,86	53%
PERDIDA DE JUGO EN EL PROCESO	36,18	19%		
	186,96	100%		

Tabla. 3. Composición Mango 2

RESULTADOS GRUPO 3				
PESO DEL MANGO	139,78	%	DESPUES DEL SECADO	
			% DE HUMEDAD	
PULPA	55,52	40%	9,02	84%
CASCARA	36,62	26%	8,48	77%
SEMILLA	29,32	21%	10,45	64%
PERDIDA DE JUGO EN EL PROCESO	18,32	13%		
	139,78	100%		

Tabla. 4. Composición Mango 3

RESULTADOS GRUPO 4				
PESO DEL MANGO	120	%	DESPUES DEL SECADO	
			% DE HUMEDAD	
PULPA	63,98	53%	10,21	84%
CASCARA	20,69	17%	4,87	76%
SEMILLA	24,15	20%	9	63%
PERDIDA DE JUGO EN EL PROCESO	11,18	9%		
	120	100%		

Tabla. 5. Composición Mango 4

RESULTADOS GRUPO 5				
PESO DEL MANGO	152,55	%	DESPUES DEL SECADO	
			% DE HUMEDAD	
PULPA	95,02	62%	22,41	76%
CASCARA	27,78	18%	9,02	68%
SEMILLA	22,59	15%	10,51	53%
PERDIDA DE JUGO EN EL PROCESO	7,16	5%		
	152,55	100%		

Tabla. 6. Composición Mango 5

PARTE/PORCENTAJE	1	2	3	4	5
PULPA	58%	53%	40%	53%	62%
CASCARA	16%	19%	26%	17%	18%
SEMILLA	13%	9%	21%	20%	15%
PERDIDA DE JUGO EN EL PROCESO	13%	19%	13%	9%	5%
	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla. 7. Comparativo de la composición de los 5 mangos

En la composición de los mangos estudiados, los residuos de cascara y semilla, representan de un 25% a 46% de la masa total.

Teniendo en cuenta estos resultados podemos concluir que por cada 100 toneladas de mango se podrían aprovechar 25 a 46 toneladas de residuos entre semilla y cascara en base húmeda.

Los experimentos A y el B se realizaron con materia prima resultante del cotiledón y de la cascara de mango. Ver figuras 4 y 5.

