



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

---

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

PROPUESTA DE MANEJO DE RESIDUOS DE BOLSAS CHEMISE  
GENERADAS POR PRODUCTORES DE *Musa* AAB DEL TERRITORIO  
INDÍGENA BRIBRI DE TALAMANCA, COSTA RICA

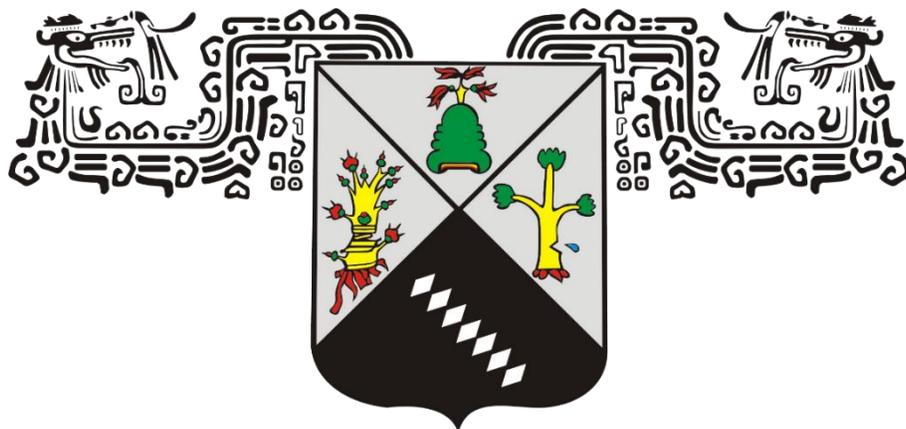
T E S I N A  
QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE  
ESPECIALISTA EN GESTIÓN INTEGRAL  
DE RESIDUOS

P R E S E N T A:  
ELENA AUXILIADORA FERNÁNDEZ MONGE

DIRECTORES:  
DRA. MARÍA LUISA CASTREJÓN GODÍNEZ  
DR. ALEXIS JOAVANY RODRÍGUEZ SOLÍS

CUERNAVACA, MORELOS

ENERO, 2023



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZÓ EN LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS, COMO PARTE DE LOS REQUISITOS DE EGRESO DEL PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS (PNPC-CONACYT 5405).

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)

Al Centro de Investigaciones en Biotecnología (CEIB) y a la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB)

Al Comité Evaluador: Dra. Ma. Luisa Castrejón, Dr. Alexis Jaovany Rodríguez Solís, Dr. José Antonio Guerrero Enríquez, Dra. Patricia Mussali Galante y Dr. Efraín Tovar Sánchez

Al Dr. Julio César Lara Manrique

Al Biólogo Martín Romero Nápoles

A Darely, Karina, Daniel, Graciela, Lidia y Kattia: generación EGIR-2021-2, con quienes compartí este maravilloso proceso de aprendizaje!

A la Asociación de Desarrollo Integral del Territorio Indígena Bribri de Talamanca (ADITIBRI)

## ÍNDICE

RESUMEN .....	i
ABSTRACT .....	ii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO .....	3
I.1. Actividad agrícola convencional.....	3
I.2. Plaguicidas: importancia y problemática .....	4
I.2.1. Plaguicida.....	4
I.2.3. Clasificación de plaguicidas .....	7
I.3. Plaguicidas organofosforados (POF).....	10
I.4. Clorpirifos (CFP) .....	11
I.4.1. Efectos del clorpirifos en la salud humana .....	12
I.4.2. Efectos del clorpirifos en el ambiente .....	19
I.5. Producción de <i>Musa</i> AAB bajo el método de embolsado.....	24
I.5.1. Generalidades de la <i>Musa</i> AAB.....	24
I.5.2. Importancia socioeconómica y cultural de la <i>Musa</i> AAB .....	26
I.6. Técnica del embolsado del plátano ( <i>Musa</i> AAB) .....	27
I.6.1. Bolsa de polietileno tratada con clorpirifos (1%).....	28
I.7. Residuo .....	29
I.7.1. Manejo de residuos .....	30
I.7.2. Normatividad en materia de residuos peligrosos .....	32
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	33
CAPÍTULO III. OBJETIVOS .....	36
III.1. OBJETIVO GENERAL .....	36
III.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
CAPÍTULO IV. PROPUESTA A IMPLEMENTAR .....	37
IV.1. Sitio de estudio.....	37
IV.1.2. Producción de <i>Musa</i> AAB en el Territorio Indígena Bribri .....	38
IV.1.3. Población de estudio.....	39
IV.2. Observación en campo y entrevistas a productores para conocer el manejo de bolsas <i>chemise</i> .....	40
IV.2.1. Observación.....	40
IV.3. Revisión bibliográfica.....	43
IV.4. Taller para la elaboración de croquis comunitarios.....	44
IV.5. Colaboración de la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Morelos, México.....	45

CAPÍTULO V. PRINCIPALES HALLAZGOS .....	47
V.1. Comunidades productoras de <i>Musa</i> AAB .....	47
V.2. Generadores de los residuos de bolsas <i>chemise</i> .....	48
V.3. Proveedores de las bolsas <i>chemise</i> .....	51
V.4. Intermediarios o comerciantes del plátano .....	54
V.5. Manejo actual de las bolsas <i>chemise</i> .....	55
V.6. Propuesta de manejo de residuos de bolsas <i>chemise</i> para el Territorio Indígena Bribri de Talamanca....	65
V.6.1. Socialización de la propuesta con instituciones competentes en materia de gestión y manejo de residuos .....	79
CAPITULO VI. CONCLUSIONES.....	81
PERSPECTIVAS.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales países consumidores de plaguicidas 1990-2018 _____	6
Tabla 2. Criterios de clasificación según el riesgo de la oms _____	9
Tabla 3. Criterios de clasificación de la OMS según su vida media de efectividad _____	9
Tabla 4. Propiedades físico-químicas del clorpirifos _____	12
Tabla 5. Estudios relacionados con la exposición a clorpirifos en la población asociada al cultivo de <i>Musa</i> AAB _____	18
Tabla 6. Estudios relacionados con la exposición de la población al clorpirifos aplicado al cultivo de <i>Musa</i> AAB _____	23
Tabla 7. Principales características de la bolsa <i>Polyinsect</i> _____	29
Tabla 8. Normatividad aplicable en materia de residuos peligrosos _____	32
Tabla 9. Guion para la observación en campo _____	41
Tabla 10. Guion diseñado para la entrevista a productores _____	42
Tabla 11. Producción anual de <i>Musa</i> AAB por comunidades _____	47
Tabla 12. Información sobre los informantes entrevistados _____	49
Tabla 13. Conocimientos y experiencias de los informantes _____	50
Tabla 14. Información de los proveedores de bolsas chemise en Talamanca _____	52
Tabla 15. Etapas de generación, acumulación y acopio temporal de las bolsas chemise _____	58
Tabla 16. Comunidades productoras de plátano: sitios visitados _____	59
Tabla 17. Condiciones mínimas requeridas para la instalación de un CAT _____	75
Tabla 18. Requerimientos para el gestor autorizado del transporte _____	77
Tabla 19. Gestores autorizados para el tratamiento de envases agrícolas rígidos y flexibles _____	78
Tabla 20. Actores sociales clave para la gestión y manejo integral de los residuos de bolsas _____	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación del síndrome colinérgico y sus efectos en la salud (Mata, 2016)	14
Figura 2. Fases de crecimiento de la <i>Musa AAB</i>	26
Figura 3. Características del sistema de cultivo de <i>Musa AAB</i> de alta densidad (Rosales et al., 2010)	26
Figura 4. Mapa del uso de suelo del territorio indígena bribri Talamanca (ADITIBRI, 2021)	39
Figura 5. Taller con dirigentes comunales y la aditibri	45
Figura 6. Mapas comunitarios elaborados por cada grupo	45
Figura 7. Presentación del empaque de bolsas Polyinsect- 500 unidades	53
Figura 8. Comercialización del producto en playones de Suretka y San Juan	55
Figura 9. actual predio de almacenamiento temporal del bolsas chemise	63
Figura 10. Propuesta de manejo de residuos de bolsas chemise en Territorio Indígena Bribri	68
Figura 11. Características de los contenedores para almacenamiento de bolsas chemise	69
Figura 12. Bolsa Barcina (Fuente: Comercializadora de Polímeros Reciclados S.A. de C.V., 2020)	70
Figura 13. Condiciones físico-sanitarias y de seguridad mínimas.	72
Figura 14. Prototipo de contenedor para ser utilizados como un Punto de Acopio Primario (Diseñado con apoyo de la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Morelos, 2022).	72
Figura 15. Mapa sobre la ubicación de Puntos de Acopio Temporales	73

## RESUMEN

La producción de plátano (*Musa AAB*) en el territorio indígena Bribri de Talamanca, Costa Rica, representa la principal actividad económica de la región, misma que está basada en el método de producción intensivo a través del monocultivo. Entre sus prácticas se requiere la aplicación de agroquímicos a fin de lograr un producto aceptable en el mercado nacional y destaca la técnica del embolsado de plátano (utilizando una bolsa de polietileno, popularmente conocida como bolsa chemise) en la última etapa productiva, cuyo plástico post-consumo se categoriza como un residuo peligroso al contener el plaguicida clorpirifos. La principal problemática en las 15 comunidades productoras de plátano del territorio Bribri es que no existe en la actualidad una gestión adecuada de estos residuos, por lo que actualmente se generan al año aproximadamente 246,933 unidades de residuos de bolsas de polietileno aditivadas con clorpirifos. Tal cifra de bolsas se traduce en un consumo anual de 543 kg de clorpirifos como ingrediente activo para la producción del plátano bajo el método actual. Debido a las propiedades peligrosas y de toxicidad del clorpirifos, el manejo inadecuado de las bolsas chemise representa un riesgo ocupacional directo para los embolsadores y una vez liberado al ambiente, para la población ambientalmente expuesta y para los ecosistemas naturales, por lo cual se requiere de una solución urgente para su gestión adecuada. Es por ello que el presente trabajo tuvo como objetivo el diseño de una propuesta de manejo de residuos de bolsas chemise específica para este territorio indígena. Para ello se realizó un diagnóstico sobre el manejo actual de los residuos de bolsas chemise en el territorio a través de entrevistas a productores de las comunidades, observación de campo, revisión bibliográfica y un taller con dirigentes comunales y con la asociación de desarrollo del territorio. Como resultado se desarrolló una estrategia para el manejo integral de los residuos de bolsas chemise, la cual será socializada con las instituciones competentes en materia, actores sociales clave y con los responsables directos e indirectos de su generación, a fin de lograr su implementación.

**Palabras clave:** plátano, *Musa AAB*, Costa Rica, Clorpirifos, bolsas *chemise*.

## ABSTRACT

Plantain (*Musa AAB*) production in the Bribri indigenous territory of Talamanca, Costa Rica, represents the main economic activity in the region, which is based on the intensive production method through monoculture. Among its practices, the application of agrochemicals is required in order to achieve an acceptable product in the national market, and the plantain bagging technique stands out (using a polyethylene bag, popularly known as a chemise bag) in the last productive stage, whose post-consumption plastic is categorized as a hazardous waste as it contains the pesticide chlorpyrifos. The main problem in the 15 plantain-producing communities of the Bribri territory is that there is currently no adequate management of this waste, which is why approximately 246,933 units of waste from polyethylene bags with chlorpyrifos as an additive are currently generated per year. Such a number of residual bags are translated into an annual consumption of 543 kg of chlorpyrifos as an active ingredient for plantain production under the current method. Due to the dangerous and toxic properties of chlorpyrifos, improper handling of chemise bags represents a direct occupational risk for the baggers and, once released into the environment, for the environmentally exposed population and for natural ecosystems, for which it is required an urgent solution for proper management. That is why the present work aimed to design a specific chemise bags waste management proposal for this indigenous territory. For this, a diagnosis was made on the current management of chemise bag waste in the territory through interviews with community producers, field observation, bibliographic review, and a workshop with community leaders and with the territory development association. As a result, a strategy was developed for the comprehensive management of chemise bag waste, which will be socialized with the competent institutions in the matter, key social actors, and with those, directly and indirectly, responsible for their generation, to achieve its implementation.

**Keywords:** Plantain, *Musa AAB*, Costa Rica, chlorpyrifos, chemise bags.

## INTRODUCCIÓN

Los agroquímicos como los plaguicidas sintéticos son sustancias químicas que presentan alta toxicidad. Por lo tanto, los residuos generados a partir de su fabricación, utilización y posterior uso se catalogan en su mayoría como peligrosos. Un inadecuado manejo de estos residuos, dependiendo de sus propiedades, puede causar riesgos, accidentes y enfermedades al corto, mediano o largo plazo para quienes los manipulan, y en general, para la salud humana de quienes están expuestos. Aunado a esto, generan impactos en los recursos naturales y en la vida silvestre, por sus características ecotóxicas y de persistencia ambiental.

Actualmente, en Costa Rica se siguen utilizando productos agroquímicos que son muy peligrosos tanto para la salud humana como para el ambiente. Entre ellos destaca el clorpirifos, insecticida organofosforado, el cual se utiliza normalmente en el país para una gran variedad de cultivos, a pesar de la normativa que regula su uso. Posee características de toxicidad y se ha determinado que tiene efectos crónicos en el sistema nervioso, entre otras consecuencias. Una de las prácticas más comunes de su uso es en las bolsas protectoras de los racimos del plátano (*Musa AAB*), conocidas popularmente como bolsas “*chemise*”, las cuales están impregnadas con clorpirifos. Estudios en el país han determinado que existen importantes riesgos laborales, relacionados con la exposición a estos productos, principalmente para los embolsadores de plátano, así como para la población ambientalmente expuesta, e inclusive en el consumidor final.

En este aspecto destaca el Territorio Indígena Bribri del cantón de Talamanca, Costa Rica, cuya principal actividad socio-económica y productiva es el cultivo del plátano, en manos de pequeños y medianos productores independientes, bajo la técnica convencional del embolsado. Según estudios realizados en comunidades indígenas de dicha localidad, existe una problemática actual relacionada con la falta de sensibilización, el inadecuado manejo y disposición de los residuos de la bolsa post-cosumo, tanto por parte de los agricultores, de los fabricantes y distribuidores de la bolsa, así como de los comerciantes intermediarios que les compran el plátano para distribuirlo en todo el país.

Aunado a esto, no existe en el cantón ningún gestor autorizado responsable de la recolección ni el tratamiento de las bolsas chemise, convirtiéndolas en un potencial contaminante ambiental y un riesgo para la salud humana. Se destaca que dicho territorio se encuentra en una zona de difícil acceso y

actualmente no existe acompañamiento técnico a productores sobre buenas prácticas agrícolas, ni se promueven alternativas ecológicas al uso de agrotóxicos; así como tampoco se ofrecen soluciones al problema por parte de los gobiernos locales e instituciones competentes, que garanticen soluciones efectivas y duraderas para mitigar los impactos ambientales y amenazas a la salud humana de los productores y pobladores de la región.

Por lo anterior expuesto y con base a los resultados de investigaciones previas y a lo que dicta la normativa en materia, surge la necesidad de realizar un aporte que contribuya a dar solución al problema, el cual consiste en una propuesta sobre el manejo de residuos de bolsas chemise generadas por productores de plátano del territorio indígena Bribri de Talamanca. Esta incluye las etapas de separación desde la fuente, acopio primario y temporal, recolección, transporte y la entrega a un gestor autorizado, a fin de minimizar la problemática actual en torno al inadecuado manejo de los residuos.

## CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

### I.1. Actividad agrícola convencional

El modelo actual de agricultura tradicional o convencional para la producción de alimentos en el mundo, también conocido como agricultura de altos insumos, es un sistema estandarizado de producción a escala comercial, generalmente destinados a la exportación, agroindustria y al abastecimiento del mercado nacional. Tuvo sus orígenes en Estados Unidos a finales de la década de 1940, con la adopción del paradigma tecnológico de la modernización capitalista de la agricultura conocido como “Revolución Verde”, cuyo principio se basó en la producción extensiva e intensiva de cultivos de una sola especie durante todo el año, conocido como monocultivos, con altas densidades de siembra, en extensas áreas y dependiente de insumos externos, para generar mayor cantidad de alimentos. Hoy en día sus métodos han sido adoptados en cultivos a pequeña y mediana escala en manos de campesinos y comunidades indígenas (Bejarano, 2017).

Este sistema es dependiente de la aplicación de un paquete tecnológico que incluye desde la selección y mejoramiento genético de semillas que garanticen cultivos de alto rendimiento, hasta la incorporación de métodos intensivos de labranza y de riego, el uso de agroquímicos, así como de maquinaria pesada y vehículos eficientes (maquinización de la agricultura). El principal insumo es la aplicación intensiva de productos sintéticos, conocidos como agroquímicos, a fin de aumentar el rendimiento en un corto plazo, mejorar la productividad del cultivo y con ello obtener mayores y mejores cosechas (Bejarano, 2017).

Este modelo agrícola estadounidense fue impulsado por la Fundación Rockefeller, con el apoyo de organizaciones como la FAO de las Naciones Unidas y entes financieros como el Banco Mundial, entre otros, posicionándolo como el modelo a seguir, el cual fue transferido y adoptado en México, y posteriormente implementando en Latinoamérica, Asia y África, el cual se vio favorecido por la globalización capitalista neoliberal y los tratados de libre comercio, convirtiendo a los alimentos en mercancías (Bejarano, 2017).

## I.2. Plaguicidas: importancia y problemática

### I.2.1. Plaguicida

De acuerdo con el Codex Alimentarius (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Organización Mundial de la Salud [FAO y OMS], 2022) se define a un plaguicida como *“cualquier sustancia destinada a impedir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, incluidas las especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos agrícolas o piensos (...). El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladores del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o inhibidores de la germinación, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra el deterioro durante el almacenamiento y transporte”*. Antes de ser utilizado, un plaguicida debe ser formulado en un producto comercial, mezclando el ingrediente activo con otros compuestos químicos (Bejarano, 2017).

