

Evaluación de la efectividad del uso de bolsas sin plaguicidas, en la producción de plátano en Bratsi y Sixaola, cantón de Talamanca, Costa Rica

Evaluation of the effectiveness of the use of pesticide-free bags in banana production in Bratsi and Sixaola, Talamanca canton, Costa Rica



Environment & Technology | ISSN: 2711-4422

Vol. 4 No. 2. Julio-Diciembre, 2023: 53-73

URL: <https://revistaet.environmenttechnologyfoundation.org/>

DOI: <https://doi.org/10.56205/ret.4-2.3>

Recibido: 24/09/2023
Revisado: 15/10/2023
Aprobado: 20/12/2023

Hilary Umaña Rodríguez

Lic. en Ingeniería en Gestión Ambiental
Programa Infantes y Salud Ambiental, Instituto Regional
de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET),
Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica
Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional
de Costa Rica, Heredia, Costa Rica

hilary_ur@outlook.com

<https://orcid.org/0000-0002-3226-5121>

Costa Rica

Esteban Arboleda Julio

Máster en Gerencia de Proyectos en Inversión
Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

esteban.arboleda.julio@una.cr

<https://orcid.org/0000-0002-8607-4048>

Costa Rica

Melvin Díaz Quesada

Lic. en Ingeniería en Agronomía
Programa Infantes y Salud Ambiental
Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET)
Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica

melvin.dique@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2701-2277>

Costa Rica

Berna van Wendel de Joode

PhD en Evaluación de Exposición y Epidemiología Ambiental
Programa Infantes y Salud Ambiental
Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET)
Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica

berendina.vanwendel.dejoode@una.cr

<https://orcid.org/0000-0001-9699-5046>

Costa Rica

Resumen

En Costa Rica, varios plaguicidas se utilizan en la producción de plátano, entre estos, bolsas o fundas tratadas con el insecticida clorpirifos para proteger los racimos de plagas; sin embargo, la exposición a este insecticida pueda afectar la salud humana, particularmente la infantil. El objetivo de este estudio fue evaluar la efectividad del uso de bolsas sin plaguicida en el cultivo de plátano por medio de observaciones de campo y entrevistas a 22 personas productoras indígenas y no-indígenas de Talamanca, Limón, Costa Rica. Se georreferenciaron las fincas, se caracterizaron sus plantas, se embolsaron 1 452 racimos con bolsas de polietileno de baja densidad sin plaguicidas y se evaluó la calidad de la tercera mano de 294 racimos cosechados. Finalmente, se realizaron encuestas de percepción de la efectividad de las bolsas a 12 personas productoras. Las parcelas fueron similares, excepto por la densidad de siembra (inferior en territorio indígena vs. no indígena). En cuanto a efectividad de las bolsas, solo un 8% (n=23) presentó manchas o daño por Trips (*Hercinothrips femoralis*) y un 83% de la producción fue de Clase I. Asimismo, 11 de las 12 personas productoras indicaron que desean continuar con el uso de estas bolsas. Así, las bolsas sin plaguicida protegieron el plátano de forma satisfactoria y parecen ser una alternativa para la bolsa tratada con clorpirifos. Se recomienda evaluar su efectividad durante varios ciclos de producción de plátano.

Palabras clave: Cultivo de plátano; plaguicidas; clorpirifos; fundas plásticas; Costa Rica.


Abstract

In Costa Rica, some pesticides are used in plantain production, among others, bags or covers treated with the insecticide chlorpyrifos, whose exposure can affect human health, particularly children. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of the use of pesticide-free bags in plantain production, with field observations and interviews conducted with 22 indigenous and non-indigenous plantain growers from Talamanca, Limon, Costa Rica. The farms were georeferenced, and their plants were characterized; 1 452 plantain bunches were bagged with low-density polyethylene bags without pesticide and the quality of the third hand of 294 harvested bunches was evaluated. Finally, surveys of perception of the effectiveness of the bags were carried out with twelve producers. The parcels included were similar in terms of their characteristics, except for planting density (lower in indigenous territory than in non-indigenous areas). Regarding the effectiveness of the bags, only 8% (n = 23) of the 294 hands evaluated presented some stain or damage from Thrips (*Hercinothrips femoralis*), and 83% of the production was Class I. Eleven of the 12 producers indicated that they wanted to continue using the bags. In the current study, the pesticide-free bags protected the plantain satisfactorily and appear to be an alternative to the chlorpyrifos-treated bag. It is recommended to evaluate the effectiveness of this bag during several plantain production cycles to know its effectiveness over time.

Keywords: Plantain crop; chlorpyrifos; pesticides; plastic bags; Costa Rica.

Introducción

La producción de musáceas constituye una de las principales fuentes de ingreso para las economías de muchos países; es el cuarto cultivo de mayor importancia del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz (Morales-García, 2014). En el mundo, existen más de 1 000 variedades de banano producidas y consumidas localmente, pero la más comercializada es la Cavendish, que representa alrededor del 47% de la producción mundial (FAO, 2020). El plátano es un tipo de musácea que, contrario al Cavendish, necesita ser cocinado, frito o tostado para obtener su sabor agradable (FAO, 2020), sin embargo, existe poca información sobre la producción del plátano en comparación con el tipo Cavendish.