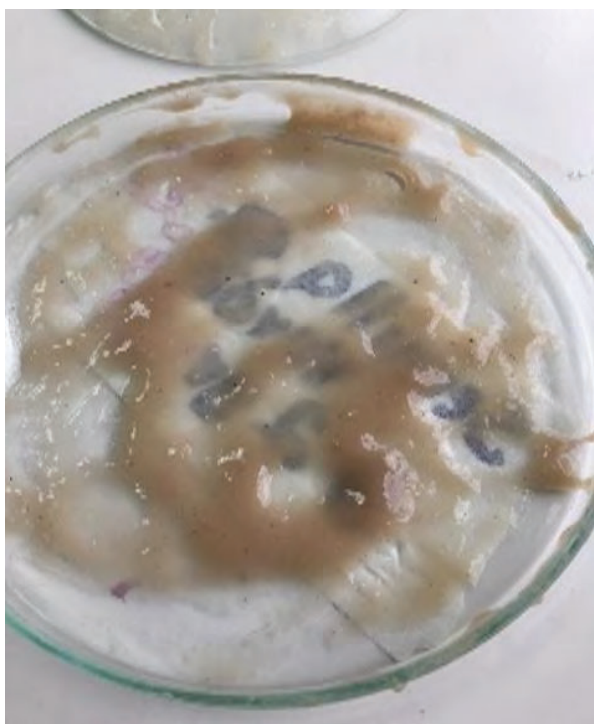


Figura 4 Materia prima utilizada Cotiledón del mango

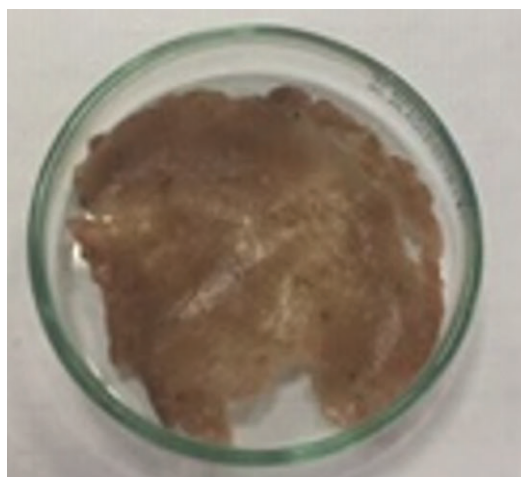


Figura 6 Experimento A

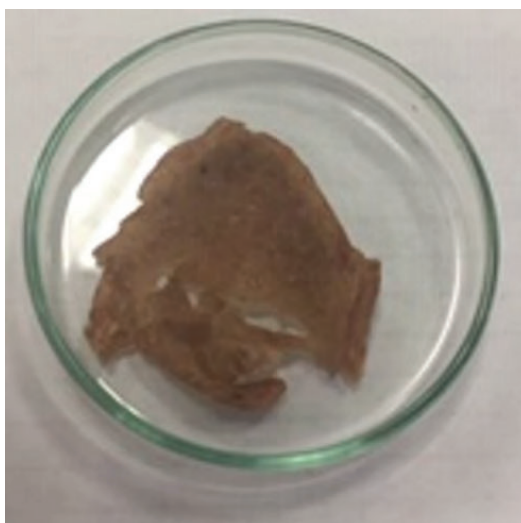


Figura 7 Experimento B



Figura 5 Materia prima utilizada Cáscara del mango

En la figura 6 y 7 se puede visualizar la película obtenida usando como materia prima el cotiledón del mango, de acuerdo con las proporciones descritas en la tabla 1.

El experimento B se realizó también con amilosa y se obtuvo una película fina, con textura parecida a la capa que cubre naturalmente el cotiledón, con muy baja resistencia y elasticidad.



Figura 8 Experimento B con amilosa obtenida del cotiledón del mango

Los biopolímeros obtenidos tuvieron apariencia similar con secado al aire libre y en el horno de convección forzada.

4. CONCLUSIONES

Las muestras realizadas con mayor cantidad de agua tienen mejor reología y pueden esparcirse con mayor facilidad en el molde, pero la película final es más consistente en el experimento con menos agua.

En los experimentos realizados, no se llegó a obtener una película cuando se elaboró el biopolímero con la cascara del mango. Las películas obtenidas tienen baja resistencia al rasgado.

El porcentaje de humedad de los residuos es máximo del 77% y los residuos de cascara y semilla como mínimo son un 25%. Teniendo en cuenta estos puntos extremos, el aprovechamiento neto de residuos podría ser de mínimo 5,75 toneladas por cada 100 toneladas de mango.

Para futuros experimentos se recomienda llegar a un tamaño de partícula más pequeño y homogéneo que permita realizar un mejor proceso.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los aprendices de las instituciones educativas San Francisco de Asís y del Instituto Tecnológico de Dosquebradas, de la línea de Química de TecnoAcademia Risaralda en el año 2018.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Siracusa, V., Blanco, I., Romani, S., Tylewicz, U., Rocculi, P. y Dalla Rosa, M. (2012). Poly (lactic acid)-modified films for

food packaging application: physical, mechanical and barrier behavior. *Journal of Applied Polymer Science*, 125, 390-401.

[2] AIMPLAS. Departamento de Reciclado y Medio Ambiente (21 de octubre de 2015). Recuperado de [http://www.cicloplast.com/index.php?accion=notas-de-prensa&subAccion=ver-noticia&id=76&page=1&frm\[keyword\]=&ac_topc=42](http://www.cicloplast.com/index.php?accion=notas-de-prensa&subAccion=ver-noticia&id=76&page=1&frm[keyword]=&ac_topc=42).

[3] Anipac, Asamblea General Ordinaria. (3 de mayo de 2017). Recuperado de <http://anipac.org.mx/2017/05/03/asamblea-general-ordinaria-anipac-2017/>.

[4] Bueno, M., Molina, I. (2016). *BIOPLÁSTICOS: OBTENCIÓN Y APLICACIONES DE POLIHIDROXIALCANOATOS* (Tesis de pregrado). Universidad de Sevilla, Sevilla, Andalucía

[5] Saldívar, P. (2017). *Cultivo de Mango (Mangifera indica L.)* (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias Agrícolas, México.

[6] Segundo, L. (2005). *Análisis de la producción y comercialización del mango (Mangifera indica L.) En México* (Tesis). Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” división de ciencias socioeconómicas. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

[7] Castillo, R., Eliasury, E., Fernandez, D., Gutierrez, R., Morcillo, J., Neryana, N., & Sandra, P. (2016) *BIOPLASTICO A BASE DE CASCARA DE PLATANO*. *Revista Iniciacion en ciencia*, 12.

[8] Ruiloba, I., L. M., Quintero, R., & Jhonny, C. (2018). *Elaboracion de bioplastico a partir de almidon de semillas de mango*. *Revista de Iniciacion Cientifica Universidad Tecnologica de Panama*, 5.