Los plaguicidas de síntesis química son ampliamente utilizados para el control químico de plagas agrícolas, enfermedades y malezas, las cuales disminuyen el rendimiento productivo del cultivo, mismas que se ven beneficiadas de los monocultivos debido a sus características de homogeneidad ecológica y genética. Por lo tanto, su alta vulnerabilidad a las plagas de insectos, enfermedades y malezas hace de este modelo un sistema productivo dependiente de la aplicación de plaguicidas, los cuáles junto con los fertilizantes, representan los agroquímicos de mayor uso en la agricultura intensiva (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria [CEDRSSA], 2020).

El concepto de plaga relacionados con las plantas y la producción agrícola, es un concepto simplemente antropogénico y se refiere a cualquier especie, raza, biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales. Antes del siglo XX, el control de plagas y enfermedades agrícolas se hacía con métodos que incluían desde la rotación y combinación de cultivos, hasta el descanso de la tierra, entre otras prácticas culturales. Sin embargo, después de la segunda guerra mundial, con la explosión demográfica, los plaguicidas se consolidaron como uno de los agroquímicos de mayor uso en la agricultura, por lo cual su consumo se intensificó de manera justificada, señalándose como la vía más eficiente de incrementar el rendimiento de los cultivos y así aumentar el volumen de alimentos, dando paso a un cambio en la forma de producir alimentos (CEDRSSA, 2020).

La presencia de plagas en un cultivo disminuye el valor de la cosecha y la calidad del producto, dañando directamente las partes que el agricultor va a comercializar, como frutos, tubérculos, tallos y raíces, entre otros, o indirectamente al dañar las partes que no serán cosechadas, perjudicando el rendimiento del cultivo. Las plagas más importantes que afectan los cultivos son los insectos, malezas, hongos, bacterias, plantas parásitas, animales más grandes como aves y mamíferos, entre otros, generando alta dependencia de insumos plaguicidas para su aniquilación o control de la población, a fin de que el cultivo crezca sin competencia, lo cual incrementa los costos para su producción (CEDRSSA, 2020).

Sin embargo, cientos de especies categorizadas como plagas en la agricultura han desarrollado resistencia contra los diferentes tipos de plaguicidas, por lo que se han vuelto inefectivos para controlar químicamente a estos organismos, requiriéndose de una mayor aplicación de estos insumos o el uso de plaguicidas sintéticos más potentes, lo que genera una mayor dependencia y generando residuos de plaguicidas. Por su parte el Codex Alimentarius hace alusión al término “residuo de plaguicida” y lo define como *cualquier sustancia especificada presente en alimentos, productos agrícolas o alimentos para animales como consecuencia del uso de un plaguicida e incluye cualquiera de sus derivados (productos de conversión, metabolitos, productos de reacción o aquellas impurezas consideradas de importancia toxicológica* (FAO y OMS, 2022).

### **I.2.2. Uso de plaguicidas a nivel mundial**

Actualmente el 75% mercado mundial de plaguicidas está en manos de cuatro megacorporaciones transnacionales: Dow-Dupont (fusión de las estadounidenses Dow y Dupont), China National Chemical Corporation (la cuál compró a la suiza Syngenta), Bayer (la cual adquirió a la estadounidense Monsanto) y la alemana BASF, mismas que además tienen el monopolio de las semillas híbridas y transgénicas y más del 75% de la investigación privada en ambos insumos (Bejarano, 2017).

Los datos que se muestran a continuación corresponden al conjunto total de plaguicidas, así como los cuatro subgrupos más importantes: insecticidas, herbicidas, fungicidas y bactericidas. En términos generales se estima que entre 1990 y 2018 el consumo mundial de plaguicidas pasó de 2.3 a 4.1 millones de toneladas, es decir aumentó en un 56%. En el 2018, tan solo 11 países concentraron el 78% de la demanda mundial de plaguicidas, encabezando la lista China, seguido de Estados Unidos y Brasil, siendo este último, el mayor consumidor de plaguicidas de América Latina -seguido de Argentina- y el tercero a nivel mundial (Tabla 1). En este periodo destacan algunos países por presentar un aumento

exorbitante en su uso de plaguicidas, entre ellos Ecuador, Brasil, Argentina y México, en contraste con países como Francia y Rusia, los cuales disminuyeron su consumo en un 13 y 11%, respectivamente. En el caso de México, en ese lapso de 18 años la demanda de plaguicidas se duplicó, resaltando que el subgrupo de insecticidas creció un 122%, el de los fungicidas un 104% y el de los herbicidas un 72% (CEDRSSA, 2020).

**TABLA 1. PRINCIPALES PAÍSES CONSUMIDORES DE PLAGUICIDAS 1990-2018**

Países	1990 (Ton)	2018 (Ton)	Crecimiento (%)
<b>Total mundial</b>	<b>2,299,979</b>	<b>4,122,334</b>	<b>79</b>
<b>China</b>	765,307	1,763,000	130
<b>Estados Unidos</b>	400,976	407,779	2
<b>Brasil</b>	49,695	377,176	659
<b>Argentina</b>	26,156	172,928	561
<b>Canadá</b>	29,568	90,839	207
<b>Francia</b>	97,701	85,072	-13
<b>Rusia</b>	86,2	76,369	-11
<b>Australia</b>	17,866	63,416	255
<b>España</b>	39,562	61,343	55
<b>Ecuador</b>	2,537	60,733	2,294
<b>México</b>	26,625	53,144	100

Fuente: CEDRSSA con datos de FAOSTAT (FAO, 2020)

Hasta el día de hoy los plaguicidas se siguen utilizando en la agricultura convencional a fin de evitar pérdidas importantes de las cosechas; sin embargo, las estimaciones apuntan a que tan solo 10% de los plaguicidas aplicados llegan a las plagas objetivo dejando que la mayor parte de los plaguicidas se dispersen directamente en el ambiente. A pesar de que una gran cantidad de plaguicidas, principalmente los más peligrosos, están prohibidos en los países desarrollados, son estos últimos quienes ofrecen un amplio mercado, para luego ser vendidos y exportados a los principales compradores, que son los países en vías de desarrollo. Estos países carecen de regulaciones estrictas que reduzcan o prohíban el uso de plaguicidas; una situación común en los países de Latinoamérica (Pérez-Consuegra, 2018).

- **Uso de plaguicidas en Costa Rica**

Costa Rica forma parte de los países con mayores niveles de importación y consumo de agrotóxicos a nivel mundial. En el 2014, por ejemplo, se registró que el 90.1% de las fincas agrícolas utilizaba plaguicidas sintéticos, con un promedio de aplicación de 51.2 kg/ha, inclusive por delante de países como Colombia (17.6 kg/ha) y Ecuador (6 kg/ha), los cuales tienen condiciones climáticas similares a Costa Rica y una mayor extensión de suelo para uso agrícola (Alpizar et al., 2018). De acuerdo con el Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible del 2019, entre el 2008 y el 2016 la importación de plaguicidas al país sumó un total de 8,863.636 kilogramos de ingrediente activo. A pesar de esto, Costa Rica dispone de un amplio marco normativo en materia de regulación de agroquímicos; sin embargo, carece de una política y un plan donde se establezcan de forma clara y puntual el enfoque y las acciones del Estado en la temática. Además, algunas de estas normas flexibilizan muchos requisitos y prescinden de evaluaciones de riesgo, dejando por fuera requisitos relacionados con la determinación de posibles afectaciones a la salud humana y al ambiente, así como acciones preventivas sobre los efectos del uso de plaguicidas (Chacón, 2019).

Aunado a esto, el país continúa utilizando plaguicidas que en otros países han sido eliminados o prohibidos, los cuales han sido clasificados por la OMS como sumamente peligrosos, entre ellos, etoprofos, terbufos, fenamifos, cadusafos y oxamil. De acuerdo con el informe emitido recientemente por la Organización Panamericana de la Salud y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [OPS-PNUD] (2022), los 10 plaguicidas más utilizados en el país entre el 2012 y 2020 fueron el mancozeb, glifosato, paraquat, diazinón, ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), terbufos, diurón, clorpirifos, clorotalonil y carbendazim; que a su vez reportan el mayor número de incumplimientos sobre los Límites Máximos de Residuos detectados. En el caso del paraquat (comercialmente conocido como gramoxone) se ha advertido sobre su toxicidad en el Convenio de Rotterdam. Contrario a este panorama se ha determinado que la producción de alimentos de manera orgánica abarca tan solo un 1.9% del área agrícola nacional.

### **I.2.3. Clasificación de plaguicidas**

- **Según su uso o ámbito de aplicación**

Agricultura o sanidad vegetal (también llamados fitosanitarios), ganadería, forestal, salud pública, urbano, jardinería, industria, higiene de personas o para uso domiciliario (Cid, 2014).

- **Según la plaga que controlan (acción biocida)**

Según la plaga o problema que controlan puede ser acaricida (contra ácaros), fungicida (contra hongos), bactericida (contra bacterias), herbicida (contra hierbas indeseables), insecticida (contra insectos), molusquicida (contra moluscos), nematocida (contra nemátodos), rodenticida (contra roedores como ratas y ratones), y otras (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [SADER y SENASICA], 2019).

- **Según su formulación**

Se les encuentra en estado sólido (polvo técnico, polvo soluble, polvo humectable, gránulos dispersables, granulados, tabletas o pastillas, polvo para espolvoreo), líquidos (concentrado emulsionable, líquidos miscibles, soluciones, suspensiones) y en otras formulaciones: cebo, aerosol, bolsas hidrosolubles, gases (SADER y SENASICA, 2019).

- **Según su modo de acción**

**Contacto:** actúa al penetrar y ser absorbido por el integumento de la plaga.

**Ingestión:** debe ser ingerido por la plaga para que haga efecto.

**Sistémicos:** la planta lo absorbe al aplicarse, moviéndose a puntos distantes del punto de aplicación.

**Fumigantes:** se aplican en estado gaseoso y el organismo lo absorbe por distintas vías, se aplican en lugares cerrados.

**Defoliantes:** el follaje u hojas de las plantas se caen.

**Repelentes:** sustancia que se aplica a las plantas, y la plaga lo rechaza el posarse por lo que no se alimentan del todo o de manera parcial (SADER y SENASICA, 2019).

- **Según su toxicidad (riesgo o peligro que representan)**

La OMS se rige bajo criterios de clasificación basados en las categorías de peligrosidad o de toxicidad aguda del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, para determinar el riesgo o la probabilidad que tiene un plaguicida de causar efectos adversos a la salud humana o al ambiente. Este sistema distingue el riesgo resultante -o riesgo agudo- de una exposición única o repetida, durante un periodo relativamente corto. En la tabla 2, se muestra la clasificación (Organización Mundial de la Salud y Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas [OMS-IPCS], 2020).

TABLA 2. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN SEGÚN EL RIESGO DE LA OMS

Clase	DL <sub>50</sub> para rata mg/Kg de peso corporal	
	Oral	Dérmica
Ia Sumamente peligroso	<5	<50
Ib Muy peligroso	may-50	50-200
II Moderadamente peligroso	50-2000	200-2000
III Poco peligroso	Más de 2000	Más de 2000
U Poco probable que presente un peligro agudo	5000 o más	

La Dosis Letal 50% (DL<sub>50</sub>) significa dosis letal media, es decir, la cantidad de miligramos de ingrediente activo por kilogramo de peso requerido para matar al 50% de los animales de laboratorio expuestos (generalmente ratas). Se basa en la toxicidad inducida por vía oral o dérmica para dichos mamíferos, ya que es lo más usado en toxicología (OMS e IPCS, 2020).

▪ **Según su vida media de efectividad**

De acuerdo con la clasificación de los plaguicidas recomendada por la OMS por el peligro que presentan (OMS e IPCS 2020), la **vida media** o DT<sub>50</sub>, de un plaguicida se refiere al tiempo necesario (en días) para convertir el 50% de este compuesto o mezcla aplicada en otra(s) sustancia(s), en cualquiera de las matrices o compartimentos ambientales (agua, aire, suelo, biota). La clasificación usada depende de su **persistencia**, término que se refiere a la capacidad de una sustancia o compuesto, de permanecer en un sustrato del ambiente en particular, después de que ha cumplido el objetivo por el cual se aplicó. A partir de esto, surge una clasificación, tal como se muestra en la tabla 3:

TABLA 3. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE LA OMS SEGÚN SU VIDA MEDIA DE EFECTIVIDAD

Persistencia	Vida media
No persistente	De días hasta 12 semanas
Moderadamente persistente	De 1 a 18 meses
Persistente	De varios meses a 20 años
Permanente	Indefinidamente

Fuente: OMS e IPCS (2020)

▪ **Según su composición o familia química**

A continuación, se mencionan las familias de plaguicidas más importantes:

- ✓ **Organoclorados:** su estructura química corresponde a la de los hidrocarburos clorados, lo que les da una característica de alta estabilidad física y química, generando en estos una alta persistencia en el ambiente y una lenta biodegradabilidad. El más conocido de este grupo es el DDT, que puede permanecer hasta 30 años en el ambiente. Entre otros se menciona el aldrín,

endosulfán y endrín (Zaragoza-Bastida et al., 2016). Se acumulan en el tejido graso o adiposo, incorporándose en la cadena alimenticia (SADER y SENASICA, 2019).

- ✓ **Organofosforados:** agrupa las sustancias orgánicas derivadas de la estructura química del fósforo. En la agricultura los insecticidas son los más usados en el mundo. Ejemplo es el glifosato y el clorpirifos. Se amplía la información en el siguiente apartado.
- ✓ **Carbamatos:** son similares a los organofosforados en su modo de acción biológica y son muy usados en el hogar y en la agricultura. Tienen un amplio rango de niveles de toxicidad a mamíferos y de propiedades biológicas. Ejemplos de ellos son: aldicarb, bendiocarb, carbaryl, metomil, pirimicarb, carbofurán y propoxur (baygon) (SADER-SENASICA, 2019).
- ✓ **Derivados bipiridilos:** herbicidas no selectivos, de contacto, de acción rápida y de amplio uso en la agricultura para controlar la mala hierba. Son muy irritantes y este grupo incluye al paraquat, diquat, entre otros (SADER-SENASICA, 2019).
- ✓ **Triazinas:** de los más utilizados en el mundo, para eliminar las malas hierbas en la agricultura intensiva de cultivos de gran importancia comercial como el maíz, trigo, sorgo, soja y caña de azúcar (Amador-Hernández et al., 2021).

### I.3. Plaguicidas organofosforados (POF)

Los plaguicidas organofosforados (POF) son una familia de sustancias orgánicas que constituyen un grupo heterogéneo, cuya base es la estructura química del fósforo. En la actualidad tienen muchas aplicaciones, desde su uso como aditivos para el petróleo, disolventes y en la industria de colorantes, cuero artificial, ablandadores de plástico, entre otros (Fernández et al., 2010). En la agricultura tienen un amplio uso como insecticidas y fungicidas, principalmente porque son menos persistentes en el ambiente con respecto a los organoclorados. Sin embargo, entre sus propiedades fisicoquímicas más importantes destacan sus características liposolubles y son medianamente volátiles, lo que les otorga características que facilitan su absorción, toxicidad variable (I, II, III) y bioacumulación en las cadenas tróficas (Marín y Jaramillo, 2015).

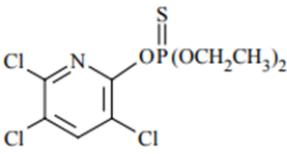
Su principal característica es su capacidad de inhibir la enzima acetilcolinesterasa (AChE) en las terminaciones nerviosas, lo que genera una alteración en el funcionamiento del impulso nervioso en el organismo del individuo. Por lo tanto, un cuadro de intoxicación por POF deriva en un espectro de signos y síntomas que se le conoce como síndrome colinérgico caracterizado por alteración del estado

de conciencia, debilidad muscular y se excesiva actividad secretora (Fernández et al., 2010). La mayoría son utilizados como insecticidas de contacto y de acción estomacal, pero también se emplean como sistémicos, que al ser aplicados al suelo y plantas son absorbidos por raíces, hojas, tallos y corteza, circulan a través de la savia, y una vez los insectos se alimentan de la planta se intoxican siendo el principal efecto en estos, su afectación en el sistema nervioso central (SADER-SENASICA, 2019). Si bien los organofosforados son menos persistentes en el ambiente que los organoclorados, son más tóxicos para los vertebrados, principalmente en mamíferos. Sin embargo, existe un amplio intervalo de toxicidad entre los insecticidas, por lo cual sus efectos no se pueden generalizar (Ponce et al., 2006). Por su toxicidad en humanos y su gran distribución en el mundo, son uno de los grupos químicos que más intoxicaciones accidentales presentan. Además del sistema nervioso tienen efectos importantes en los sistemas respiratorio y circulatorio (Carranza, 2012).

#### **I.4. Clorpirifos (CFP)**

El *O,O*-dietil-*O*-3,5,6-tricloro-piridinolfosforotioato, o bien, el clorpirifos -nombre común en español-, es un compuesto que pertenece al grupo químico de los plaguicidas organofosforados (POF) y posee un amplio espectro de acción insecticida. Es un sólido cristalino de color blanco a tostado y su estabilidad disminuye a medida que aumenta el pH en el medio en que se encuentra. En la agricultura generalmente se le encuentra en distintas formulaciones, como en spray para hojas, aplicado directamente al suelo o aditivado en una bolsa de polipropileno especial para cubrir los frutos de la especie del cultivo de interés (Watts, 2012). En la siguiente tabla se especifican sus características físico-químicas más destacables.

**TABLA 4. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL CLORPIRIFOS**

<b>Nombre Químico</b>	O,O-diethyl O- [3,5,6-trichloro-2-pyridyl] phosphorothioate
<b>Estructura</b>	
<b>Peso Molecular</b>	350.6 g/mol
<b>Fórmula molecular</b>	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> Cl <sub>3</sub> NO <sub>3</sub> PS
<b>Estado</b>	Sólido cristalino
<b>Punto de fusión</b>	41.5 – 42.5°C
<b>Presión de vapor (25 °C)</b>	1.75x10 <sup>-5</sup> torr
<b>Solubilidad en agua (20 °C)</b>	1.4 mg/L
<b>Densidad (25 °C)</b>	1.51 g/mL

Fuente: Morales, 2021; Lastra, 2016

En el año 2000 la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) prohibió el clorpirifos para el uso doméstico; sin embargo, actualmente se sigue utilizando como insecticida en la agricultura para combatir una amplia variedad de plagas y cultivos y en otros ámbitos, por lo cual es uno de los insecticidas utilizado de manera más extensiva y en varias regiones (Carranza, 2012).