En Costa Rica, cerca de 6 000 familias producen más de 10 000 hectáreas de plátano, principalmente de la variedad Curraré (Corbana, 2020; SEPSA, 2017). Este cultivo es sembrado a pequeña y mediana escala, mayormente por personas productoras indígenas y no indígenas en Talamanca, provincia de Limón, que representa aproximadamente el 50% de la producción nacional (Fratti, 2016). En el cultivo del plátano, se manejan distintos criterios de calidad y la fruta de primera calidad lleva consigo una serie de prácticas para garantizar su estética y, con esto, su comercialización (Rojas-Sanabria et al., 2007). Estas prácticas son aplicadas desde la fertilización del terreno hasta la cosecha y, a su vez, son altamente dependientes del uso de agroquímicos sintéticos (Villalobos-Murillo, 2014). Con el fin de proteger la fruta y mejorar su calidad, el racimo se embolsa cerca de dos meses antes de la cosecha, principalmente para evitar las plagas de Cochinilla (*Pseudococcus elisae*) en el fruto (Corbana, 2011). Estas bolsas o fundas de polietileno de baja densidad (PEBD) frecuentemente están tratadas con el insecticida clorpirifos (0.5% - 1% p/p) (Corbana, 2011; Villalobos-Murillo, 2014).

Aguirre-Buitrago et al. (2014) y Torres et al. (2013), reportan la inclusión del insecticida organofosforado en las fundas plásticas desde la década de los 70. La bolsa de polietileno se considera un recurso no renovable, que tarda gran cantidad de años en degradarse; cuando termina su vida útil, son desechadas no siempre de forma correcta, lo cual ocasiona problemas serios en la biota acuática. La bolsa plástica contiene 1% de clorpirifos, aproximadamente y 99% de polietileno de baja densidad.

El clorpirifos es un insecticida organofosforado de amplio uso en agricultura, de cristales blancos granulares, inflamable, moderadamente volátil, se degrada a 160 – 170 °C, con un punto de fusión de 42 °C y solubilidad de 0.4 mg/l a 23 °C; su toxicidad empieza a aumentar a medida que la temperatura sube, tiene una alta lipofilicidad, es eficaz contra coleópteros, cochinilla, mosca blanca, polillas y leptinotarsa, principalmente (ATSDR, 2016; Lewis, et al., 2016).

En el 2018, en Estados Unidos se restringió su aplicación para uso agrícola y, recientemente, la United States Environmental Protection Agency (EPA) solicitó discontinuar el uso de clorpirifos. Adicionalmente, en Europa, en 2020 se decidió no renovar su aprobación debido sus posibles efectos genotóxicos y sobre el neurodesarrollo infantil (Cuthbert, 2018; Comisión Europea, 2020). En Costa Rica, su uso está restringido a la



agricultura y no al uso doméstico (La Gaceta, 2007). En el cantón de Talamanca, estudios realizados en el 2012, reflejan el aumento del uso de bolsas tratadas con el insecticida clorpirifos (Carranza-Ramírez, 2011) y se detectó contaminación por clorpirifos en las aguas superficiales de la zona (Castillo et al., 2007). Adicionalmente, mediante un estudio epidemiológico en niños y niñas de edad escolar de la zona, quienes viven en zonas cercanas a fincas de banano y plátano, se estimó que casi un 25% de la población del estudio sobrepasaba la concentración absorbida de referencia de metabolitos urinarios recomendada por US-EPA (van Wendel de Joode et al., 2012). También se determinó que la exposición a clorpirifos se asoció con un inferior desempeño en ciertas pruebas de neurodesarrollo (van Wendel de Joode et al., 2016), lo cual coincidió con resultados de estudios a nivel internacional (Rauh et al., 2011).

Debido a la toxicidad aguda y crónica de clorpirifos, es importante identificar alternativas para su uso, sin embargo, existe poca literatura sobre la efectividad de las bolsas sin clorpirifos u otros insecticidas. Un ejemplo es el estudio de Hidalgo-Ruiz (2012), en el cual se evaluó la efectividad de un empaque biodegradable de almidón modificado de yuca con adición de capsaicina; se encontró que el grado de protección contra plagas causantes de daños en los racimos fue admisible, teniendo en cuenta que en la evaluación no se buscaba la protección total de los racimos. Además, se ubicó una patente de fundas plásticas compuesta de ingredientes botánicos para el control de plagas en banano. Estas repelen, a base de extracto de chile picante, ajo, clavo de olor y azadiractina, las plagas que afectan al plátano y consiguen menos del 1% de la totalidad de frutas dañadas por insectos, lo cual es aceptable, según el área de Control de Calidad de la Compañía Bananera en fincas de la zona atlántica de Costa Rica (López-Villiers y Vargas-Vargas, 2018). No obstante, los extractos usados podrían causar efectos irritantes y alergias en las vías respiratorias y la piel (Lybarger et al., 1982; Puell et al., 2012).

Por ende, es importante evaluar la efectividad de bolsas sin añadir plaguicidas naturales o químicos; sin embargo, no se logra ubicar mayor información sobre estudios de bolsas sin insecticidas, ya sean químicos o naturales. Debido a lo anterior, se evaluó la efectividad del uso de bolsas sin plaguicida en la producción de plátano, a partir de parcelas experimentales en campo, con el fin de buscar una alternativa para el cultivo a pequeña y mediana escala.