#### **I.4.1. Efectos del clorpirifos en la salud humana**

Se puede estar expuesto al clorpirifos de muchas formas, debido a su amplia variedad de usos y formulados, sin embargo, la ruta más común de ingreso al organismo humano es a través de la ingesta (lo cual incluye ingerir alimentos contaminados con residuos de este plaguicida), por contacto directo mediante la vía dérmica o a través de la inhalación del producto. El riesgo de exposición laboral al plaguicida sucede durante su preparación, previo a su uso, pero también se debe tener especial atención al manejo post-consumo y en los sitios de disposición de estos productos o sus envases, ya que la exposición por esta vía es alta (ATSDR, 1997).

Muchos son los factores que influyen en el riesgo de intoxicación, por un lado, tienen que ver con la dosis, la vía de entrada al organismo y el tiempo de exposición al plaguicida, así como la rapidez de acceso a un centro de atención. Con respecto al tiempo de exposición para que se llegue a manifestar

el efecto tóxico, derivan dos tipos: agudos y crónicos, siendo la toxicidad aguda o inmediata los efectos tóxicos derivados en una exposición de corta duración (menos de 24 horas), mientras que la toxicidad crónica o a largo plazo, se define como la capacidad de una sustancia para producir efectos adversos en un organismo como resultado de una exposición continua o repetida en cantidades relativamente bajas, pero por un periodo de tiempo prolongado, provocando acumulación del agente tóxico en el organismo generando efectos crónicos (De la Cruz, et al., 2010). También existen otros factores que influyen significativamente en el grado de toxicidad, principalmente relacionados con los aspectos fisiológicos y genéticos del organismo expuesto, o con el tipo de exposición. Entre las poblaciones más vulnerables se encuentran las mujeres embarazadas, los neonatos y niños menores de dos años, así como los trabajadores agrícolas; estos últimos debido a que manipulan directamente el producto (OPS y PNUD, 2022).

#### **I.4.1.1. Efectos en la salud asociados a la toxicidad aguda del clorpirifos**

La exposición aguda a niveles bajos de clorpirifos, puede causar en las personas diversos síntomas, como mareos, fatiga, y cambios en el ritmo cardíaco. Estudios han determinado que la exposición a esta sustancia por poco tiempo puede causar debilidad muscular en las personas, semanas después de la desaparición de los síntomas originales (Villalobos, 2014). Según la vía de entrada, los síntomas más comunes son:

- **Por inhalación:** Constricción pupilar, calambres musculares, salivación excesiva, espasmos musculares, convulsiones, mareo, transpiración, dificultad para respirar y sibilancia, secreción nasal, pérdida de la consciencia.
- **Por vía ocular:** capacidad irritativa ocular, dolor y enrojecimiento de ojos, lagrimeo, constricción pupilar, visión borrosa.
- **Por contacto con la piel:** principalmente alergias.
- **Por ingesta:** salivación excesiva, náusea, vómitos, calambres abdominales, diarrea.

Por su parte, la exposición oral de corta duración a niveles más altos (gramos) de clorpirifos de los límites de exposición permitidos, puede causar parálisis, convulsiones, desmayos e inclusive la muerte (ATSDR, 1997).

### I.4.1.2. Efectos en la salud asociados a toxicidad crónica del clorpirifos

#### 1. Afectación en el sistema nervioso (neurotoxicidad)

Los efectos adversos más comunes del clorpirifos están relacionados con el neurodesarrollo y otras alteraciones del sistema nervioso. El principal mecanismo de acción responsable de dichos efectos está relacionado directamente con la alteración del sistema nervioso, por cuanto ocurre la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa (AChE), cuya función biológica es la neurotransmisión en el sistema nervioso central y periférico. Dicha inhibición resulta en una sobreestimulación de los receptores colinérgicos, los cuales están presentes en la mayoría de órganos dando como resultado un “síndrome colinérgico”, desencadenando en efectos tóxicos tanto agudos como crónicos. La acetilcolinesterasa, también conocida como colinesterasa verdadera, forma parte de la familia de las colinesterasas (ChE), y son un grupo de enzimas que se encuentran ampliamente distribuidas tanto en el reino animal como el vegetal. Dicha enzima se encuentra principalmente en las neuronas colinérgicas periféricas y centrales (Moyano, 2016). Como resultado de la inhibición de la AChE se genera tres grandes síndromes colinérgicos, que derivan en una serie de efectos en los seres humanos (Mata, 2016), lo cual se muestra a continuación (Figura 1):

1. Síndrome colinérgico agudo	2. Síndrome intermedio	3. Neuropatía periférica retardada
<ul style="list-style-type: none"><li>• 1.1 Sudoración, broncoconstricción, incremento de secreción bronquial, diarreas, parálisis transitoria de músculos respiratorios, temblores y miosis.</li><li>• 1.2 Los fallos respiratorios pueden derivar en la muerte.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2.1. Debilidad muscular proximal de los músculos que controlan cuello, los miembros anteriores y debilidad respiratoria.</li><li>• 2.2. Se dan a escasos días de la exposición o cuadro agudo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3.1. Degeneración de las fibras de las vías nerviosas espinales y de los músculos miembros que estas inervan, parálisis muscular.</li><li>• 3.2. Derivan de los dos síndromes anteriores, 2 ó 3 semanas posteriores de la aplicación del producto.</li></ul>

FIGURA 1. CLASIFICACIÓN DEL SÍNDROME COLINÉRGICO Y SUS EFECTOS EN LA SALUD (MATA, 2016)

#### 2. Alteraciones del sistema endocrino

El Programa Interinstitucional para la Gestión Racional de los Productos Químicos (IOMC), el cual está integrado por varias organizaciones de las Naciones Unidas, a través de su informe *Estado de la Ciencia de los Disruptores Endocrinos, 2012*, incluye al clorpirifos entre los productos químicos catalogados como disruptores endocrinos, los cuales interfieren con la acción normal del sistema endocrino, responsable de controlar un gran número de procesos del cuerpo, a través de las más de 50 tipos de

hormonas segregadas por las glándulas que lo conforman. Sus efectos incluyen procesos tempranos, como la diferenciación celular durante el desarrollo, la formación de tejidos y órganos hasta la función y desarrollo normal del organismo humano en etapas adultas (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Organización Mundial de la Salud [PNUMA-OMS], 2013). Seguidamente se exponen los efectos más importantes asociados con dicha alteración:

➤ **Exposición prenatal y en la primera infancia**

Se ha determinado que existe una posible relación entre la exposición crónica al clorpirifos en etapas tempranas del desarrollo humano, con el riesgo de padecer trastornos metabólicos que pueden desencadenar en una serie de alteraciones, entre ellas:

**-Desregulación del páncreas:** la ingesta del clorpirifos a través de la alimentación del feto durante la gestación y en la lactancia tiene relación con la alteración funcional del páncreas en la edad adulta, lo cual puede desencadenar en la desregularización del metabolismo de la glucosa y la síntesis de la hormona insulina, subsecuente progresión de la diabetes tipo II en su vida posterior.

**-Trastornos del espectro autista (TEA) y otros desórdenes neurológicos:** se ha asociado la exposición prenatal al disruptor endocrino con la aparición del TEA, déficit atencional, y desordenes de la hiperactividad en los infantes, como consecuencia de la exposición de mujeres embarazadas o en etapas en lactancia que viven en un radio de 2 km de zonas agrícolas que utilizan clorpirifos. La naturaleza hidrofóbica del clorpirifos favorece su acumulación en la leche materna.

➤ **Otros trastornos metabólicos asociados**

La exposición crónica del ser humano al clorpirifos está asociada al desarrollo de padecimientos como hipertensión arterial, hiperglucemia, hipertrigliceridemia, síndrome metabólico de por vida y aumento del índice de masa corporal (IMC). Inclusive se ha relacionado que la ingesta de la sustancia puede influir en el funcionamiento del intestino y la microbiota intestinal lo cual promueve la obesidad y la resistencia a la insulina (OPS y PNUD, 2022).

### **3. Enfermedades cardiovasculares**

El clorpirifos figura entre los plaguicidas cuya exposición se ha asociado con el infarto agudo de miocardio no mortal (OPS y PNUD, 2022).

### **4. Genotoxicidad**

Se ha determinado una correlación entre la exposición ocupacional de trabajadores al clorpirifos con aberraciones cromosómica, mutaciones o lesiones en el material genético (ADN), lo cual que representa un riesgo para la integridad del genoma. Dichas afectaciones pueden aumentar el riesgo de desarrollar cáncer, problemas reproductivos y otras afectaciones (Vindas et al., 2004).

### **5. Carcinogenicidad**

A pesar de que la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) ha clasificado al clorpirifos como no cancerígeno, existen estudios que de manera paralela han determinado que la exposición prolongada aumenta el riesgo de padecer distintos tipos de cáncer, entre ellos la leucemia en trabajadores ambientalmente expuestos (Picco et al., 2010). Aunado a esto se ha asociado con el riesgo de desarrollar cáncer de células renales, incidencia de cáncer de pulmón por una exposición prolongada, asociación positiva con el riesgo de cáncer rectal, linfoma de Hodgkin -especialmente en la población masculina-, glioma (cáncer en el cerebro y médula espinal) y cáncer de mama. Debido a que existen precedentes se recalca una necesidad de seguir explorando y promover más estudios sobre los efectos que el clorpirifos podría tener en la incidencia de cáncer (OPS y PNUD, 2022). Referente al cáncer de seno, estudios sugieren que el uso del clorpirifos está asociado con un mayor riesgo de desarrollar dicha patología. De acuerdo con Cocca et al. (2015), esto se relaciona directamente con su característica de disruptor endocrino, lo cual afecta la fisiología de las glándulas mamarias, cuya función depende del metabolismo de las hormonas femeninas, de tal forma que la desregulación del estímulo estrogénico tiene repercusión sobre la carcinogénesis mamaria y el desarrollo de otros tipos de cáncer.

### **6. Parkinson**

Las dos principales causas de la enfermedad del Párkinson están relacionadas con la susceptibilidad genética, pero también con la exposición a plaguicidas de uso agrícola. De acuerdo con Hugh-Jones et al. (2020) a través de su estudio “Enfermedad del Párkinson en Louisiana 1999-2012”, sobre la incidencia y riesgo relacionado con la exposición a los plaguicidas utilizados en la agricultura local, se determinó una relación entre el uso de tres plaguicidas, entre ellos el clorpirifos, en la silvicultura,

bosques y pastos, con la incidencia de la enfermedad de Parkinson. La población con mayor riesgo relativo a desarrollar Parkinson fueron aquellos que vivían en áreas de mayor recarga acuífera de uso para consumo humano, contaminada con dichas sustancias. Así también, la relación entre la exposición a plaguicidas y el desarrollo de la enfermedad de Parkinson, también se ve reflejada en otros tres estudios realizaos en Estados Unidos, donde se vinculó la exposición al plaguicida clorpirifos con el riesgo de desarrollar la enfermedad de Parkinson (PNUD, 2022).

Para efectos del tema de estudio, en la tabla 4 se resumen algunas de las investigaciones realizadas en la región latinoamericana, relacionados con los riesgos y efectos en la salud de los embolsadores de plátano y de la población residente de comunidades productoras de plátano, producto de la manipulación y/o de la exposición ambiental a las bolsas impregnadas con el plaguicida clorpirifos.

**TABLA 5. ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN A CLORPIRIFOS EN LA POBLACIÓN ASOCIADA AL CULTIVO DE *MUSA AAB***

Título de investigación	Objetivo del estudio	Principales hallazgos	Referencia
<b>Genotoxicidad de tres plaguicidas utilizados en la actividad bananera de Costa Rica</b>	Evaluación de la genotoxicidad in vitro de tres plaguicidas utilizados en la industria bananera para determinar cuál o cuáles de las tres sustancias podrían contribuir al daño en el ADN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se detecta daño del imazalil y el clorpirifos en la hebra sencilla del ADN, siendo el clorpirifos el que induce mayor daño genotóxico</li> <li>• Las concentraciones de 25, 50, 75 y 100 µg/ml, de imazalil y del clorpirifos causaron incrementos altamente significativos en la migración del ADN.</li> <li>• El daño causado es dependiente de las concentraciones utilizadas.</li> <li>• Existe una correlación lineal positiva entre la migración del ADN y las concentraciones probadas, tanto en el imazalil como en el clorpirifos. Se determina que el tiabendazol no induce cambios en la migración del ADN al variar la concentración</li> </ul>	Vindas, et al, 2004
<b>Aberraciones cromosómicas en trabajadoras en plantas empacadoras de <i>Musa paradisiaca</i> expuestas a plaguicidas en Costa Rica</b>	Conocer si la exposición ocupacional a los plaguicidas utilizados en las plantas empacadoras de banano, provoca daño en los cromosomas de las células somáticas de las trabajadoras expuestas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las trabajadoras del empaque de banano en Costa Rica están expuestas directamente a imazalil y tiabendazol (fungicidas que se aplican a la fruta); además del clorpirifos.</li> <li>• Se encontraban indirectamente expuestas al resto de los plaguicidas que se estaban utilizando en esas fincas en el momento del muestreo, según la información extraída de los expedientes del Departamento de sustancias tóxicas y medicina del trabajo del Ministerio de Salud: cadusafós, carbofurán, terbufós, oxamil, glisofato, paraquat, ametrina, diuron, Bacillus thuringensis, diazinon, Dipterox, Neguvon, formalina, bromuro de metilo, Beloran, Banodine, mancozeb, benomil, tridemorph, maneb, clorotalonil, propiconazol, Calcium, Dithar, Tilt, Calixin, Vondozeb.</li> </ul>	Cuenca et al, 2004
<b>Estudio sobre exposición al clorpirifos y efectos en la salud de trabajadores bananeros, La Lima, Honduras.</b>	Evaluación y cuantificación de la exposición de trabajadores de fincas bananeras al clorpirifos y sus posibles efectos en el sistema nervioso central y periférico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La labor de protección de la fruta, con la bolsa impregnada con clorpirifos, implica importantes riesgos para la salud de los trabajadores a pesar del uso de equipo de protección.</li> <li>• Los participantes han presentado intoxicación aguda subclínica o leve, síntomas neurotóxicos crónicos y neuropsiquiátricos importantes, efectos sobre funciones del sistema nervioso central y posiblemente sobre el periférico.</li> </ul>	Wesseling et al., 2006
<b>Exposición de trabajadores embolsadores de plátano al plaguicida clorpirifos usado en la bolsa protectora, cantón Talamanca, provincia Limón.</b>	Evaluación de la exposición de embolsadores y no-embolsadores al plaguicida clorpirifos, usado en bolsas protectoras de racimos de plátano, en fincas de las comunidades de Suretka, Shiroles, Margarita y Paraíso, Talamanca.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presencia del principal metabolito del clorpirifos, el 3, 5, 6-tricloropiridinol (TCP) en la orina de todos los participantes.</li> <li>▪ Embolsadores tienen un nivel de exposición grande al clorpirifos usado en la bolsa que recubre el plátano, siendo la piel o dermis la principal vía de absorción por el nivel de contacto bolsa-mano, número de bolsas manipuladas, pericia y rapidez de embolsado, duración de la jornada y frecuencia de contacto.</li> </ul>	Villalobos, 2014

<p><b>Contaminación de operarios con clorpirifos, por práctica de” embolsado” de banano (Musa sp.) en Urabá, Antioquia.</b></p>	<p>Evaluación los niveles de contaminación de los operarios expuestos al insecticida contenido en la bolsa de campo empleada en el cultivo de banano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80% de los embolsadores de una de las fincas han presentado alteraciones en su nivel de colinesterasa y en general no se realizan chequeos mínimos.</li> <li>• Población de estudio joven, entre los 20 y 40 años con falencias en su equipo de protección personal.</li> <li>▪ El promedio de sobreexposición laboral de los participantes al agrotóxico es de 11 años, donde generalmente manipulan también otros productos con otras categorías toxicológicas.</li> </ul>	<p>Aguirre et al., 2014</p>
<p><b>La exposición a plaguicidas y el neurodesarrollo en niños de 6-9 años de edad, Talamanca, Costa Rica.</b></p>	<p>Evaluación para determinar si la exposición a clorpirifos, mancozeb y piretroides químicos está asociada con daños en el desempeño cognitivo, motor, conductual y sensorio- motor de los niños expuestos a tales químicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Niños y niñas entre 6 y 9 años que viven cerca de plantaciones de banano y plátano en la región de Talamanca, están expuestos a plaguicidas que pueden afectar su neurodesarrollo.</li> <li>▪ La exposición al clorpirifos puede perjudicar la cognición, funciones sensoriales y motoras, comportamiento y capacidad para discriminar colores.</li> <li>▪ Indicadores de TCP en orina de infantes demuestra la absorción de este plaguicida usado en el embolsado del racimo.</li> </ul>	<p>De Jooodea et al., 2016</p>

#### I.4.2. Efectos del clorpirifos en el ambiente

El clorpirifos es un ingrediente activo peligroso resultando en una sustancia que puede entrar fácilmente al ambiente, principalmente mediante la aplicación directa en cultivos (pulverización líquida, granular o aditivado en una bolsa protectora del fruto, por poner algunos ejemplos), escorrentía como producto de las lluvias, derrames o por la inadecuada eliminación de los residuos que lo contienen y a través de la volatilización siendo esta última la principal vía de propagación después de su aplicación (EPA 2020).

Una vez en el ambiente (aire, suelo o agua) el clorpirifos se transforma a través de varias rutas, principalmente por efecto de la luz solar (fotólisis en el aire), el metabolismo del suelo y acuático (aeróbico y anaeróbicamente) y otros procesos químicos (ATSDR, 1997), degradándose rápidamente a compuestos más complejos y tóxicos en condiciones naturales. Estos metabolitos de degradación toxicológicamente relevantes corresponden al clorpirifos-oxón (CPO), por oxidación del clorpirifos, 3,5,6-tricloro2-piridinol (TCP) y el ácido dietilfosfórico (DETP), principales productos de su hidrólisis, y otros como el 3,5,6-tricloro-2-metoxipiridina (TMP) y O-etil-O-(3,5,6-tricloro-2- Piridilo). Sobre el CPO y el TCP se ha demostrado que son más peligrosos que el compuesto principal, debido a su estructura cíclica y de cloración (similar a los compuestos organoclorados, los cuales presentan mayor toxicidad ambiental que los organofosforados) (Chai et al., 2013).

El aire interior, los alimentos y el suelo se han considerado los medios ambientales con el mayor grado de contaminación por clorpirifos, mientras que el aire ambiente, las aguas subterráneas y las aguas superficiales tienen menores grados de contaminación.

### **Persistencia**

Referente a su persistencia en el ambiente se ha determinado que la vida media del clorpirifos en el ambiente depende de una serie de condiciones, por lo cual se destaca un estudio realizado en el 2012, titulado *Clorpirifos: un posible contaminante orgánico persistente (COP)* a nivel global, el cual consiste en una revisión de estudios que muestran que la sustancia es lo suficientemente persistente como para considerar que cumple con los criterios que dicta la Convención de Estocolmo. Este compuesto químico se clasifica como un COP bajo condiciones específicas, y como ejemplo destaca la gran persistencia en condiciones muy frías y a menudo oscuras como en glaciares y lagos fríos propios del Ártico, donde se han hallado depósitos que datan de la década de 1980 (Watts, 2012).

### **Suelo**

De acuerdo con Chai, 2009, citado por John y Shaik (2015), la vía de entrada más común del clorpirifos al suelo es mediante su aplicación directa, mediante la deriva por pulverización o a través del lavado foliar. Su degradación en el suelo puede ser tanto biótica (microbiana) como abiótica (a través de hidrólisis y fotólisis), tanto aeróbica como anaeróbica y su vida media varía desde unos pocos días hasta inclusive años. Su tasa de degradación varía dependiendo de varios factores que van desde la tasa de formulación y aplicación del plaguicida, de las condiciones del clima, del tipo de ecosistema y de los microorganismos del suelo en que actúa, así como de su pH, humedad y temperatura. Se ha determinado que la vida media del clorpirifos es más reducida bajo condiciones tropicales que en condiciones templadas, pero su persistencia aumenta conforme exista mayor materia orgánica en el suelo, con la disminución de la temperatura y del pH y con la disminución de luz ultravioleta (Watts, 2012).

Por lo anterior expuesto la persistencia del clorpirifos en el suelo depende de sus características, por lo cual el rango puede considerarse de extremo a no persistente, de la misma forma que su movilidad puede ser de ligera a inmóvil (De la Cruz et. al, 2010). Una vez absorbido al suelo no percola fácilmente y por lo general, permanece en el área donde fue aplicado porque tiene una fuerte tendencia de ser

absorbido por el suelo adhiriéndose a sus partículas y dificultando su lixiviación a las aguas subterráneas (Risher, 1997).

### **Aire**

Dentro de las características químicas del clorpirifos se encuentra que presenta volatilización intermedia, de manera tal que puede encontrarse en el ambiente en forma de vapor o adheridos a partículas atmosféricas, por la cual puede desplazarse largas distancias antes de depositarse. Cuando el clorpirifos sufre fotólisis por radiación UV se degrada en los metabolitos TCP y CPO (Torres et. al, 2021).

Se ha detectado el clorpirifos en el agua de niebla, así como también en ambientes interiores poco ventilados en lugares que reciben la aplicación constante del plaguicida. Destacan estudios que evidencian niveles importantes del agrotóxico en el aire con población infantil ambientalmente expuesta, como es el caso de infantes que estudian cerca de plantaciones bananeras. Como ejemplo se menciona un estudio realizado en 12 centros educativos del cantón de Matina de la provincia de Limón, Costa Rica, rodeados de plantaciones que hacen uso intensivo de agroquímicos y como principal hallazgo destaca la presencia constante del clorpirifos en el aire exterior, tal como se detalla en el punto 1 de la tabla 6.

### **Agua**

Es un plaguicida con una baja solubilidad y persistencia en el agua (De la Cruz et. al, 2010), por lo tanto, una vez que entra en contacto con un cuerpo de agua, permanecerá poco tiempo cerca de la superficie para luego volatilizarse, sufrir fotólisis o hidrólisis Sin embargo, por su tendencia a asociarse más con la fase orgánica que con la acuosa, puede lograr atravesar membranas biológicas y acumulación en lípidos, por lo cual una vez alcanza los ecosistemas acuáticos, puede generar graves daños, ya que es un compuesto muy tóxico para los organismos acuáticos, y puede causar efectos adversos a largo plazo (Risher, 1997).

A través de un estudio realizado en el 2016 en 10 cuencas de España, para determinar la presencia de plaguicidas disruptores endocrinos en ríos, se detectó al clorpirifos en ocho de las cuencas analizadas, lo cual denota que su uso continúa siendo extenso, aun cuando su uso ha sido prohibido. Este estudio

destaca que es el plaguicida detectado en mayor número de alimentos en este país (Balaguer et al., 2018).

### **Ecotoxicología**

Se ha determinado que el clorpirifos puede resultar muy tóxico en los organismos vivos, entre ellos los acuáticos, ya que se absorbe a través de las branquias y la piel, pudiendo provocar efectos adversos en sus sistemas hormonal, nervioso e inmune, de forma que su bioacumulación puede ocurrir a través de la cadena alimentaria, como en peces, crustáceos y algas. Se ha determinado que es entre alta y extremadamente tóxico para organismos acuáticos (como peces, crustáceos, dáfnidos o crustáceos planctónicos), anfibios, lombrices de tierra, algas, insectos y aves (efectos negativos en su reproducción), y medianamente tóxico para los mamíferos (De la Cruz et. al, 2010). En la base de datos completa en línea de la Red de Acción sobre Plaguicidas se enumeran más de 3.962 registros de toxicidad aguda y crónica acuática para el clorpirifos (PAN 2014). De acuerdo con la EPA (2020) se han reportado incidentes ecológicos para todos los taxones, entre los que destacan muertes significativas de peces, de aves, abejas y plantas. Iannacone (2015) destaca que la toxicidad del clorpirifos ha sido estudiada en distintos organismos no destinatarios como aves, peces, insectos y otros invertebrados, por lo que se ha declarado en muchos países como pesticida de gran riesgo ecológico. Como ejemplo de esto se describen en los puntos 2, 3 y 4 de la tabla 6. Tres estudios realizados en peces y abejas, lo cual demuestra el alto riesgo de mortalidad que tienen a causa de la exposición al clorpirifos.

**TABLA 6. ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN AL CLORPIRIFOS APLICADO AL CULTIVO DE *MUSA AAB***

Título y autor	Objetivo	Método de muestreo	Tamaño de muestra	Principales hallazgos
<p><b>1. Evaluación de la contaminación ambiental en aire y polvo por plaguicidas, en 12 centros educativos del cantón de Matina, Limón, Costa Rica</b> Córdoba, 2016</p>	<p>Analizar la contaminación ambiental en aire y polvo por plaguicidas, en una muestra de centros educativos que se encuentran a diferentes distancias de plantaciones bananeras en el cantón de Matina</p>	<p>Toma de muestras ambientales repetitivas de aire usando técnicas de recolección pasiva y mediciones de aire activas Periodo: desde junio de 2010 hasta diciembre de 2011 (cuatro periodos consecutivos)</p>	<p>-Diez centros educativos que estuvieran a menos de 100 metros (inmersos) y dos centros educativos que estuvieran a más de 1,5 kilómetros (no inmersos) de una plantación bananera -Un total 52 muestras de aire pasivo en 12 centros educativos, y 16 muestras de aire activo en tres centros educativos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se detectaron en total 18 diferentes plaguicidas, 9 de ellos utilizados para el cultivo de <i>musa paradisiaca</i> producida de manera intensiva en la zona: clorpirifos, clortalonil, epoxiconazol, difenoconazol, spiroxamina, tebuconazol, propiconazol, pirimetanil, bitertanol.</li> <li>• El clorpirifos que está aditivado en las bolsas que protegen los racimos, se detectó en el 98% de las muestras de aire pasivo (n=51) y en todas las de aire activo.</li> <li>• Las concentraciones en el aire pasivo fueron casi seis veces mayores en los centros educativos inmersos, comparado con los no inmersos, habiendo una correlación positiva entre los dos tipos de muestreo, debido a la presencia constante de este plaguicida en el aire.</li> <li>• Resultados en polvo: se encontraron 9 tipos de plaguicidas en las muestras de polvo pasivo, tanto inmerso como no inmerso, pero el clorpirifos no se detectó.</li> </ul>
<p><b>2. Evaluación del riesgo ecológico de los plaguicidas y mortandad de peces en la cuenca del Sixaola, Costa Rica</b> Polidoro y Morra, 2016</p>	<p>Determinar la relación y el riesgo ecológico del uso de agroquímicos más comúnmente utilizados para las plantaciones de variedades de <i>musa paradisiaca</i> y el reporte de repetidos eventos de muertes de peces que se observan regularmente</p>	<p>Se aplicaron dos métodos: dispositivos de muestreo pasivo o dispositivos de membrana semipermeable (SPMD) con la capacidad para detectar niveles minúsculos de sustancias químicas y muestras de captura de agua superficial Un multímetro calibrado de laboratorio para registrar el oxígeno disuelto, el pH, conductividad, salinidad y temperatura durante el muestreo</p>	<p>-Siete sitios de muestreo a lo largo de la cuenca del río Sixaola: Sixaola, Cana, Margarita, Sandbox, Shirolita (ríos o arroyos), Gandoca (estuario costero) y un pozo de agua para consumo humano en la comunidad de Sixaola. -Cada sitio fue muestreado al menos 8 veces durante un período de 18 meses</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plaguicidas comúnmente encontrados en muestras de agua fueron difenoconazol y diurón, mientras que con SPMD fueron clorpirifos y difenoconazol. Los límites de detección para los análisis de muestras de agua estaban muy por encima de las concentraciones de clorpirifos y terbufos</li> <li>• El muestreo por toma de agua ocurrió durante dos eventos de muerte de peces, o en proceso de morir, los cuales se encontraron en los puntos elegidos correspondientes a canales adyacentes a plantaciones intensivas de banano, detectándose importantes concentraciones de clorpirifos, terbufos y difenoconazol</li> </ul>
<p><b>3. Impacto de plaguicidas en la abeja melífera <i>Apis mellifera</i></b> Iannacone, 2015</p>	<p>Evaluar el impacto de 5 plaguicidas en la abeja melífera <i>A. mellifera</i>: dos formulados (clorpirifos y fention) y tres de grado técnico (kresoxim-metil, lufenuron y pendimetalin)</p>	<p>Bioensayos toxicológicos con los plaguicidas sobre <i>A. mellifera</i> se realizaron bajo condiciones controladas en laboratorio para determinar la toxicidad letal aguda de contacto y oral a 48 h de exposición, siguiendo las guías estandarizadas internacionales bajo condiciones controladas, con alimento ad libitum y microaplicaciones de 5 µL-abeja-1 por gota tópica a nivel abdominal en adultos de <i>A. mellifera</i>. Las abejas muertas fueron contadas y removidas cada 24 h y el experimento duró 48 h.</p>	<p>-La abeja doméstica (<i>A. mellifera</i>) raza híbrida (italiana-carniola) de menos de una semana (nodriza), fue colectada y obtenida del apiarío de un apicultor privado del distrito de La Victoria, de Lima, Perú</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El cociente de riesgo de contacto y oral (QH) fue mayor a 50 para la evaluación de riesgo por plaguicidas solo para fention y clorpirifos, lo que indica un alto riesgo en la abeja melífera tanto en ensayos de ingestión y de contacto</li> <li>• Para el caso de estudio recomiendan la aplicación del fention y/o del clorpirifos para el control de la hormiga arriera cortadora de hojas <i>Atta spp.</i> y de la mosca de la fruta <i>C. capitata</i>, cuando la actividad polinizadora de las abejas se mínima</li> </ul>
<p><b>4. Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola</b> Martín y Arenas, 2018</p>	<p>Determinación del efecto de los pesticidas en la relación ecológica de las abejas con el medio ambiente y los sistemas de producción</p>	<p>Revisión sistemática usando el método o declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses)</p>	<p>Se seleccionaron reportes, incluyendo artículos científicos, revisión, tesis de posgrado e informes técnicos que describieran el efecto letal y subletal de los pesticidas en las abejas. en un periodo de 15 años, entre los años 2002-2017, sin restricción de área de estudio</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El uso extensivo de insecticidas y con diferentes blancos de acción en monocultivos, podría generar daños alternos en las poblaciones benéficas de insectos como las abejas. Tal como el clorpirifos puede limitar la capacidad inmune de insectos como la abeja <i>Drosophila melanogaster</i>.</li> <li>• En el caso en los departamentos agrícolas de Boyacá, Cundinamarca, Magdalena y Santander de Colombia se ha reportado contaminación en la miel con residuos de pesticidas, los cuales corresponden principalmente a organofosforados (47.5%) lo que sugiere que se aplican pesticidas en exceso, destacando el clorpirifos, que se encontró de forma residual en el 36.1% de las mieles analizadas.</li> <li>• La presencia de compuestos como el clorpirifos en mieles, además de afectar la inocuidad del alimento, presenta un riesgo para la salud del consumidor y para la colmena</li> </ul>

## **I.5. Producción de *Musa* AAB bajo el método de embolsado**

### **I.5.1. Generalidades de la *Musa* AAB**

*Musa* AAB es el nombre científico de la *Musa* en estudio, comúnmente conocida como plátano Hartón o falso cuerno. Es una planta herbácea perenne que puede llegar a medir hasta 15 metros, perteneciente a la familia Musaceae, del género *Musa*. Tiene su origen a partir del cruce de dos especies silvestres: *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*, que por hibridación, poliploidía y composición genómica de los clones se representan respectivamente, como A y B (Muñoz, 2006).

El cruce de ambas especies deriva en una sola de nombre *Musa × paradisiaca* o *Musa paradisiaca* cuyos cultivos más conocidos son el plátano, la banana, el banano, el cambur, el guineo, entre otros, según la región geográfica. Esta especie es originaria de las regiones tropicales y subtropicales del sudeste de Asia, desde donde se introdujo en África y, siglos después a las zonas tropicales y subtropicales de América Latina (Muñoz, 2006). En países latinoamericanos como Ecuador, Colombia, Honduras, Perú y Costa Rica a la *Musa* AAB se le conoce popularmente como plátano, plátano verde, plátano para cocer o hartón, mientras que en México se le llama plátano macho.

*Musa* AAB consta de un tallo subterráneo llamado rizoma, del cual brota un pseudotallo aéreo, así como las raíces y yemas laterales que forman los hijos. Del pseudotallo emergen de forma enrollada las hojas que al expandirse pueden alcanzar una longitud de 2 a 4 metros. Las inflorescencias o grupos de flores reunidas en cada bráctea dan origen a los frutos de la planta o plátanos, los cuales se agrupan en racimos colgantes, conocidos también como manos. Esta planta es polimórfica, pudiendo contener entre 5 a 20 manos, mismas que contienen entre 3 a 20 frutos. El fruto o plátano tiene una forma curvada que puede alcanzar entre los 7 a 15 cm de largo, 4 cm de diámetro y pesar 200 g por unidad (INTAGRI, 2021). A continuación, se describen las condiciones más importantes para garantizar su adecuado desarrollo, seguido de sus fases o etapas de crecimiento:

- **Condiciones climatológicas**

Las condiciones ideales de temperatura comprenden los 18 y 38°C; altitud entre los 0-2,000 msnm, siendo que a mayor altitud se reduce su rendimiento y se prolonga el ciclo vegetativo. Con respecto a la luminosidad, a mayor iluminación se da un mejor rendimiento (entre ocho y nueve meses),

mientras que con bajas intensidades de luz el ciclo puede prolongarse hasta 14 meses. Se puede sembrar en cualquier época del año siempre y cuando haya suficiente agua disponible en el suelo para un desarrollo y crecimiento normal, por lo cual las regiones tropicales húmedas son las más idóneas para su reproducción (Muñoz, 2006).

- **Ciclo vegetativo (Fases de crecimiento)**

Morfológicamente la planta de *Musa* AAB se divide en tres etapas o fases de crecimiento, las cuales son importantes de conocer y diferenciar para comprender su proceso de desarrollo y producción y de esta forma el agricultor pueda programar el manejo agronómico de los cultivos. Un ciclo vegetativo para la producción de plátano bajo un modelo convencional o de alta densidad, lo cual se amplía en el siguiente punto, dura aproximadamente nueve meses. A continuación, se mencionan las tres fases del ciclo vegetativo y las prácticas más importantes para cada una, seguidas de la imagen (figura 2) donde se les puede apreciar:

- ✓ **Fase vegetativa:** desde la siembra hasta la diferenciación floral. Duración de 4 a 5 meses. Destacan las prácticas de deshije, desvío de puyones, deshoje, amarre de plantas y destronque.
- ✓ **Fase productiva o floral:** se da la formación de flores femeninas y masculinas, las primeras formarán los frutos. Esta fase dura aproximadamente 3 meses.
- ✓ **Fase productiva:** desde la finalización de la diferenciación floral, comienza con la emergencia de la inflorescencia, el llenado de frutos (dedos) del racimo hasta la cosecha. Dura aproximadamente 3 meses, lo cual está determinada por las condiciones del ambiente y las prácticas agrícolas aplicadas. Entre las prácticas más importantes en esta etapa está el desflore, la poda de manos (desmane), el embolse y el encintado a fin de lograr un mejor rendimiento y cosecha (Barrera et al., 2011). Con respecto al embolse y encinte, su principal finalidad es proveer protección a los frutos del ataque de plagas y de las condiciones ambientales y climáticas, labor indispensable en el mercado de exportación y que debe llevarse a cabo a partir de la segunda semana después de la emisión de la inflorescencia (Rojas et al. 2007).