Metodología

Área de estudio

El cantón de Talamanca, en el Caribe, es el segundo más extenso de Costa Rica, con una población aproximada de 30 712 habitantes. El 48.9% de la población ocupada de Talamanca se dedica a actividades del sector primario de la economía, como las agrícolas y, entre estas, a la producción de plátano (CENSO, 2011); dispone con una superficie de 2 810 km² y cuenta con cuatro distritos (Cahuita, Telire, Sixaola y Bratsi (Olivera-Rojas & Ramírez-Sánchez, 2013). Las comunidades estudiadas se ubican geográficamente en los distritos Bratsi (Territorio Indígena TI), en las comunidades Suretka, Shiroles y Progreso-San Miguel; y en Sixaola, en el poblado Paraíso. Estos distritos y poblados se eligieron debido a la gran producción platanera que representan en el cantón, una de las mayores (SEPSA, 2017).

Identificación y selección de los(as) productores(as) participantes del estudio

El levantamiento de información estuvo orientado a la investigación cualitativa, de tipo homogénea. Para poder describir un subgrupo a mayor profundidad (Bulege, 2013), se seleccionaron 25 personas participantes, 10 de la comunidad de Paraíso (no indígena) y 15 de las comunidades Suretka, Shiroles y Progreso (territorio indígena Bribri-Cabécar) (**Figura 1**). Los criterios de selección para estas personas fueron, poseer fincas: (a) ubicadas en los poblados a estudiar; (b) con menos de 20 hectáreas; y (c) en las cuales se sembraba plátano Curraré y se utilizaban bolsas plásticas para embolsar los racimos. Además, el área de la finca debía ser representativa de la zona, ubicarse en un lugar accesible hasta en época lluviosa y no encontrarse en una zona de alto riesgo de arrastre de suelo en caso de inundaciones.

Diagnóstico

Para conocer la situación actual del uso de bolsas para protección de los frutos en las comunidades estudiadas, se llevaron a cabo visitas al campo en el 2019, durante las cuales se realizaron: a) dos observaciones de campo por cada comunidad estudiada, para determinar y especificar puntos de recolección, acumulación o quema de bolsas tratadas con clorpirifos y b) entrevistas cualitativas homogéneas, aplicadas a 22 de estas 25 personas productores, pues tres de ellas se retiraron del proyecto (**Figura 1**). Se recolectó información sobre las razones

del uso de bolsas plásticas con plaguicidas, los manejos brindados y el conocimiento de los riesgos asociados a su uso.



Figura 1. Distribución de fincas convencionales de plátano en los distritos de Bratsi y Sixaola, Talamanca. Fuente: Google Maps

Evaluación de las bolsas sin insecticidas

Para determinar la efectividad de las bolsas sin plaguicida, en la protección de los racimos de plátano Curraré en parcelas experimentales de las comunidades estudiadas, se realizó primero un cálculo del tamaño de muestra. Mediante el empleo de la fórmula de Morillas (2007), se determinó la necesidad de muestrear un total de 1 250 a 1 600 plantas, para garantizar la representatividad de la muestra extraída, con un nivel de confianza de 95% y un error de muestreo de 5%.

Posteriormente, en el campo se georreferenciaron las 22 fincas por medio de GPS y se ubicaron en mapas (**Figura 1**). Adicionalmente, se caracterizaron las fincas por medio de la recolección de datos sobre el uso actual del suelo, siembra de cultivos anuales o bianuales y la situación actual de las fincas colindantes (convencionales u orgánicas). Se caracterizaron las plantas de plátano en cuanto a su apariencia general (**Figura 2**), la nervadura, sus hojas y su inflorescencia.

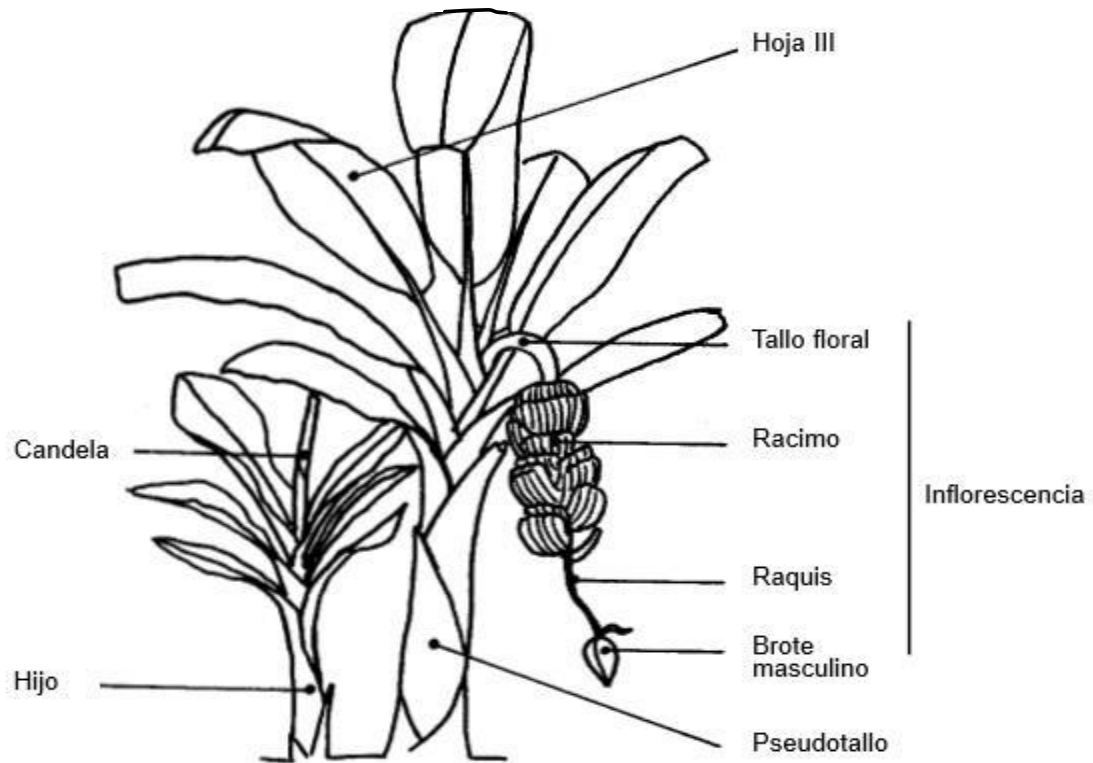



Figura 2. Principales descriptores de la planta de plátano. Fuente: IPGRI-INIBAP/CIRAD (1996)