FIGURA 2. FASES DE CRECIMIENTO DE LA *Musa* AAB

- **Características del sistema productivo de plátano de alta densidad**

El sistema productivo de *Musa* AAB convencional o de alta densidad depende de varias actividades que se apoyan y complementan entre sí, cuyas características principales se muestran en la siguiente figura:

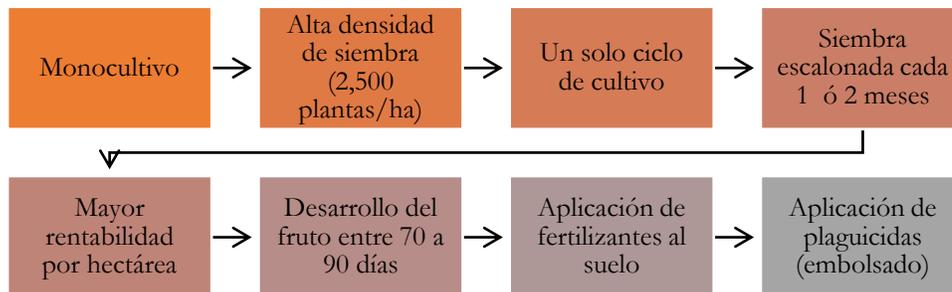


FIGURA 3. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CULTIVO DE *Musa* AAB DE ALTA DENSIDAD (ROSALES ET AL., 2010)

### I.5.2. Importancia socioeconómica y cultural de la *Musa* AAB

La variedad de *Musa paradisiaca* en estudio, junto con el plátano o banano (fruto que se consume dulce y fresco) perteneciente a esta misma especie, ocupan el cuarto lugar en el mundo entre los cultivos más importantes, solamente después de cereales como maíz, trigo y arroz, y es de gran importancia a nivel socioeconómico desde un enfoque de seguridad alimentaria y de generación de empleo e ingresos (Bolaños et al., 2020).

En el caso concreto de la *Musa* AAB, se constituye como un producto agrícola de la canasta básica familiar en muchos países del mundo, en especial para la población de bajos recursos económicos de países tropicales y subtropicales, por su valor nutricional, su aporte de calorías y en especial por su alto contenido de almidones y de potasio. Representa uno de los ingredientes básicos de la cocina latina, afrocaribeña y africana (Torres et al., 2015) y no es considerado un fruto dulce, por lo que generalmente se consume cocido (frito, asado, hervido en estofados, sopas u otros) (INTAGRI, 2021). En lo que respecta a su comercialización, predomina su comercio en fresco, pero debido a los cambios de hábitos sociales y culturales, aumentado el mercado del consumo de procesados (snack) como frituras, precocidos como el patacón prefrito congelado y como semiprocados como en harinas, plátano pelado empacado al vacío (Quincero et al., 2014).

### **I.6. Técnica del embolsado del plátano (*Musa* AAB)**

Si bien la práctica de cubrir racimos de variedades de *musa paradisiaca* data de siglos, era realizada a partir de materiales naturales, como yute, telas y las mismas hojas del cultivo, para protegerlos del clima y mejorar su calidad. El uso de cobertura plástica a través de tubulares de PVC inició a mediados del siglo XX en Australia y muy pronto se reemplazó por fundas perforadas de polietileno de baja densidad (LDPE), por un tema de costos. Para la década de 1960 se expandió por el mundo y ya para 1970 se le añadió el clorpirifos, siendo hasta el día de hoy uno de los insecticidas más usados en los plásticos para la producción bananera (Buitrago et al., 2014). Por los buenos resultados que daba el insumo, en esos años la Standard Fruit Company inició pruebas en Costa Rica y Honduras, para determinar cuál era el mejor grosor de la lámina plástica, así como la distribución y distancia de sus agujeros (Arango, 2015).

La técnica del embolsado o enfunde de racimos, consiste en colocarles una bolsa que proteja al fruto de agentes externos que puedan dañarlos, como plagas, a fin de garantizar la calidad del producto. Se ha determinado que después de 24 horas del embolsado, se genera un microclima muy apropiado que mejora la temperatura, humedad y luminosidad, y como resultado puede reducir en muchos días el periodo desde la floración hasta la cosecha, garantizando mayor producción en menos tiempo (Arango, 2015). Aunado a esto, el embolsado contribuye a que los frutos no se manchen, que el crecimiento y color sean uniformes, resultando en un producto estéticamente atractivo. El contenido de clorpirifos en la bolsa se mantiene en 1% durante las primeras dos

semanas de colocada la bolsa y después de 10 semanas el ingrediente activo puede descender hasta en un 85% (Villalobos, 2014).

El procedimiento del embolsado consiste en introducir la bolsa por la parte inferior desplegándola hacia arriba, procurando no dañar los frutos. Generalmente estas fundas se fabrican con anchos entre 28 y 36 pulgadas y largos desde 60 hasta 80 pulgadas y tienen perforaciones de 4 mm para su ventilación (Transcontinental, 2021). Sobre la cicatriz de la primera bráctea se hace un nudo que quede alto y tenso, para evitar que se acumule agua en las primeras manos. La abertura de la parte inferior de la bolsa a veces se cierra, dependiendo de la cantidad de agujeros que tenga, pero puede afectar la aireación del racimo. Posteriormente, se realiza una técnica que se llama el encintado, que es una cinta plástica de color que se coloca con el fin de homogeneizar la cosecha de la fruta según su edad. Generalmente las bolsas están tratadas con clorpirifos en concentraciones de 0.5, 1 o 2% a fin de controlar las plagas de trips, polillas, cochinillas y escarabajos (ProMusa, 2020).

De tal forma que las ventajas del embolsado se podrían resumir en la generación de un microambiente adecuado para el desarrollo del racimo, aceleración del proceso de cosecha, evitar daños a la fruta a causa de plagas de insectos, favorecimiento del proceso de llenado de los frutos, lo cual mejora la presencia y calidad comercial del racimo, y la reducción de costos ya que un embolsador puede embolsar de 150-200 racimos por jornada. Por su parte, las desventajas se traducen en una serie de riesgos laborales para el embolsador si no toma las medidas adecuadas de protección, al ser un plástico no biodegradable, impregnado de una sustancia tóxica, si no se maneja de manera adecuada puede causar daños irreversibles al ambiente y a la salud humana. Cabe destacar que la práctica de encintado o encinte se realiza al momento del embolse, generalmente de manera semanal, cuya finalidad es diferenciar la madurez fisiológica de la fruta para saber en qué momento se debe cosechar. Por ende, se usan cintas de diferentes colores según la semana, las cuales deben colocarse en la parte superior del raquis o en la parte inferior de la bolsa (Rojas et al., 2007).

### **I.6.1. Bolsa de polietileno tratada con clorpirifos (1%)**

En la tabla 7 se muestran los datos más importantes contenidos en la hoja de seguridad de las Bolsas tratadas con clorpirifos al 1%, empleada para la protección de la *Musa* AAB.

**TABLA 7. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA BOLSA TRATADA CON CLORPIRIFOS**

<b>Principales aspectos de la hoja de Seguridad</b>	<b>1. Nombre comercial del producto y fabricante</b>	Bolsa <i>Polyinsect</i> , con clorpirifos para protección del plátano en el campo. Olefinas S.A., ha sido la empresa pionera en la región que produce estos plásticos agrícolas. La compañía Coveris Holdings Corp., con operaciones en México compró la empresa recientemente.
	<b>2. Composición-información de los ingredientes</b>	Poliétileno 99% - Clorpirifos 1%.
	<b>3. Descripción del producto</b>	Película de polietileno de baja densidad pigmentada blanco-azulosa opaca, a base de dióxido de titanio y azul 16180-M. Diseñadas para el control de insectos que atacan la fruta de <i>Musa</i> AAB durante el ciclo de crecimiento Ligero a olor característico del clorpirifós.
	<b>4. Empacado</b>	Se reempacan en bolsas negras para bloquear la pérdida por volatilización y por exposición a la luz y así preservar el contenido de clorpirifos en la película.
	<b>5. Almacenamiento</b>	De preferencia en bodegas y por períodos cortos. Área ventilada y fresca para evitar pérdida del material por alta temperatura ambiente y no debe exponerse a la luz ultravioleta o exceso de calor.
	<b>6. Condiciones a evitar</b>	Por periodos prolongados de almacenamiento sobre todo a altas temperaturas, el clorpirifos se puede perder.
	<b>7. Productos de combustión peligrosos</b>	Bajo condiciones de incendio los polímeros se descomponen y el clorpirifos puede emitir humos tóxicos.

Fuente: Olefinas S.A., s. f.

### **I.7. Residuo**

Para la definición de los términos que pertenecen a este punto, así como su caracterización y clasificación, se toma como referencia el marco normativo a nivel mundial y regional en materia de residuos peligrosos y plaguicidas, enfatizando en el marco legal de Costa Rica, por ser el país donde se realiza el estudio, así como de México; destacando que existen similitudes entre ambos países, en cuanto a una normatividad sólida y amplia en materia de residuos. En la tabla 8 se enlista dicha información enfatizando en la definición, estructura, categorización y denominación de los residuos, incluyendo los peligrosos y el listado para su identificación (Orjuela, 2013).

La Ley 8839 para la Gestión Integral de Residuos (2010) de la República de Costa Rica, define un **residuo** como el *material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de*

*disposición final adecuados.* Dicha Ley clasifica los residuos en tres grandes grupos a saber, según su origen o características, y los define de la siguiente manera:

- a. **Residuos ordinarios:** *aquellos de carácter doméstico, generados en viviendas o cualquier otra fuente, que presentan composiciones similares a los de las viviendas.*
- b. **Residuos de manejo especial:** *aquellos que, por su composición, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje, formas de uso o valor de recuperación, o por una combinación de esos, implican riesgos significativos a la salud y degradación sistemática de la calidad del ecosistema, por lo que requieren salir de la corriente normal de residuos ordinarios.*
- c. **Residuos peligrosos:** *aquellos que, por su reactividad química y sus características tóxicas, explosivas, corrosivas, radioactivas, biológicas, bioinfecciosas e inflamables, o que por su tiempo de exposición puedan causar daños a la salud y al ambiente.* Se incluyen los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos, siendo que dejarían de ser peligrosos únicamente si se les da un tratamiento previo para su descontaminación.

### **I.7.1. Manejo de residuos**

El Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Sólidos de Talamanca (Reglamento GIRS Talamanca, 2011), lo define como el *conjunto de actividades técnicas y operativas de la gestión de residuos que incluye: almacenamiento, recolección, transporte, valorización, tratamiento y disposición final.* Para alcanzar un adecuado manejo y gestión de los residuos sostenible e integral, el artículo 4 de la Ley 8839 (2010) establece un orden jerárquico priorizando en la prevención en la fuente, evitando y reduciendo la generación de residuos, o bien, reutilización los residuos. De no lograrse, se debe realizar la recolección selectiva y el reciclaje de los residuos que son valorizables, para luego darles un tratamiento. Por último, o la acción menos deseable, será dar una disposición final a aquellos residuos económica y ecológicamente no aprovechables. Seguidamente se definen los términos más importantes a tener en cuenta para el manejo integral de residuos:

- **Fuente de la generación:** lugar donde se generan los residuos (Reglamento GIRS Talamanca, 2011).
- **Generador:** *persona física o jurídica, pública o privada, que produce residuos al desarrollar procesos productivos, agropecuarios, de servicios, de comercialización o de consumo* (Ley 8839, 2010).

- **Gestor:** *persona física o jurídica, pública o privada, encargada de la gestión total o parcial de los residuos, y autorizada conforme a lo establecido en esta ley o sus reglamentos (Ley 8839, 2010).*
- **Separación:** procedimiento en el que se evita desde la fuente que se mezclen los residuos, para facilitar el aprovechamiento de materiales valorizables a fin de evitar su disposición final (Ley 8839, 2010).
- **Acopio:** acción para reunir los residuos generados por el responsable o generador una vez finaliza su vida útil, en un lugar conocido como centro de acopio que está acondicionado de manera segura y sostenible y con ello facilitar su recolección y posterior manejo integral (Decreto N°41527-S-MINAE, 2019).
- **Centro de recuperación de residuos valorizables:** el Reglamento de Centro de Recuperación de Residuos Valorizables N°41052-S (2019) lo define como la instalación o edificación permanente para almacenar temporalmente los residuos para su valorización, donde aquellos recuperables son pesados, clasificados y embalados, para su posterior recuperación.
- **Valorización:** de acuerdo con la Ley 8839 (2010), son el *conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor de los residuos para los procesos productivos, la protección de la salud y el ambiente.*
- **Recolección:** es la recolección de los residuos en las fuentes de generación o recipientes, para ser trasladarlos o transportados a estaciones de transferencia, sitios de tratamiento o de disposición final (Reglamento GIRS Talamanca, 2011).
- **Recolección selectiva:** es el servicio de recolección de residuos sólidos que han sido separados desde la fuente para que sean valorizados (Reglamento GIRS Talamanca, 2011).
- **Reciclaje:** es la transformación de los residuos mediante distintos procesos de valorización que permiten restablecer su valor económico y energético, para evitar su disposición final, siempre que garantice un ahorro de energía y materias primas y no afecte la salud y el ambiente (Ley 8839, 2010).
- **Tratamiento:** Proceso de transformación de los residuos o partes específicas a nuevos productos con características nuevas. Destaca el reciclaje, compostaje, tratamiento mecánico-biológico y tratamiento térmico (Reglamento GIRS Talamanca, 2011).

- **Instalación de Tratamiento:** sitio donde se lleva a cabo la transformación de los residuos a nuevos productos, o se les cambian a las características (Reglamento GIRS Talamanca, 2011).
- **Disposición final:** es la última acción de acuerdo con el orden jerárquico para el manejo de aquellos residuos económicamente y ecológicamente no aprovechables, los cuales deben disponerse de manera ordenada, definitiva, distribuida y confinada en un sitio diseñado para este fin. (Reglamento GIRS Talamanca, 2011).

### I.7.2. Normatividad en materia de residuos peligrosos

En la siguiente tabla se muestra la normatividad establecida en materia de residuos peligrosos:

**TABLA 8. NORMATIVIDAD APLICABLE EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS**

Lugar	Nombre
Internacional	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes* (ONU-2004).</li> <li>2. Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas (FAO-OMS, 2014).</li> </ol>
México	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.</li> <li>2. Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-053-054-056-057-058-SEMARNAT-1993, NOM-055-SEMARNAT-2003, NOM-133-SEMARNAT-2000, NOM-098-SEMARNAT-2002.</li> </ol>
Centroamérica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Manual para el Registro de Plaguicidas en Centroamérica (FAO, 2011) Reglamento Técnico Centroamericano -RTCA 65.03.44:07 Plaguicidas.</li> </ol>
Costa Rica	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos N°41527-S-MINAE.</li> <li>2. Reglamento para el Manejo de los Desechos Peligrosos Industriales N°27001-MINAE.</li> <li>3. Reglamento técnico: RTCR 305:1998 Transporte terrestre de productos peligrosos. Señalización de las unidades de transporte terrestre de materiales y productos químicos peligrosos N°27008 MEIC – MOPT.</li> <li>4. RTCR 504:2021 Reglamento Técnico para el Registro de Insumos Agrícolas, Plaguicidas Sintéticos Formulados, Ingrediente Activo Grado Técnico, Coadyuvantes, Sustancias afines y Vehículos Físicos de Uso Agrícola N°43469-MAG-MINAE-S.</li> <li>5. Regula el registro, la fabricación, la formulación, el reempaque, el almacenamiento, la venta, la mezcla, la comercialización y uso, de materia prima o producto formulado, de los productos que contengan el plaguicida agrícola clorpirifos N°34142-S-MAG-TSS-MINAE.</li> <li>6. Reglamento de Expendios y Bodegas de Agroquímicos N°28659-S.</li> <li>7. Reglamento para el manejo de productos peligrosos N°28930-S.</li> <li>8. Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos N°24715-MOPT-MEIC-S.</li> <li>9. Reglamento de salud ocupacional en el manejo y uso de agroquímicos N°41931– MTSS.</li> <li>10. Reglamento Disposiciones para Personas que Laboran con Plaguicidas N°18323-S-TSS.</li> <li>11. Reglamento para las actividades de Aviación Agrícola N°31520-MS-MAG-MOPT-MGPSP.</li> </ol>

## CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción agrícola mundial extensiva o monocultivo de altas densidades depende del uso intensivo de plaguicidas de síntesis química, cuya demanda lo convierte en un insumo agrícola indispensable, tanto en la agricultura a escala comercial destinada a la exportación y a las agrocadenas del mercado nacional, como en los sistemas productivos de campesinos y comunidades indígenas.

La diferencia es que generalmente estos últimos dos grupos han adoptado dichas prácticas productivas sin ningún tipo de capacitación, ni acompañamiento técnico sobre el uso y manipulación de agro-insumos con características de peligrosidad, incluyendo el posterior manejo del residuo generado. Como ejemplo se mencionan los programas de apoyo gubernamental donde otorgan a agricultores paquetes de agro-insumos como plaguicidas, pero generalmente carece de asesoramiento y acompañamiento técnico sobre los riesgos asociados a su uso y manipulación, lo que puede provocar daños irreversibles a la salud y al ambiente sobre todo cuando se le da un inadecuado manejo al envase y se elimina en la naturaleza.

En países de Latinoamérica y el Caribe, persiste el uso de plaguicidas que inclusive están prohibidos en países miembros de la Unión Europea y que han sido retirados del mercado por sus características de peligrosidad y sus comprobados efectos tóxicos, e inclusive forman parte de convenios ambientales internacionales para su eliminación. En el caso de México y Costa Rica, a pesar de que disponen de un amplio marco regulatorio nacional en materia, hasta el día de hoy persiste la debilidad en su aplicación. Y es que con la entrada en rigor de Tratados de Libre Comercio se ha favorecido la libre comercialización de estas sustancias y por ende el incremento del consumo de plaguicidas.

En el caso del insecticida clorpirifos, se destaca como uno de los plaguicidas más utilizados en países de los trópicos y sub trópicos. En México por ejemplo, es el segundo ingrediente activo de uso agrícola con mayor número de registros autorizados, para un total de 165 registros, solamente después del paratión metílico (González et. al, 2015). En Costa Rica se encuentra entre los 10 plaguicidas de mayor uso para la agricultura (PNUD, 2022), y junto a países como Colombia y Ecuador, su empleo se da principalmente en el cultivo de variedades de *Musa paradisiaca*.

En el caso puntual de Costa Rica, el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas del Centro de Investigación y Contaminación Ambiental (CICA) de la Universidad de Costa Rica, se identificado más de 150 residuos de plaguicidas de distintas familias en fuentes de agua, frutas, vegetales, granos, suelos y sedimentos. (Alpizar et al., 2018), posicionándolo como un gran consumidor de plaguicidas. La región Huetar Caribe del país destaca por la producción de plátano y banano bajo el método intensivo del embolsado la cual está impregnada de clorpirifos. Esta bolsa o funda, popularmente conocida como bolsa “*chemise*”, una vez utilizada se convierte en un residuo de tipo especial, por lo cual requiere un tratamiento diferenciado.