Posteriormente, se establecieron parcelas con medidas de 2×2.5 o 3×3 m², con un total de 1 000 a 2 500 plantas. En las 22 fincas, se embolsaron 1 452 racimos, a partir del momento en que los frutos fueron visibles y hasta el momento de su cosecha. En un inicio, se habían adquirido bolsas lechosas azules, sin embargo, tres productores no estuvieron de acuerdo con el uso de este color y se adquirieron bolsas lechosas blancas. Transcurridos los dos meses de aplicación, se retiraron de los racimos las cubiertas y se observaron las propiedades físicas del producto, con el fin de determinar la efectividad de la bolsa según su clase (tamaño, cantidad y apariencia de los dedos del racimo), mediante la evaluación de la tercera mano de cada racimo cosechado. Finalmente, se realizaron entrevistas cualitativas homogéneas en parte de los productores (n=12), con el fin de conocer su percepción con respecto a la efectividad de las bolsas, con argumentos basados en la previa experiencia del uso de bolsas convencionales con plaguicidas y las actuales sin plaguicidas. Durante el proceso, también se observó la cosecha de dos fincas tradicionales (sin plaguicidas), así como



nueve fincas con uso total de agroquímicos (todas ubicadas en el sector de Paraíso), para comparar visualmente los resultados con las fincas estudiadas en este proyecto.

Resultado y discusión

Diagnóstico

Las plantaciones del área en estudio, de los distritos Bratsi (TI) y Sixaola (Paraíso), se encuentran aproximadamente a 35 km de distancia entre sí y colindan con ríos de cauces importantes, debido a su extensión y relevancia: río Telire (Bratsi) y río Sixaola (Sixaola). Durante las visitas al campo, se comprobó la presencia en ambos ríos de residuos de bolsas plásticas convencionales y de otros plásticos, como envases de botellas y envolturas de productos químicos. Las fundas bananeras se observaron también a orillas de quebradas, de calles, fuera de las fincas y en las casas de habitación de los pobladores.

A partir de las entrevistas de diagnóstico, se obtuvo la información indicada por los productores (**Tabla 1**). Se encontró que en las fincas de Sixaola se siembra una mayor cantidad de plantas por hectárea (ha), ya que la mediana (p50) en Paraíso es de 2 000 plantas/ha mientras que en TI es de 1 225 plantas/ha, una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.01$). Las demás características fueron similares, con excepción de la frecuencia de la recolecta de bolsas usadas, la cual fue, en su mayoría, semanal en TI (92%), mientras que en Paraíso solamente un 20% de los participantes indicó una recolecta semanal; los demás mencionaron que fue mensual ($p < 0,01$). En ambos sectores, más del 90% de los productores desconocían cuál era el plaguicida impregnado en las bolsas y más del 58% no dimensionaba los riesgos de su uso, por lo que algunos no mostraban inquietud en guardar el producto dentro de sus casas de habitación.

Caracterización de plantas en las parcelas

La caracterización se llevó a cabo en las plantas de plátano presentes en las parcelas convencionales de las fincas participantes. Se realizaron 22 caracterizaciones, con 23 descriptores de las plantas, agrupados en tres segmentos: apariencia general, nervadura e inflorescencia. La principal diferencia entre las plantas sembradas en Paraíso y en TI es la *apariencia general*, específicamente en la emergencia de los hijos (**Tabla 2**), pues en Paraíso,

el total de las plantas crece cerca de la madre verticalmente, mientras que en TI emergen tanto cerca de la madre verticalmente (60 %) como inclinados (40 %) ($p > 0.01$).

Las demás características fueron similares. La altura del pseudotallo se ubica principalmente en un rango de 2.1 a 2.9 m en ambos sectores (Paraíso = 67 %, TI = 80 %). En cuanto a la *nervadura/hoja*, los resultados son similares en ambos sectores, la longitud frecuente de la lámina es de 170 a 220 cm (Paraíso = 50 %, Territorio Indígena = 80 %), con un ancho de lámina de menos de 70 cm en ambos sectores (más del 75 %). En la *inflorescencia* destaca que en ambos sectores las características de los racimos son similares, la posición del racimo es ligeramente inclinada (<75%), con una forma asimétrica mayor al 60%, con yemas de forma lanceoladas y frutos curvos al 100%.

Tabla 1.

Diagnóstico mediante entrevista en 22 fincas productoras de plátano, 2019

Variable		Paraíso (n=10)			Territorio Indígena (n=12)			Prob > Z
		min.	p50	máx.	min.	p50	máx.	
Tamaño finca (ha)		2.5	5	20	1	3	15	0.16
Cantidad de plantas		3 000	7 000	3 600	1 000	3 000	22 400	0.08
Plantas por ha		833	2 000	2 000	500	1 225	2 000	0.01
		n	%		n	%		
Sexo	Hombre	7	70		9	75		
	Mujer	3	30		3	25		
Ha utilizado bolsas alguna vez		10	100		10	83		
Utiliza bolsas actualmente		9	90		12	100		
Razón de utilizarlas								
	Proteger racimo	0	0		0	0		
	Precio	1	10		1	8		
	Recomendación técnica	3	30		6	50		
	Calidad y tamaño racimo	1	10		1	8		
	Estándares de mercado	5	50		2	17		
	Otro	0	0		2	17		
Bolsas impregnadas con plaguicida		10	100		10	83		

Desconoce cuál plaguicida		9	90		12	100		
Compran bolsa en Bribri		10	100		11	92		
Almacena bolsas en:	Finca	5	50		2	17		
	Exterior vivienda	3	30		7	58		
	Interior vivienda	2	20		3	25		
Las bolsas usadas	Recolecta las bolsas	9	90		12	100		
	Quema las bolsas	1	10		0	0		
La recolecta de las bolsas usadas es semanal*		2	20		11	92		
Conoce los riesgos del uso de plaguicidas		9	90		7	58		
Problemática asociada	Ambiental	2	20		2	17		
	Salud	3	30		4	33		
	Ambas	4	40		5	42		
	Desconoce	1	10		1	8		

*Prueba exacta de Fisher, dos colas, $p > 0.01$. Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.

Caracterización de matas de plátano de 22 fincas que formaron parte del proyecto, noviembre y diciembre 2019

Variable		Paraíso (n=12)		Territorio indígena (n=10)	
		n	%	n	%
<i>Apariencia general</i>					
Hábito foliar	Normal	5	42	7	70
	Decumbente	7	58	3	30
Altura pseudotallo (m)	2 o menos	0	0	2	20
	2.1-2.9	8	67	8	80
	3 o más	4	33	0	0
Número de hijos >30 cm	Uno	3	25	0	0
	Dos	4	33	4	40
	Tres	5	42	5	50
	Cuatro	0	0	1	10
Emergencia de los hijos*	Cerca de la madre verticales	12	100	6	60
	Cerca de la madre inclinados	0	0	4	40
<i>Nervadura/hoja</i>					
Longitud de la lámina (cm)	Menos de 170	5	42	2	20

Variable		Paraíso (n=12)		Territorio indígena (n=10)	
	170-220	6	50	8	80
	221-260	1	8	0	0
Ancho de la lámina (cm)	Menos de 70	9	75	8	80
	71-80	1	8	2	20
	81-90	2	17	0	0
Forma base lámina	Ambas redondeadas	7	58	5	50
	Redondeada y afilada	5	42	3	30
	Ambas afiladas	0	0	2	20
<i>Infloriscencia</i>					
Longitud del péndulo (cm)	Menos de 30	2	17	2	20
	31-60	9	75	8	80
	Más de 60	1	8	0	0
Posición del racimo	Pendular vertical	4	33	1	10
	Ligeramente inclinado	7	58	7	70
	Oblicuo a 45°	1	8	2	20
Forma del racimo	Cono truncado	3	25	4	40
	Asimétrico	9	75	6	60
Forma de la yema	Lanceolada	12	100	10	100
Forma de los frutos	Curvos	12	100	10	100

*Prueba exacta de Fisher, dos colas, $p < 0.01$. Fuente: Elaboración propia

Evaluación postcosecha

Los datos de la evaluación postcosecha se resumen en el **Tabla 3**. Se contabilizaron 294 evaluaciones de racimos de plátano de nueve fincas, de las cuales siete se ubicaron en Paraíso. La cantidad de dedos de la mano #3 varió de 2 a 7, generalmente tenía 5-6 dedos; las manos #3 de los racimos de las fincas del TI tenían más dedos que los racimos de Paraíso (mediana = 6 y 5, respectivamente) y una mayor cantidad de dedos tenía más de 25 cm (mediana = 6 y 4, respectivamente) ($p > 0.01$) (**Tabla 3**).

En total, el 92.2% de manos evaluadas no presentó manchas en los dedos de plátano, mientras que el 6.4% presentaba manchas rojizas entre los dedos principalmente y el 1.4% daño de Trips (*Hercinothrips femoralis*) (**Figura 3**). La cantidad de manos con manchas fue similar para el plátano de Paraíso y TI (7 y 12%, $p = 0.43$) (**Tabla 3**). En cuanto al tamaño de los dedos de plátano, menos del 40% fue mayor a 25 cm y 60% menor a 25 cm. El resultado principal de la evaluación física arrojó que la determinación de Clase 1 de plátano correspondió al 83%, mientras que el restante 17% fue Clase 2. La cantidad de Clase 1 fue

similar para Paraíso (82%) y Territorio Indígena (88%). Sin embargo, el precio por caja fue más alto en Paraíso que en el Territorio Indígena (mediana = 6 000 y 3 700 colones, respectivamente, $p < 0.0001$)

Tabla 3.