La exposición al clorpirifos a través del trasiego, embolsado y disposición o tratamiento final de la bolsa que lo contiene es una práctica riesgosa para la salud, donde existen estudios que inclusive determinan que los embolsadores están expuestos por encima de la dosis de referencia crónica (0.3 µg/kg día) y de la dosis de referencia aguda, resultando en un nivel de exposición preocupante al clorpirifos, donde el principal contacto se da a la hora de colocar la bolsa al racimo, tanto por la manipulación como por la inhalación del producto en ese momento. (Villalobos, 2014; De Joodea et al., 2016).

Como consecuencia del método de embolsado, persiste la problemática en torno al inadecuado manejo y disposición final de las bolsas *chemise* por parte de los pequeños productores independientes, principalmente en zonas rurales del país, de difícil acceso. A través de un diagnóstico realizado en varias comunidades indígenas del cantón de Talamanca, donde la principal actividad socioeconómica es la producción de plátano y banano, se ha identificado una falta de sensibilización y desconocimiento sobre el impacto a la salud humana de las bolsas con clorpirifos, así como de los impactos al ambiente que conlleva el inadecuado manejo de estos residuos (Carranza, 2012).

Lo más común es su acumulación al aire libre, en la vía pública, su disposición en ríos y quebradas y la quema o entierro de las bolsas plásticas. No solamente por parte de los agricultores, sino también por los intermediarios y comerciantes quienes adquieren el producto en la zona, donde se ha evidenciado que no existe ningún mecanismo o proceso de recuperación adecuado de las bolsas por parte de ellos. La situación persiste en la actualidad y aunado a esto se ha determinado que las

instituciones y gobiernos locales pertinentes no han hecho los esfuerzos necesarios y su intervención en buscar soluciones al problema no ha sido permanente ni estratégica (Carranza, 2012).

Por lo anterior expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo diseñar una propuesta para contribuir con el manejo adecuado de los residuos de las bolsas *chemise* de los cultivos de la variedad de plátano conocida como *Musa AAB*, generadas por pequeños productores de las comunidades del Territorio Indígena Bribri de Talamanca. Se pretende incluir dentro del diseño las etapas de manejo desde la generación, acumulación en la parcela y almacenamiento temporal dentro de las comunidades, transporte a un centro de acopio temporal en el cantón y su entrega final a un gestor autorizado para su tratamiento. Lo anterior con el fin proponer una solución efectiva y permanente a la problemática actual que existe en esta zona, relacionado con el manejo inadecuado de las bolsas *chemise* y su impacto negativo en la salud pública y ambiental.

Es necesario un manejo ambientalmente responsable, que garantice la aplicación de medidas que minimicen los efectos nocivos, temporales o permanentes, que puedan derivarse del clorpirifos. Se pretende que esta tesina sea un producto de apoyo para los gobiernos locales y sectores productivos de comunidades rurales, donde uno de los principales factores para garantizar su correcta implementación es la articulación con instancias como las Municipalidades o Ayuntamiento, gobiernos locales de territorios indígenas. y otras instituciones y actores sociales estratégicos y competentes en el tema, destacando que puede tomarse como ejemplo para su implementación en otras experiencias.

Hasta tanto no exista un cambio en el paradigma del modelo productivo, los efectos derivados seguirán poniendo en riesgo la salud pública, la biodiversidad y los recursos naturales y por ende serán necesarias propuestas que garanticen la protección de las personas expuestas y un adecuado manejo de los residuos que contienen plaguicidas.

## **CAPÍTULO III. OBJETIVOS**

### **III.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una propuesta de manejo de residuos de bolsas *chemise*, generados por productores de plátano (*Musa AAB*) del Territorio Indígena Bribri de Talamanca, Costa Rica.

### **III.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Realizar un diagnóstico sobre el manejo actual de los residuos de bolsas *chemise*, generados por productores de plátano del Territorio Indígena Bribri.
2. Elaborar una propuesta de manejo de los residuos de bolsas *chemise*, generados por productores de plátano del territorio en estudio.
3. Socializar la propuesta con el sector productivo en estudio y con las instituciones competentes en materia a fin de lograr su implementación.

## CAPÍTULO IV. PROPUESTA A IMPLEMENTAR

### IV.1. Sitio de estudio

Talamanca es el cantón número cuatro de los seis que conforman la provincia de Limón, Costa Rica. Posee una superficie de 2,809.93 km<sup>2</sup>, siendo el segundo cantón de mayor superficie en el país, de un total de 83, pero a la vez el segundo con el más bajo Índice de Desarrollo Humano (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2020). Se encuentra entre las coordenadas 9°37'15"N 82°50'40"O y está ubicado al sureste del país, abarcando el Caribe sur costarricense y gran parte de la cordillera de Talamanca, extendiéndose hasta la frontera con Panamá. Lo conforman cuatro distritos: Cahuita, Sixaola, Bratsi y Telire.

A su vez, es el cantón del país con mayor porcentaje de extensión territorial bajo alguna categoría de protección y/o conservación (88%), destacando las Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y los tres Territorios Indígenas que alberga (Bribri, Cabecar y Keköldi), consideradas tierras privadas. Predomina el clima tropical húmedo en la zona costera y ascendiendo la cordillera el clima tropical lluvioso. La precipitación pluvial es muy alta en la zona; con un promedio de 2,100 mm al año (Asociación de Organizaciones del Corredor Biológico Talamanca Caribe [ACBTC], 2022).

La producción agrícola representa una de las principales actividades económicas del cantón, donde prevalece el sistema agrícola convencional basado en el monocultivo y el uso de insumos agroquímicos. Le sigue el sistema de producción orgánico, que se rige por certificaciones de agencia y por último el sistema de producción tradicional o ancestral indígena Bribri y Cabécar (Mora, 2020). El principal cultivo que se da en el cantón es la *Musa* AAB, conocido popularmente como plátano verde, el cual abarca 2,934.9 ha de la superficie total (Ramírez et al., 2015).

El modelo de producción intensivo de plátano que predomina en Talamanca tuvo sus inicios en el siglo XIX, cuando se instauró en la región Huetar Caribe un enclave bananero propiedad de la transnacional United Fruit Company-UFCO, lo cual llegó a cambiar la dinámica socio-ambiental y territorial del cantón (Rodríguez, 2021). A través de otros nombres esta transnacional y otras se han mantenido instaladas en el cantón desde entonces, lo cual ha generado que pequeños y

medianos productores independientes adopten sus prácticas y el uso de agroinsumos para la producción, pero sin ningún acompañamiento ni asesoramiento técnico en aspectos como buenas prácticas agrícolas en la manipulación del insumo. Estas empresas privadas encabezan la producción en el cantón de una de las variedades de *Musa paradisiaca* conocida popularmente como banano, banana o plátano tabasco con fines de exportación.

El Territorio Indígena Bribri de Talamanca se distribuye entre los distritos, Bratsi y Telire, cuyo decreto N°16307 *Delimita Reserva Indígena Bribri de Talamanca* (1985), establece los límites y coordenadas del Territorio Indígena Bribri y la superficie, para un total de 43,690 ha. La Asociación de Desarrollo Integral del Territorio Indígena Bribri de Talamanca (ADITIBRI) es el órgano representativo de toda la Comunidad Indígena Bribri de Talamanca. Para efectos de denominación legal se emplea el término Reserva Indígena, mientras que los pueblos originarios se autodenominan Territorios. Para el censo nacional del 2011, la población Bribri del territorio indígena de Talamanca registró 7,772 habitantes, lo cual representa el 49.4% de la totalidad de habitantes indígenas bribris de todo el país, que habitan en otros tres territorios en otras zonas del país (Gómez et al., 2014).

#### **IV.1.2. Producción de *Musa* AAB en el Territorio Indígena Bribri**

En la actualidad la producción de esta variedad de plátano en el territorio Bribri se basa en el modelo productivo convencional. Anteriormente prevalecía la producción de plátano orgánico, sin embargo, dadas las exigencias del mercado, los productores de este territorio recurrieron al uso de plaguicidas para evitar plagas, así como estandarizar y mejorar la estética y tamaño del fruto, junto a otros insumos como fertilizantes y otras prácticas propias del sistema productivo, careciendo como se mencionó de acompañamiento técnico, incluidos aspectos como el manejo de envases post-consumo.

La investigación se llevó a cabo en las 15 comunidades productoras de *Musa* AAB, del territorio indígena Bribri a saber: Amubre, Bambú, Coroma (incluye Calero), Corvita, Isla Coen, Isla Blei, Isla Lari, Mojón, Ojochal, Sepecue 1, Sepecue 2, Shiroles, Sibodi, Suiiri y Suretka (ADITIBRI, 2021). Para efectos del trabajo, en lo consiguiente, se referirá a la *Musa* AAB como plátano. En la figura 4 se muestra un mapa del uso de suelo del Territorio Indígena Bribri.

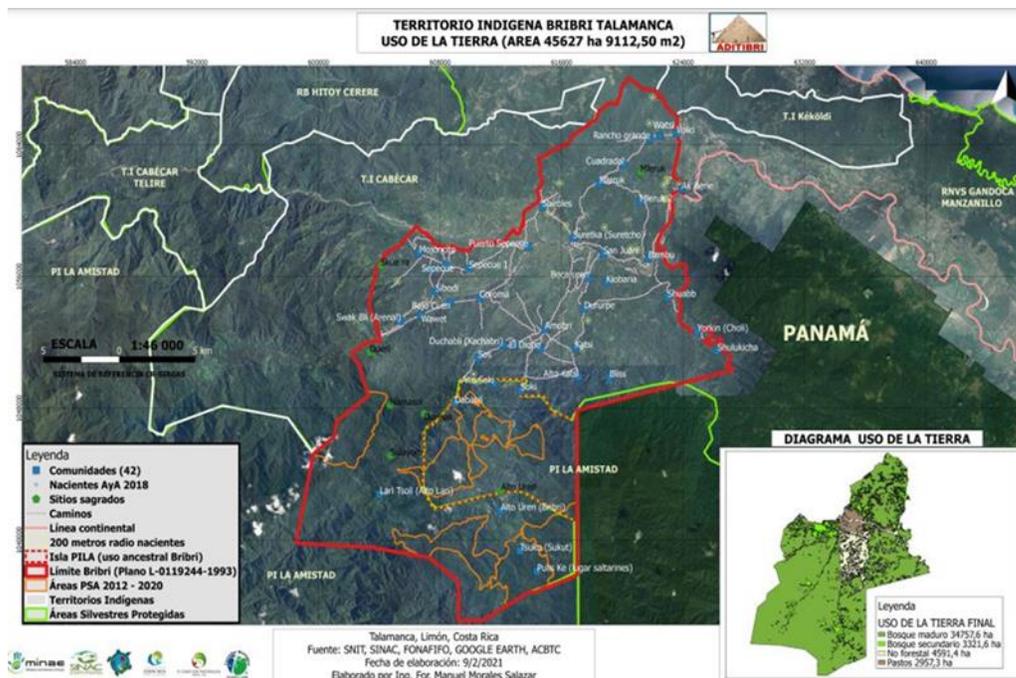


FIGURA 4. MAPA DEL USO DE SUELO DEL TERRITORIO INDÍGENA BRIBRI TALAMANCA (ADITIBRI, 2021)

#### IV.1.3. Población de estudio

Según la ADITIBRI (2021), el Territorio Indígena Bribrí de Talamanca registra 102 productores de *Musa AAB*, de los cuales el 90 cultivan bajo el método convencional del embolsado. Es decir, el 88% de los productores registrados los cuales están distribuidos en 15 comunidades del territorio en estudio, cuyas parcelas o área de producción permanente van desde las 0.5 a las 6 hectáreas de terreno sembradas. Los criterios de inclusión para elegir a los informantes que participaron en la entrevista se limitaron a los siguientes aspectos:

- Que pertenecieran a una de las comunidades productoras de *Musa AAB* dentro del territorio en estudio.
- Que actualmente fueran productores de *Musa AAB* bajo el método agrícola convencional de embolsado.

## **IV.2. Observación en campo y entrevistas a productores para conocer el manejo de bolsas *chemise***

El trabajo de campo para aplicar los instrumentos de observación y entrevistas se llevó a cabo en enero de 2022. La ADITIBRI facilitó el préstamo de un GPS marca Garmin, modelo GPSMAP64s, para georeferenciar los puntos de acopio actual y los sitios con mayor acumulación de residuos de bolsas *chemise* en las comunidades.

### **IV.2.1. Observación**

Mediante la observación, se logró determinar la situación actual del problema y con ello aspectos como el estado actual del acceso a las comunidades productoras, para definir posibles puntos o sitios estratégicos para la instalación de estructuras para el acopio y almacenamiento temporal de los residuos de bolsas. En total se geo-referenciaron 16 puntos distribuidos en el territorio de estudio, bajo el criterio de que son los lugares donde generalmente se acumula la mayor cantidad de bolsas *chemise* post-consumo. Se diseñó y aplicó una herramienta o guía de observación, con el fin de recolectar la información en cada punto, la cual se muestra en la siguiente tabla:

**TABLA 9. GUIÓN PARA LA OBSERVACIÓN EN CAMPO**

 <p>U. FACULTAD AUTÓNOMA DEL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS MORELOS</p>	<p><b>Universidad Autónoma del Estado de Morelos</b> <b>Facultad de Ciencias Biológicas</b> <b>Especialidad en Gestión Integral de Residuos</b></p>	 <p><b>EGIR</b> ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS</p>
<b>Tabla de cotejo. Observación de campo</b>		
<b>Fecha:</b>		<b>Folio:</b>
<b>Nombre de la comunidad:</b>		<b>Coordenadas:</b>
<b>Sitios visitados:</b>		
<b>Existe algún tipo de manejo de las bolsas plásticas:</b>	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> Dentro de una propiedad <input type="checkbox"/> Fuera de una propiedad	<input type="checkbox"/> No Tipo de manejo: <input type="checkbox"/> Almacenamiento <input type="checkbox"/> Acopio <input type="checkbox"/> Disposición final
<b>Si la respuesta fue No, marque con X donde corresponda</b>		
<b>Disposición final de las bolsas plásticas:</b>	<b>Descripción de hallazgos</b>	
1. Márgenes de cuerpo de agua		
2. Se queman		
3. Se entierran		
4. Vía pública y/o orilla de la carretera		
5. Se acumulan en patios de viviendas (u otros)		
Georreferenciación y descripción del sitio (s) estratégico (s) para instalar puntos de acopio:		
<b>Otras observaciones</b>		

#### **IV.2.2. Entrevistas semiestructuradas a agricultores**

Los productores de plátano embolsado de la zona fueron informantes clave para la elaboración de la propuesta. El muestreo se llevó a cabo a través de la técnica no probabilista por conveniencia, fundamentado en las condiciones de acceso y comunicación que existen actualmente con las comunidades en estudio, lo que a su vez dificultó acceder a las personas clave. Lo anterior debido a los inconvenientes en cuanto a movilización dentro del territorio, así como la dificultad de contactar a los informantes para coordinar la visita.

En total participaron 16 informantes, a quienes se les aplicó una entrevista en las mismas fechas del trabajo de observación de campo. Conforme se iba realizando el monitoreo y georreferenciación en cada comunidad, se entrevistaba al menos a un productor que se identificaba en el camino, que estuviera realizando entrega en algún sitio público o a orillas de la parcela, ya que tampoco se podía acceder a los platanales por los riesgos que esto implica. En la tabla 10 se muestra

el guion de la entrevista y en la tabla 12 se amplía la información sobre los participantes entrevistados.

**TABLA 10. GUIÓN DISEÑADO PARA LA ENTREVISTA A PRODUCTORES**

 		<b>GUIA DE ENTREVISTA PARA PRODUCTORES</b>		
<b>Fecha:</b>		<b>Hora:</b>		
<b>Comunidad:</b>		<b>Género:</b>	<b>Edad:</b>	
<b>Producto que cultiva:</b>		<b>Comunidad donde cultiva:</b>		
<b>Número de hectáreas de cultivo:</b>		<b>Distancia de siembra:</b>		
1 ¿Por qué razón utiliza el método de embolsado?		2 ¿Dónde adquiere las bolsas de chemise?		
3 ¿Le brinda el vendedor información respecto a la manipulación, colocación y manejo de los residuos de la bolsa, así los cuidados personales que debe tener? ( ) Si ( ) No		4 En el empaque de las bolsas ¿se indica que son bolsas tratadas con el clorpirifos? En caso de estar tratado con otro producto, indicar cuál.		
5 ¿Cuál método de cultivo utiliza, estable (escalonado) o anual? Explique el proceso.		6 Si la respuesta es estable, ¿cada cuánto tiempo realiza la práctica de embolsado? / Si la respuesta es anual, ¿en qué época del año realiza el embolsado?		
7 Durante las labores de embolsado, ¿Cuánto es el promedio de bolsas que utiliza por día/semana/mes? La respuesta debe ser muy precisa.		8 ¿A quién le vende la cosecha? ( ) Intermediarios- comerciantes que son del territorio indígena ( ) Intermediarios- comerciantes que son de Tlamanca ( ) Intermediarios-comerciantes que vienen de afuera del cantón ( ) Realiza la venta directamente al consumidor Indicar sitio donde realiza la entrega:		
<b>Generación y manejo de los residuos de bolsas chemise</b>				
9 ¿Dónde le quita la bolsa al racimo? ( ) En el sitio donde las cosecha ( ) En el sitio donde entrega el producto (vía pública, playón o isla) ( ) Otro: _____		10 Una vez utilizadas las bolsas ¿Qué hace con ellas?		
11 ¿Dónde almacena y dispone las bolsas?		12 ¿Le entrega las bolsas a alguien? ( ) Sí, Indicar a quién y si conoce su destino: ( ) No		
13 ¿Conoce los efectos del clorpirifos en la salud y el ambiente?		14 ¿Ha sufrido de alguna afectación en su salud como consecuencia de la manipulación de estas bolsas? ( ) Si Explicar ( ) No		
15 ¿Utiliza equipo de protección personal al realizar la labor de embolsado, cosecha y retiro de la bolsa? Sí ( ) Indicar el equipo que utiliza: ( ) No		16 ¿Estaría dispuesto a ser parte de un plan para el adecuado manejo y acopio de los residuos de las bolsas chemise?		
<b>Observaciones:</b>				

### IV.3. Revisión bibliográfica

Parte de la investigación se basó en la revisión documental, lo cual fue fundamental para conocer experiencias de otros países de la región, relacionadas con programas o estrategias para el manejo de residuos de bolsas tratadas con clorpirifos, usadas como principal insumo para la producción de variedades de *Musa paradisiaca* en contextos similares, así como otras acciones que se están implementando relacionadas con la prevención del uso del insumo peligroso en cuestión, a fin de tener un referente para el diseño de la propuesta, tal como se muestra:

- Revisión de investigaciones sobre la factibilidad de soluciones biodegradables y ecológicas para la sustitución de bolsas con clorpirifos.
- Revisión de tres iniciativas sobre la instalación de centros de acopio primario y temporales para el acopio y manejo seguro de envases vacíos de agroquímicos tanto rígidos como flexibles (empaques, bolsas impregnadas con fertilizantes o plaguicidas): Campo Limpio México, Campo Limpio Uruguay y Campo Limpio Argentina.
- Revisión del listado de gestores de residuos registrados al 30 de mayo del 2022, disponible en la página web del Ministerio de Salud de Costa Rica, para extraer y revisar las empresas, organizaciones u otros con autorizaciones vigentes, que reciben residuos de envases agroquímicos, tanto rígidos como flexibles, para dar un tratamiento de reciclaje o coprocesamiento. De un total de 1,825 gestores autorizados tanto de residuos ordinarios, como peligrosos y/o de manejo especial, se determinó que 25 reciben envases de agroquímicos, seleccionándose seis como los más apropiados para que eventualmente reciban los residuos de las bolsas, tomando como criterio su ubicación geográfica y el tipo de tratamiento que otorgan.
- Revisión de la normativa vigente que rige en materia de residuos, residuos peligrosos, agroquímicos y plaguicidas en el país, como base legal, para la elaboración de la propuesta, a través de la plataforma del Sistema Nacional de Legislación Vigente (SINALEVI).
- Búsqueda y selección de instituciones y actores sociales clave para una futura implementación.

La búsqueda se delimitó a publicaciones comprendidas entre el 2010 y 2022, se utilizó el buscador académico Google Scholar, y como palabras claves para la búsqueda se definieron las siguientes: estrategias y planes de manejo, manejo de bolsas clorpirifos, tratamiento de bolsas clorpirifos, propuestas en contextos rurales, experiencias en manejo de plaguicidas, alternativas orgánicas/agroecológicas para el cultivo de *Musa paradisiaca* y *Musa AAB*.

#### **IV.4. Taller para la elaboración de croquis comunitarios**

El taller se llevó a cabo en el mes de enero, en las instalaciones de la ADITIBRI y se obtuvo la participación de ocho dirigentes comunales del territorio y cuatro miembros de la Asociación. La investigadora fungió como facilitadora y empezó con una presentación sobre el objetivo del trabajo. Se formaron cuatro grupos de tres personas y la actividad consistió en elaborar un croquis por grupo donde se identificaran los puntos estratégicos para la instalación de estructuras o estaciones a nivel comunitario para el depósito y el almacenamiento temporal y seguro de los residuos de las bolsas chemise post-consumo, tomando en cuenta aspectos como el estado de los caminos públicos y riesgos de origen natural. La distribución de los grupos por comunidades se muestra a continuación:

**Grupo 1.** Suiiri, Amubre, Korbitea y Kachabli

**Grupo 2.** Bambú, Boca Uren, Santa Elena, Katsi, Alto Katsi, Namu Woki

**Grupo 3.** Shiroles y Suretka

**Grupo 4.** Sepecue 1, Sepecue 2, Mojón, Bajo Coen, Sibodi

Posteriormente cada grupo presentó al resto y se generó un espacio para la discusión y retroalimentación. En la figura 5 se pueden observar algunas imágenes de lo que fue dicho taller, correspondientes a la dinámica por grupos, parte de las exposiciones y los participantes, seguida de la figura 6 referente a los mapas realizados por cada grupo.



FIGURA 5. TALLER CON DIRIGENTES COMUNALES Y LA ADITIBRI



FIGURA 6. MAPAS COMUNITARIOS ELABORADOS POR CADA GRUPO

#### IV.5. Colaboración de la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Morelos, México

Con el apoyo de la Dirección de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de la Dirección

de Emergencias y Contingencias Ambientales, pertenecientes a la Dirección General de Gestión Ambiental de la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Morelos, se obtuvo un prototipo de estación conocidos como puntos de acopio primarios (PAP's). Dichos contenedores se diseñaron de forma tal que se adaptasen a las características del residuo en estudio, a las condiciones naturales del entorno y fueran económicamente rentables. Aunado a esto se diseñó un mapa donde se plasmaron los sectores de las comunidades donde se requiere la instalación de las estructuras.

## CAPÍTULO V. PRINCIPALES HALLAZGOS

### V.1. Comunidades productoras de *Musa* AAB

La distribución espacial de las 15 comunidades productoras de plátano toma como referente su ubicación y tipo de acceso con respecto al río Telire, lo cual se traduce en un criterio importante a la hora de tomar decisiones sobre el manejo de los residuos de bolsas *chemise* en el sitio de estudio. De acuerdo con el registro de los productores convencionales de plátano del territorio indígena Bribri, se pudo estimar la cantidad de hectáreas cultivadas en cada comunidad y con ello la cantidad de bolsas requeridas para la producción tal como se muestra en la siguiente tabla:

**TABLA 11. PRODUCCIÓN ANUAL DE *MUSA* AAB POR COMUNIDADES**

Comunidad	Tipo de acceso		Nº de productores	Nº ha cultivadas	Producción anual de plantas -racimos-	Producción anual de bolsas
	Por carretera*	Por río				
1. Sepecue 1		x	22	56,5	69.875	69.875
2. Sepecue 2		x	17	27	32.200	32.200
3. Bambú	x		12	24,5	30.532	30.532
4. Suretka	x		8	20	29.696	29.696
5. Sibodi		x	6	13	16.800	16.800
6. Shiroles	x		4	11	16.625	16.625
7. Suiri		x	5	7	9.700	9.700
8. Coroma		x	3	7	9.700	9.700
9. Isla Lari		x	4	8	9.055	9.055
10. Amubri		x	3	5	6.500	6.500
11. Ojochal		x	1	5	5.500	5.500
12. Isla Blei		x	1	3	4.800	4.800
13. Mojón		x	1	2	3.200	3.200
14. Isla Coen		x	2	2	2.200	2.200
15. Corvita		x	1	0,5	550	550
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>90</b>	<b>191.5 ha</b>	<b>246,933</b>	<b>246,933</b>

Fuente: ADITIBRI, 2021. \*Camino lastreado

Anualmente en el territorio indígena Bribri de Talamanca se produce un total de 246,933 racimos de plátano. Tomando como referencia el dato consignado en el apartado V.3. *Proveedores de las bolsas chemise*, donde se indica el peso que aporta el ingrediente activo clorpirifos con respecto al peso total del empaque de 500 unidades de bolsas *Polyinsect*, se determina que anualmente se consume un total de 543 kg de ingrediente activo para la producción del plátano mediante el método de embolsado.

Para efectos de este capítulo se debe entender el significado de islas y puertos en el contexto de estudio. Lo que en el territorio Bribri de estudio se conocen como islas se refiere a las porciones de tierra ubicadas a los lados de los ríos, mientras que los puertos son sitios específicos a orillas de los ríos donde las 12 comunidades que son accesibles por río (las cuales se enlistan en la tabla 11) cruzan la cosecha de plátano a través de canoas o botes, donde a su vez el intermediario recibe el producto del otro lado, para cargarlo inmediatamente en su camión (Figura 8).

Las islas son espacios donde usualmente los productores prefieren sembrar porque son suelos arenosos y cargado de nutrientes, producto de los sedimentos que arrastran los ríos desde las montañas, por lo cual son tierras fértiles para el cultivo de plátano y es una práctica que según los informantes siempre se ha realizado.

Cabe destacar que el trabajo se hizo en época de verano, sin embargo, en invierno, que abarca de mayo a diciembre, y cuando la temporada de lluvias es muy fuerte, las comunidades sufren inundaciones lo que afecta los cultivos, sobre todo para quienes siembran cerca de los ríos. Cuando es así, no sacan la misma cantidad de plátano para vender a lo largo del año, lo que afecta su economía. Según información recopilada, cada quién siembra su finca a su ritmo con predominio de la técnica conocida como escalonada, a fin de garantizar una cosecha constante a lo largo del año.

## **V.2. Generadores de los residuos de bolsas chemise**

Los productores de plátano son los generadores directos de los residuos de bolsas *chemise*. En la siguiente tabla se detalla la información referente a los productores que participaron de la entrevista.

**TABLA 12. INFORMACIÓN SOBRE LOS INFORMANTES ENTREVISTADOS**

Participante	Edad	Género	Comunidad donde cultiva	Área cultivada (ha)
1	39	F	Bambú	6
2	29	M	Bambú (San Juan)	8
3	38	M	Boca Urén	2
4	33	M	Coroma (Lari)	2
5	55	F	Sepecue 2	1
6	29	M	Shiroles (Las Flores)	1
7	52	M	Shiroles (Las Flores)	10
8	46	F	Sepecue 1	4
9	27	M	Coroma (Calero)	4
10	31	M	Sibodi (orillas del río Coen)	4
11	38	M	Coroma (Calero)	1
12	24	M	Amubre	1
13	33	F	Suiri	1
14	52	M	Sepecue 1	8
15	59	F	Sepecue 1	1
16	24	M	Sepecue 1	1

\*F= Femenino, M= Masculino

Las principales razones por las cuales los participantes utilizan la técnica del embolsado de plátano son las siguientes:

- **Los compradores pagan mejor precio (intermediarios):** trece de los entrevistados, es decir el 81%, afirmó que la principal razón es porque bajo esta técnica adquiere mayor valor económico. El comprador identifica fácilmente un racimo de producción de plátano que fue embolsado, de uno que no lo fue, ya que aspectos como el color y el grosor cambian entre uno y otro.
- **La calidad de la fruta es mejor:** características como un mejor producto, más grande, grueso o “lleno”, una fruta más bonita y de mejor color, son las cualidades por las cuales el 50% de los informantes afirmaron embolsar.

- **Lo protege de plagas de insectos y otros animales:** solamente tres de los informantes, es decir el 19%, afirmó utilizar el producto para combatir insectos que dañan el racimo.

Como se puede ver, algunos participantes señalaron más de una razón, sin embargo, la mayoría coincidió en que se debe principalmente al precio en el mercado. Con respecto a la percepción que tienen sobre los efectos de la bolsa impregnada con el plaguicida clorpirifos sobre la salud y el ambiente, sobre si han sufrido alguna afectación en su salud producto de la manipulación y si utilizan equipo de protección personal (EPP) a la hora de embolsar, se obtuvo la siguiente información (Tabla 13):

**TABLA 13. CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS DE LOS INFORMANTES**

Informante	Conocimiento sobre efectos en la salud y ambiente		Ha sufrido afectación en la salud		Uso de EPP		Participaría de un plan para el manejo de bolsas <i>chemise</i>	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1		x		x		x	x	
2		x		x		x	x	
3		x		x		x	x	
4		x		x		x	x	
5		x		x		x	x	
6	x		x			x	x	
7		x		x		x	x	
8		x	x			x	x	
9		x		x		x	x	
10	x			x		x	x	
11		x		x		x	x	
12		x	x			x	x	
13		x	x			x	x	
14		x		x		x	x	
15	x			x		x	x	
16		x		x		x	x	
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0</b>

Aspectos más relevantes derivados de la información brindada por los informantes:

- El 100% de los participantes desconocían el nombre del ingrediente activo que tiene las bolsas *chemise*. Algunos lo identifican con el nombre *Olefinas*, porque las bolsas traen inscrita esa palabra.
- Los 3 informantes que afirmaron conocer sus efectos, no los detallaron, o bien lo hicieron de manera muy ambigua, así como el impacto en el ambiente si no se le da un buen manejo; solamente saben que es malo.
- El 100% afirmó no utilizar ningún tipo de EPP para ejercer la labor del embolsado, quedando así expuestos al contacto con la bolsa al momento de sacarla del empaque, extenderla y colocarla en el racimo.
- Cuatro de los informantes han padecido síntomas al momento de colocar la bolsa y los describen de la siguiente forma:  
*Informante 6:* deshidratación, mucho sudor y posteriormente manchas del producto al exponerse al sol.  
*Informante 8:* cuando los embolsadores que trabajan para ella abren el paquete, siente ese olor fuerte y le genera dolor de cabeza.  
*Informante 12:* cuando está haciendo sol huele muy fuerte y siente síntomas como mareo y náuseas. “Lo regular” le llamó el informante, ya que le pasa regularmente cuando embolsa.  
*Informante 13:* algunas veces siente dolores de cabeza, porque tiene un olor bastante fuerte. Actualmente tiene embolsadores que han sentido lo mismo.
- El 100% estaría dispuesto e interesado en ser parte de un plan para el adecuado manejo de las bolsas *chemise* que generan.

### **V.3. Proveedores de las bolsas *chemise***

Referente a los sitios donde los productores adquieren sus bolsas, se destacan las dos principales Ferreterías ubicadas en la comunidad de Bribri centro, de nombre ROMAGRO y Ferretería San Francisco, las cuales son de venta libre; y además se identificó una ferretería y una persona física revendedora en la comunidad, lo cual se detalla en la siguiente tabla:

**TABLA 14. INFORMACIÓN DE LOS PROVEEDORES DE BOLSAS CHEMISE EN TALAMANCA**

Proveedor	Clientes*	Información brindada por el proveedor				Información de seguridad en empaque	
		Manipulación y cuidados		Manejo del residuo de bolsa		Si	No
		Si	No	Si	No		
Ferretería San Francisco	13	5	7	5	7	3	10
ROMAGRO S.A.	7	1	6	1	6	2	5
Ferretería Ciclo López	1		1		1		1
Revededora, Sepecue	2		2		2	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>23**</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>16</b>

\*Productores

\*\*Varios informantes compran en ambas ferreterías, por lo cual se consideró incluir su información en ambos sitios.

Como se aprecia en la tabla 14, el 83% de productores compran sus bolsas en la Ferretería San Francisco, seguido por la empresa ROMAGRO, ambas ubicadas en la comunidad de Bribri centro, ciudad cabecera del cantón de Talamanca. Solamente el 12% las adquieren a través de una revendedora de la comunidad de Sepecue que las vende al menudeo, en apariencia desde su vivienda. Un productor afirmó comprarlas en el Ciclo López, negocio ubicado dentro del territorio.

Únicamente el 38% de los participantes aseveró recibir información por parte del vendedor sobre los cuidados que debe tener a la hora de colocar la bolsa sobre el racimo, así como del manejo del residuo posterior a su uso. Solamente el 38% de los informantes indicaron el paquete de 500 unidades empaçado en su presentación original contiene ficha técnica del clorpirifos. Este empaque viene totalmente sellado, en una bolsa de color negro y contienen en su parte externa la ficha técnica del plaguicida entre otros aspectos de seguridad. En los puntos de venta realizan reembolsado de las bolsas chemise en presentaciones de 25, 50 y 100 unidades, mismas que se reempacan en bolsas transparentes, sin mayor información.

### **Tipo de bolsa *chemise* en el mercado local**

Mediante visitas realizadas a las ferreterías ROMAGRO y San Francisco para determinar el tipo de bolsa *chemise* que venden al público, se comprobó que son fabricadas por la misma casa comercial. El vendedor que al momento atendió mostró la presentación del paquete de 500 unidades, indicando que venden las bolsas a partir de las 25 unidades. Sin embargo, en ninguno de los dos

casos se evidenciaron presentaciones de menos de 500 unidades, en apariencia porque las reempacan al momento de la venta.

En la etiqueta frontal indica el nombre del producto *Polysect*, la casa comercial o formulador *Olefinas S.A.* y su Registro Sanitario en Costa Rica 5225, las cuales también se distribuyen en Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá (Figura 7). La presentación indica 500 unidades, un peso total de 10.8863 kg y un contenido de 99% de *ingredientes inertes* y 1% de *ingrediente activo clorpirifos*. A partir de esta información se realiza el cálculo del peso del ingrediente activo por bolsa, tal como se muestra a continuación:

$$\text{Peso total por bolsa: } \frac{10.8863 \text{ kg}}{500} = 0.22 \text{ kg} = 220 \text{ g}$$

**Ingrediente activo al 1%, contenido en 1 bolsa: 2.2 g de clorpirifos**

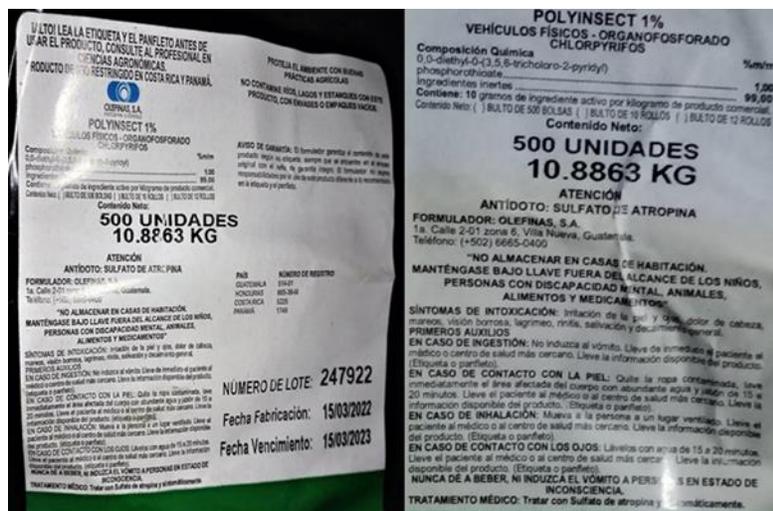


FIGURA 7. PRESENTACIÓN DEL EMPAQUE DE BOLSAS POLYINSECT- 500 UNIDADES

En la etiqueta externa de la bolsa se muestran algunos contenidos como: síntomas de intoxicación, medidas a tomar en caso de ingesta, inhalación, contacto con la piel y/o con ojos, entre otros cuidados. El interior de la bolsa contiene un panfleto con las instrucciones de uso, método de aplicación, aspectos de precaución y advertencias de uso, almacenamiento, transporte e información sobre toxicidad en abejas, peces y crustáceos. Se destaca el manejo y buenas prácticas agrícolas que se debe dar a la bolsa una vez utilizada, para evitar la contaminación en ríos, lagos y estanques. Textualmente indica:

Manejo del producto una vez utilizado: Las bolsas “fundas” utilizadas y los empaques deben recolectarse en campo y almacenarse en un lugar fresco y seco para su **entrega al distribuidor o envío a recicladoras autorizadas del generador del desecho. No permita que los empaques y bolsas (fundas) impregnadas sean utilizados para otros fines o propósitos y no permitan que sean incinerados en lugares no autorizados.**  
**“EL USO DE LOS ENVASES O OMPAQUES EN FORMA DIFERENTE PARA LO QUE FUERON DISEÑADO, PONEN EN PELIGRO LA SALUD HUMANA Y EL AMBIENTE”.**

#### V.4. Intermediarios o comerciantes del plátano

Según la información obtenida a través de los informantes, actualmente los intermediarios no intervienen ni brindan colaboración alguna que contribuya a dar un manejo adecuado al residuo de la bolsa *chemise*, a pesar de que forman parte de la cadena de responsabilidad compartida. Este sector comercial es quien mantiene la constante presión sobre el productor, al exigirles una cosecha de un cultivo embolsado, que les garantice la calidad del producto. A la hora de comprarlo lo reciben sin bolsa, salvo algunas excepciones, las cuales se mencionan en el apartado de recolección y transporte, donde el intermediario baja estos residuos al playón de Suretka.