Evaluación de manos de plátano (n=294) en el momento de la cosecha en siete fincas en Paraíso y dos del Territorio Indígena Bribri-Cabécar

Variable		Paraíso (n=268)			Territorio Indígena (n=26)			
		min	p50	máx.	min	p50	máx.	Prob> Z
Mano #3 número de dedos		2	5	16	4	6	8	0.01*
Mano #3 número de dedos ≥ 25 cm		0	4	16	0	6	8	<0.0001*
Precio por caja en colones		2500	6000	7000	2000	3700	4500	<0.0001*
		n	%		n	%		
Mano #3 presenta manchas	No	249	93		23	88		
	Sí (a)	20	7		3	12		
Tipo de manchas	Por trips	4	1		0	0		
	Rojizas dentro de los dedos	16	6		3	12		
Clasificación mano #3	Clase 1	221	82		23	88		
	Clase 2	47	18		3	12		

(a) % mano manchado Paraíso 3-20%, Territorio Indígena 5% (las 3 manos); *Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. Fuente: Elaboración propia




Figura 3. A) Daño ocasionado por *Hercinothrips femoralis* en los dedos de plátano (izquierda). B) Racimo de plátano con propiedades de atribución Clase 1 (derecha). Fuente: Elaboración propia

Percepción de la efectividad

Como resultado general, los 12 productores entrevistados (10 hombres y dos mujeres, tres de Paraíso y nueve del TI) tuvieron una percepción positiva sobre la efectividad del uso de las bolsas sin clorpirifos. El total de los productores mencionaron que las bolsas entregadas funcionaron correctamente, ya que el racimo no salió manchado, principalmente y maduró con normalidad; es decir, que el resultado obtenido es bastante similar a las bolsas impregnadas. Dentro de las observaciones, destacan que, según la ubicación de las bolsas transparentes, estas pueden quemar unos dedos al entrar en contacto con el fruto, por eso prefieren las bolsas de color lechoso. Finalmente, un 92% indicó que comprarían las bolsas sin plaguicidas, siempre y cuando el precio no sea mayor al de las bolsas actuales con clorpirifos.

Discusión

Como resultado principal del estudio se tiene que, las bolsas sin insecticidas tuvieron una efectividad del 92% (270 de 294) en la protección del racimo, dado que la cáscara de la fruta se mantuvo limpia; solamente el 6.4% presentaba manchas rojizas entre los dedos, principalmente y el 1.4% daño de Trips (*H. femoralis*). Más de un 80% del plátano embolsado obtuvo una clasificación de primera calidad, en Paraíso y en TI Bribrí-Cabécar, lo cual demuestra que el uso de una barrera física, como lo es la bolsa (sin insecticida), puede ser suficiente para proteger el producto y obtener la calidad necesaria para su venta y posterior exportación. Aunado a esto, es importante considerar que el clorpirifos impregnado en las




bolsas (0.5-1.0%), se degrada durante los dos meses posteriores a su colocación en el campo, por lo cual es efectivo únicamente durante las primeras semanas. Según datos de la Organización Mundial de la Salud, solo del 2 al 3% del total de los plaguicidas aplicados en los cultivos alcanzan el organismo blanco, pues el 97-98% restante se degrada lentamente y permanece en el medioambiente (Aceves-Diez et al., 2015). Asimismo, los resultados de las entrevistas cualitativas indicaron que un 92% (11 de 12) de las personas productoras entrevistadas percibieron una efectividad similar respecto al uso de las bolsas convencionales. El productor quien comentó que no usaría la bolsa celeste, usó la bolsa transparente empleada al inicio del proyecto y esta, al entrar en contacto con el sol, producía quema en los dedos, mientras las bolsas sin insecticidas de color lechoso no presentaron este problema.

Al no existir suficiente literatura sobre la efectividad de las bolsas, resulta difícil comparar los resultados obtenidos en este estudio con otros de naturaleza similar. Sin embargo, se logró ubicar un proyecto que buscaba determinar la influencia de los materiales de las bolsas en la producción de *Musaceae*, el cual demostró que el color de la bolsa interviene en el tiempo de cosecha; así pues, una bolsa color azul madura el producto en 71 días, aproximadamente y su diferencia con respecto a racimos sin embolsar es de 11 días en promedio (Rubel et al., 2019).

La presente investigación tuvo varias limitaciones. La primera corresponde al alcance de las evaluaciones en las fincas participantes, ya que la realización de pruebas en sitio tuvo inconvenientes en cuanto a comunicación y localización de productores de la zona indígena; al no ser directa, se perdía contacto y, con esto, producto para evaluar. Fue posible evaluar los racimos de plátano de las dos fincas en TI y de nueve de las 10 fincas en Paraíso. Por lo anterior, se evaluaron en total 294 racimos, la cantidad requerida según el cálculo realizado en el momento de diseñar el estudio. Dado que las fincas, de forma general, fueron bastante uniformes en cada distrito, se espera que los resultados sean representativos para el cultivo de plátano de la zona. Además, para completar los datos cuantitativos para evaluar la efectividad de las bolsas, se incluyeron los productores sin evaluación en campo para la entrevista cualitativa de percepción de la efectividad de las bolsas sin insecticidas.

La segunda limitante fue el tiempo de estudio, ya que sería importante evaluar la efectividad de las bolsas durante varios ciclos de producción y no solamente durante una




cosecha o un ciclo. Aun así, el estudio actual representa una de las pocas evaluaciones documentadas sobre la efectividad de las bolsas sin insecticidas y, por ende, a un claro valor agregado al estado actual de conocimiento sobre este tema. La tercera limitante se relacionó con el diseño del estudio, pues, desde una perspectiva científica, lo ideal hubiera sido aplicar un diseño experimental con bloques al azar, por fases, con el fin de obtener datos comparativos entre plátano sin bolsa, plátano con bolsas sin insecticidas y bolsas con insecticidas, para poder comparar las distintas técnicas al mismo tiempo y bajo las mismas condiciones en campo (Orihuela-Solier, 2013). Sin embargo, la principal fortaleza del estudio actual corresponde a la aplicación de la técnica por los productores en sus propias fincas, lo cual hizo que fueran partícipes durante todas las fases de estudio y pudieran comprobar y observar de manera directa la efectividad del proyecto. Es de gran importancia conocer la aceptación a una alternativa como esta y el presente estudio permitió comprobarlo.

Dentro de las principales diferencias entre las fincas de plátano de Paraíso y el TI, se encuentra la mayor cantidad de plantas sembradas por hectárea en la primera con respecto a la segunda. Sin embargo, esto se debe a que la distribución aplicada varía en cada sector; en Paraíso, se utiliza una distancia de siembra de $2-2.5 \times 2-2.5$ m, mientras que en TI es de 3×3 m. También, se observó diferencia en el precio de la caja de plátano entre un sector y el otro, ya que en Paraíso la mediana es de 6 000 colones y en TI es de 3 700 colones; esto expone que las condiciones para los productores no son equitativas, aun cuando los sectores se encuentran relativamente cerca. De acuerdo con los productores, el uso de bolsas antes de la cosecha aumenta el valor del producto, sin embargo, en TI este aumento no es similar al de Paraíso. Por lo demás, entre TI y Paraíso existen bastantes similitudes en cuanto a las características de las fincas y de las plantas sembradas y, finalmente, en las evaluaciones del efecto de las bolsas sin clorpirifos en la producción de plátano.

Conclusiones

La importancia de realizar este estudio corresponde a que, actualmente, no existen investigaciones sobre el uso de alternativas a las fundas con insecticidas en el embolsamiento de plátano. Así pues, se concluye que en el estudio actual las bolsas sin plaguicidas protegieron el plátano de forma satisfactoria y parecen ser una alternativa para la bolsa tratada con clorpirifos. Asimismo, se determinó la similitud de las parcelas en cuanto a sus



características, lo cual propicia y facilita la extrapolación del resultado obtenido de la posterior evaluación de efectividad de las bolsas sin plaguicidas, a las fincas colindantes y presentes en la extensión total de los distritos Bratsi y Sixaola.

La difusión de los resultados del estudio en las comunidades es importante para incrementar su uso y, de esta manera, poder mantener en el tiempo la venta y distribución de las bolsas en los principales centros agrícolas del cantón, con el propósito de que estos puedan tener acceso a bolsas sin plaguicidas, al menos contra pedido. Al ser positivo el resultado principal del proyecto, es necesario definir una ruta de promoción con los principales actores: productores, intermediarios y representantes de asociaciones, principalmente. Lo anterior con el fin de fomentar la facilidad de compra de estas para todos los interesados en la nueva técnica en el cantón de Talamanca. Finalmente, se recomienda evaluar, en estudios futuros, la efectividad de esta bolsa durante varios ciclos de producción de plátano para conocer su efectividad en el tiempo.

Agradecimiento

Agradecemos a las personas participantes del estudio. Este estudio fue financiado por el Fondo Institucional de Desarrollo Académico, código SIA 0202-15 ‘Fortalecimiento de las capacidades de producción y comercialización de plátano sostenible para pequeños productores indígenas y no indígenas en el cantón de Talamanca’.

Referencias

- Aceves-Diez, A. E., Estrada-Castañeda, K. J., & Castañeda-Sandoval, L. M. (2015). Use of *Bacillus thuringiensis supernatant* from a fermentation process to improve bioremediation of chlorpyrifos in contaminated soils. *Journal of Environmental Management*, 157, 213–219. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.04.026>
- Arboleda, E., Montero, S., Peraza, W., Chaverri, J., Rodríguez, R., & van Wendel de Joode, B. (2016). Fortalecimiento de las capacidades de producción y comercialización de plátano sostenible para pequeños productores indígenas y no indígenas del cantón de Talamanca. Limón, Costa Rica.
- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR]. (1997). Resumen de Salud Pública Clorpirifos (Chlorpyrifos). CAS#: 2921-88-2. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs84.html
- Carranza-Ramírez, J. (2012). El uso de las bolsas plásticas tratadas con el insecticida clorpirifos en la producción de plátano en los territorios indígenas Bribri-Cabécar, Costa Rica. <http://mobile.repositorio.una.ac.cr/handle/11056/13015>
- Castillo, L., Martínez, E., Ruepert, C., Savage, C., Gliek, M., Pinnock, M., & Solís, E. (2007). Water quality and macroinvertebrate community response following pesticide applications in a banana plantation, Limón, Costa Rica. *Science of The Total Environment*, 367, 418-432. <http://dx.doi.org.una.idm.oclc.org/10.1016/j.scitotenv.2007.02.052>
- Corporación Bananera Nacional [CORBANA S.A.]. (2011). Implementación de buenas prácticas agrícolas para reducir el escurrimiento de plaguicidas en el cultivo del banano de la región Caribe costarricense. <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicaciones-corbana/Estudio%20de%20caso%20Corbana.pdf>
- Cuthbert, L. (2018). Un tribunal obliga a la EPA a prohibir el peligroso insecticida clorpirifos. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.es/medio->

[ambiente/2018/08/un-tribunal-obliga-la-epa-prohibir-el-peligroso-insecticida-clorpirifos](#)

Diario Oficial de la Unión Europea. (2020). Reglamento de ejecución (UE) 2020/18 de la Comisión. EUR-LEX. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0018&from=EN>

Fratti, R. (2016). La industria de plátano en Costa Rica se moderniza. Revista ProAgro. <https://revistaproagro.com/la-industria-del-platano-costa-rica-se-moderniza/>

LA GACETA N° 249 (2007). Decreto N° 34142-S-MAG-TSS-MINAE. <http://www.pgrweb.go.cr/DOCS/NORMAS/1/VIGENTE/D/2000-2009/2005-2009/2007/F265/B442B.HTML>

Hidalgo-Ruiz, E. (2012). Evaluación de un empaque biodegradable a partir de almidón modificado de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) con adición de capsaicina, sobre el desarrollo del fruto de plátano Dominico Hartón (*Musa AAB SIMMONDS*) [Tesis de grado, Universidad del Cauca]. Repositorio institucional. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/810/EVALUACION%20DE%20UN%20EMPAQUE%20BIODEGRADABLE%20A%20PARTIR%20DE%20ALMID%20MODIFICADO%20DE%20YUCA%20%28Manihot%20esculenta%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2012). X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011. https://www.cipacdh.org/pdf/Resultados_Generales_Censo_2011.pdf

IPGRI-INIBAP/CIRAD. (1996). Descriptores para el banano (*Musa* spp.). Instituto International de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Red International para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francis; y el Centre de cooperation internationale en recherche agronomique pour le developpement, Montpellier, Francia. https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/migrated/uploads/tx_news/Descriptors_for_banana_Musa_spp_326_ES.pdf

Lewis, K.A., Tzilivakis, J., Warner, D., & Green, A. (2016) An international database for pesticide risk assessments and management. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 22(4), 1050-1064. DOI: [10.1080/10807039.2015.1133242](https://doi.org/10.1080/10807039.2015.1133242)

López Villiers, A., & Vargas, O. (2018). Funda plástica compuesta de ingredientes activos botánicos, para el control de plagas de banano. Google Patents. <https://patents.google.com/patent/WO2018130235A1/es>

Lybarger, J., Gallagher, J., Pulver, D., Litwin, A. et al. (1982). Occupational asthma induced by inhalation and ingestion of garlic. DOI: [10.1016/0091-6749\(82\)90120-8](https://doi.org/10.1016/0091-6749(82)90120-8)


Morales-García, D. (2014). Bioprospección de hongos endófitos para el control biológico del nematodo barrenador *Radopholus similis* (Cobb) Thorn en el cultivo del plátano [Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. <http://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/5797>

Olivera-Rojas, M., Ramírez-Sánchez, R. (2013). Diagnóstico del cantón de Talamanca. Dirección de vivienda y asentamientos humanos DDIS-DATV. Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. https://exnet.mivah.go.cr/Documentos%5Cinvestigaciones_diagnosticos%5Cdiagnosticos_planes_intervencion%5C2013%5CTALAMANCA%5CDIAGNOSTICO_TALAMANCA_FRONTERA.pdf

Orihuela-Solier, L. (2013). Producción de tubérculos primera generación (G1) con semilla sexual de papa (*Solanum tuberosum* L.) De polinización libre y controlada con bulk de polen de 5 clones. <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2099/Orihuela%20Solier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Puell, L., Bravo, F., Solar, M., Salomón, M., Ramos, C., & Alca, E. (2012). Dermatitis de contacto alérgica debido al ajo *Allium sativum* L. <http://www.cidemperu.org/php/fofia/pdf/f0156.pdf>

Rauh, V., Arunajadai, S., Horton, M., Perera, F., Hoepner, L., Barr, D. B. et al. (2011). Seven-year neurodevelopmental scores and prenatal exposure to chlorpyrifos, a common

- 
- agricultural pesticide. *Environmental Health Perspectives*, 119(8), 1196-1201.
<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.100316>
- Rojas-Sanabria, P., Araya-Vega, J., Álvarez, S., Fuentes, G., Velázquez-Villalta, M., & Fallas-Monge, M. (2007). Caracterización y Plan de Acción para el desarrollo de la Agrocadena del cultivo de plátano en la Región Huetar Norte. MAG.
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-10317.pdf>
- Rubel, M., Hossain, M., Hafiz, M., Rahman, M., & Khatun, M.R. (2019). Effect of banana bunch covering technology for quality banana production in Bangladesh. *Progressive Agriculture*, 30(3), 238–252.
<https://www.banglajol.info/index.php/PA/article/view/45149>
- Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. (2017). Área sembrada de las principales actividades agrícolas, 2013-2016 (ha). SEPSA.
<http://www.sepsa.go.cr/DOCS/BEA/BEA27/superficieProduccion.html#cerrar>
- Smith-Barton, E., & Velázquez-Villalta, M. (2004). Opciones tecnológicas para la producción de plátano (*Musa AAB*) para exportación en la Región Atlántica de Costa Rica. MAG.
http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_platano_04.pdf
- Torres-Rodríguez, A., Vera, B., Elena, M., & Castaño-Ramírez, E. (2013). Evaluación ambiental de la práctica «embolsado» en plátano (*Musa aab simmonds*). *Quindío, Colombia. Luna azul*, (36), 91–109.
- van Wendel de Joode, B., Barraza, D., Ruepert, C., Mora, A. M., Córdoba, L., Öberg, M., & Lindh, C. H. (2012). Indigenous children living nearby plantations with chlorpyrifos-treated bags have elevated 3,5,6-trichloro-2-pyridinol (TCPy) urinary concentrations. *Environmental Research*, 117, 17-26. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2012.04.006>
- Villalobos-Murillo, J. (2014). Exposición de trabajadores embolsadores de plátano al plaguicida clorpirifos usado en la bolsa protectora. Cantón Talamanca, provincia Limón. Tesis de Grado. Repositorio UNA.



<https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/13259/2014%20Villalobos%20MSc%20Tesis%20Embolsadores%20Chlorpirifos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