El principal punto comercial sobre la cuenca del río Telire es el playón de Suretka, seguido por el playón de Bambú y el de San Juan de Suretka, desde donde se saca el plátano de las 12 comunidades ubicadas al otro lado del río. Los productores bajan el plátano y lo cruzan a través del servicio de canoas o botes, brindado por terceros de la zona. Otros playones importantes se ubican cuenca arriba, a orillas de los ríos Urén, Lari, Coen y Dueri, los cuales desembocan en el río Telire. Es común que el cultivo se dé en los márgenes de esos cuatro ríos. Una vez cruzado el producto, los intermediarios lo reciben y lo cargan en sus camiones.

El 56% de los informantes afirmó vender su cosecha a comerciantes intermediarios del mismo territorio, mientras que solo el 12.5% se lo venden al intermediario del cantón de Tamanca. En la figura 8 se puede apreciar a grandes rasgos la dinámica de trasiego del producto a través del río.



FIGURA 8. COMERCIALIZACIÓN DEL PRODUCTO EN PLAYONES DE SURETKA Y SAN JUAN

### V.5. Manejo actual de las bolsas *chemise*

- **Generación**

La generación del residuo de bolsa *chemise* se da en la última etapa del proceso productivo del plátano, es decir en la cosecha. Los productores generalmente realizan la corta a primera hora del día en que los intermediarios llegan a comprar el producto, o bien, el día anterior. Están quienes desembolsan en la parcela o quienes lo hacen en el sitio de entrega, ya que muchas veces el transporte maltrata el fruto. El informante de la comunidad de Sui, baja los racimos al río Telire en caballo, por lo que deja embolsados los racimos para que no se maltraten en el camino y se los retira antes de subirlos al bote y cruzarlos a Suretka.

En el caso de los productores de las 12 comunidades ubicadas cruzando el río Telire, se determinó que entregan el producto al intermediario a las orillas de sus parcelas o en los puertos de las islas de los ríos, es decir donde se cruza el río. Se debe tomar en cuenta los ríos que nacen en lo alto de las montañas los cuales atraviesan algunas de las comunidades en estudio, y son afluentes del río

Telire, por lo que estos ríos también se convierten en importantes puntos de entrega y por ende de generación y acumulación de bolsas.

En la tabla 11 se enumeran y mencionan las comunidades productoras, ordenados en orden ascendente según la producción anual de plátano, pudiendo determinarse que las comunidades que encabezan la producción son Sepecue 1 (69,875 racimos/año), Sepecue 2 (32,200 racimos/año) y Bambú (30,532 racimos/año), mientras que las que menos producen son Mojón (3,200 racimos/año), Isla Coen (2,200 racimos/año) y Corvita (550 racimos/año), tomando en cuenta que en estas últimas solamente se registran 1 o 2 productores. Si cada planta produce un racimo durante su ciclo y cada uno utiliza una sola bolsa *chemise*, entonces la generación de residuos de bolsas es equivalente a la producción total de racimos. Por lo tanto, anualmente se genera en el territorio indígena Bribri un total de 246,933 residuos de bolsas plásticas de polietileno, lo que equivale a 543 kilogramos de ingrediente activo clorpirifos/año, tal como se mencionó y se detalla en la tabla 11.

#### ▪ **Separación**

En la etapa de cosecha del plátano no se genera otro residuo del proceso, por lo cual no debe separarse de ninguna corriente. Una vez separadas del racimo, se genera el residuo, el cual puede tomar diferentes destinos, y se indica en el siguiente apartado. Un solo informante afirmó que guarda las bolsas para reutilizarlas otra vez, por una cuestión de costos, aunque no da buen resultado.

#### ▪ **Acopio temporal (Acumulación)**

Solamente dos informantes realizan un acopio previo dentro de su parcela, en un tipo de bodega, a fin de confinar las bolsas antes de ser colocadas en la vía pública.

En las comunidades o sectores donde está la mayor producción, tal como Las Flores de Shiroles, los plásticos post-consumo son colocados en un tipo de cajón o estructura hechas, que han sido instalados en lugares específicos sobre la carretera principal, ya que en apariencia en la comunidad de Suretka existe una persona que recoge exclusivamente estos residuos. Su nombre es Constanca Cordero, pero todos la conocen por el nombre de “Tancha”, quien vive a escasos metros del playón de Suretka. Los usuarios de estos cajones informaron que en su momento ella les comunicó y les hizo la petición de colocarlas ahí, y así lo hacen hasta la fecha. Los cajones ubicados para estos fines

son estructuras semiabiertas de madera, muy rudimentarias y actualmente están muy deterioradas. En varios sectores se observó que la cantidad de bolsas contenidas sobrepasaban la capacidad del volumen del cajón, estaban esparcidas en sus alrededores, quedando expuestas a las condiciones del ambiente y del tiempo, accesibles a animales domésticos y silvestres.

Por otro lado, están los productores que no tienen acceso a esos cajones, pero de igual forma la señora pasa por sus comunidades recolectándolas, por lo tanto, las acumulan dentro de bolsas o sacos sobre la carretera u orillas de parcelas. Los sitios donde se da la mayor acumulación de residuos de bolsas a la intemperie son los playones o puertos de San Juan, de Suretka y de Sepecue 1, las islas de los ríos Lari y Coen, y sitios específicos en las comunidades de Calero de Coroma y Las Flores de Shiroles.

Al ser el playón de Suretka el principal puerto comercial del plátano dentro del territorio Bribri, se ha convertido a la vez en un punto estratégico de acumulación temporal de residuos de bolsas para los productores que viven en las 12 comunidades accesibles por el río, quienes sacan el plátano desde sus parcelas a este playón para su venta, o donde algunos pocos intermediarios que son del territorio les colaboran bajándolas. A pesar de que al momento de la gira no se evidenció, por testimonio de informantes los residuos plásticos se amontonan a la intemperie a manera de *un solo bulto*, ya que por las tardes la señora Cordero las recoge. No se observaron cajones de los mencionados en este sector.

En la tabla 15 se transcriben las respuestas de los informantes sobre el manejo actual de las tres primeras etapas descritas (generación, acumulación y acopio temporal).

**TABLA 15. ETAPAS DE GENERACIÓN, ACUMULACIÓN Y ACOPIO TEMPORAL DE LAS BOLSAS CHEMISE**

Informante	Sitio donde genera el residuo (desembolsado)	Acumula en parcela	Acopio temporal comunitario
1	En el sitio de entrega (Puerto Bambú)	No	En un punto en Puerto Bambú (antiguo aeropuerto)
2	En el sitio de entrega (vía pública- San Juan de Bambú)	No	En vía pública a la intemperie
3	En la parcela (al cosechar)	Si (en bodega)	Entrega directamente a <i>Tanba</i> o las baja c/ mes al Playón de Suretka
4	En el sitio de entrega (Playón de Suretka)	No	En el Playón de Suretka u orilla de su negocio de acopio de plátano
5	En la parcela (al cosechar)	No	Depositatan en cajón cerca de parcela
6	En el sitio de entrega (vía pública, Las Flores de Shiroles)	No	Depositatan en cajón cerca de parcela
7	En la parcela (al cosechar)	No	En sacos y las colocan a orilla de la calle
8	En el sitio donde carga a su camión (vía pública, Sepecue 1)	No	Depositatan en un cajón en la vía pública
9	En la parcela (al cosechar)	No	En sacos y las colocan a orilla de la calle
10	En el sitio de entrega (Isla del río Coen)	No	En sacos y las colocan a orilla de la vía pública
11	En el sitio de entrega (Isla del río Coen)	No	Las coloca en bolsas plásticas
12	En el sitio de entrega (Puerto en Amubri)	No	A la intemperie
13	En el sitio de entrega (Playón de Suretka)	Si	Las vuelven a llevar a su parcela y ahí las mantiene
14	En la parcela (al cosechar)	No	Colocan a la orilla de la calle
15	En la parcela (al cosechar)	Si (en saco)	Coloca en un saco en la vía pública
16	En la parcela (al cosechar)	Si (en bodega)	No lo realiza

Por su parte, en la tabla 16 se muestran georreferenciados los 16 puntos o sectores en espacios públicos visitados, con su respectiva fotografía, coordenadas y el detalle de su ubicación, los cuales al momento de la visita se encontraron con mayor acumulación de bolsas y/o acopio temporal, incluyendo los cajones de madera en la vía pública colocados por la recolectora. Se evidenció que los playones a orillas del río, así como las orillas de la carretera, parcelas, patios y frentes de las viviendas y propiedades baldías, son los sitios donde más se acumulan las bolsas.

**TABLA 16. COMUNIDADES PRODUCTORAS DE PLÁTANO: SITIOS VISITADOS**

Comunidad	Coordenadas (otras señas)	Hallazgo de bolsas
<p><b>1. Puerto Bambú, Bambú</b></p>	<p>N 09.55330 - W 082.89132 Márgenes del río Telire</p>	
<p><b>2. Bambú</b></p>	<p>N 09.55784 - W 082.90372 Vía pública, orilla de la carretera</p>	
<p><b>3. Suetka</b></p>	<p>N 09.56010 - W 082.91521 Sector San Juan, quema a un costado de una parcela</p>	
<p><b>4. Suretka</b></p>	<p>N 09.56093- W 082.91898 Playón de San Juan, no se evidencia acumulación al momento.</p>	
<p><b>5. Suretka</b></p>	<p>N 09.56536 - W 082.93679 A un costado de la parcela, orilla de la carretera</p>	
<p><b>6. Suretka</b></p>	<p>N 09.57478 - W 082.94003 Vía pública, orillas de la ruta 710</p>	

<p><b>7. Shiroles</b></p>	<p>N 09.58613 - W 082.95536 Local de acopio de plátano</p>	
<p><b>8. Shiroles</b></p>	<p>N 09.58311 - W 082.95039 50 m antes del puente</p>	
<p><b>9. Shiroles</b></p>	<p>N 09.57890 - W 082.95886 Sector Las Flores Parcela y orilla de la carretera</p>	
<p><b>10. Sepecue 1</b></p>	<p>N 09.56504 - W 082.97222 200 m del río Telire (segundo puerto) cruzando en bote</p>	
<p><b>11. Sepecue 2</b></p>	<p>N 09.55389 – W 082.99766 Entrada a Calero (cajones hechizos)</p>	
<p><b>12. Coroma</b></p>	<p>N 09.54502 – W 082.97721 Sector Isla Lari, entre 1 brazo del Río Lari y 1 brazo del Río Coen (orilla de la parcela)</p>	
<p><b>13. Coroma</b></p>	<p>N 9 3135 W 825821 Camino a Coroma (orilla de la carretera)</p>	

<p><b>14. Kuachka</b></p>	<p>N 93151- W 82.58.04 Sector Coroma (orilla de la parcela)</p>	
<p><b>15. Amubre</b></p>	<p>N 9 30 48 - W 82 56 53 Puerto Katsi (orilla de la carretera)</p>	
<p><b>16. Suretka</b></p>	<p>N 09.56366 – W 082.93682 Puerto Suretka (orilla del río Telire)</p>	

De acuerdo con el guardabosques colaborador, se destaca que en época lluviosa es común observar que el agua de lluvia y los ríos desbordados arrastren las bolsas acumuladas en las plantaciones y sitios públicos, así como las que se descartan a la intemperie.

- **Recolección y transporte**

Actualmente, en territorio indígena Bribri de Talamanca no existe un servicio de recolección ni de transporte de residuos ordinarios para su disposición en un relleno sanitario por parte de la Municipalidad de Talamanca. Tampoco existe una alternativa pública o privada, debidamente autorizada, para la recolección y transporte exclusivo de residuos peligrosos, específicamente los residuos de bolsas chemise.

Según los testimonios recolectados, la señora Cordero cuyo domicilio se ubica en Suretka, es la única persona en todo el territorio de estudio que realiza la labor de recolección y transporte de residuos de estas bolsas. Sin embargo, no es un servicio que esté regulado. Esta persona o quien le apoye en la labor, ingresan a las comunidades en un tractor tipo “*chapulín*”, según comentaron los informantes, debido a la dificultad que implica movilizarse dentro del territorio, ya que los caminos son de lastre. Esta persona pasa por Bambú, Suretka y Shiroles, pero de las 12 comunidades

accesibles por río, ingresa solamente a ocho, cruzando como mínimo por algún sector bajo del río Telire. En las épocas más lluviosas se le puede complicar acceder en chapulín, por lo que paga un servicio de transporte y bote que le bajan las bolsas, según los testimonios recolectados. Las comunidades que no cuentan con el servicio de recolección y transporte por parte de esta persona corresponden a las más alejadas: Isla Coen, Coroma (incluido Calero), Sibodi e inclusive Amubre. Durante el recorrido no fue posible encontrar el servicio de recolección y transporte a cargo de la señora Cordero.

La labor que realiza la persona no es bajo un horario establecido, sin embargo, informaron que últimamente lo estaba haciendo de manera semanal. En el caso de tres informantes, eventualmente entregan las bolsas directamente a la señora en su domicilio. Sin embargo, cuando no lo hacen quedan esparcidas dentro o en los alrededores de la parcela.

#### ▪ **Almacenamiento (Centro de acopio)**

En territorio indígena Bribri no existe un espacio físico o depósito autorizado para almacenar de manera temporal los residuos peligrosos de bolsas chemise, generados por los productores de plátano, para su posterior manejo. Como se indicó, la señora conocida como Tancha almacena los residuos que recolecta a un costado de su propiedad ubicada en Suretka. El lugar consiste en una propiedad semiabierta, sin techar. Desde la vía pública se logró sacos llenos de residuos de bolsas chemise almacenados en su interior. No fue posible contactarla al momento de la visita.

El almacenamiento temporal que realiza la señora, al igual que los otros dos servicios, son informales, es decir, no es una gestora autorizada para la recolección, transporte y acopio temporal de estos residuos de plaguicidas. En la figura 9 se muestra el predio, propiedad de la señora Constancia Cordero alias *Tancha*, donde en apariencia almacena temporalmente todos los residuos de las bolsas. Consiste en una estructura semi-abierta con piso de tierra, ubicado a un costado de la vivienda de la señora, a escasos metros del playón de Suretka.

De los 16 informantes, se determinó que 13 de ellos ubican a la persona que recoge y transporta los residuos de las bolsas.



FIGURA 9. ACTUAL PREDIO DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DEL BOLSAS CHEMISE

#### ▪ Disposición

En el territorio indígena Bribri, las bolsas chemise generadas por sus habitantes no llegan a ningún sitio específico. Al ser un residuo peligroso estas bolsas no pueden ir a sitios de disposición final. Según lo expresado por un productor “...en Talamanca todo está entre ríos, por lo cual son importantes puntos de comercio”. Como resultado, muchos residuos de bolsas quedan a la intemperie a orillas de puertos y playones, por lo que corren el riesgo de ser arrastradas por el río. En época de lluvia, la escorrentía puede arrastrar las bolsas que se quedan acumuladas y tiradas en parcelas o en la vía pública.

#### - Quema y enterramiento

Una práctica muy común en el territorio indígena a falta de un servicio de recolección municipal es la quema de residuos, y los plásticos de chemise no son la excepción. Para el residuo de estudio la práctica de quema se da principalmente en aquellas comunidades muy alejadas, donde no llega el servicio de recolección y transporte que brinda la señora Cordero.

Sin embargo, cinco de los 16 informantes, donde si llega el servicio, afirmaron que queman los residuos de las bolsas. Dos de ellos porque en ocasiones no pasa la señora *Tancha* por varios días, lo que resulta en la acumulación excesiva de bolsas, optando por quemarlas. Mientras que los otros tres informantes que queman las bolsas son de las comunidades de Sibodi, Suiri y Sepecue 1, quienes también lo turnan con otras prácticas, como secarlas para almacenarlas. Por último, otra forma de deshacerse de las bolsas es enterrándolas. Un informante manifestó que él las empaca en un saco y las deposita en un hueco de la propiedad.

- **Tratamiento**

Si bien los informantes ubican a los responsables de dar el servicio de recolección y transporte de los residuos de bolsas de plátano, desconocen su destino final. Varios informantes indicaron que en apariencia las lleva a un sitio afuera de Talamanca, donde se les da un tratamiento de reciclaje, pero desconocen el nombre y los detalles de la empresa. Según informaron esa actividad de entregar las bolsas recolectadas a la empresa, le genera a la señora Cordero un beneficio económico, ya que debe reunir una cantidad importante de bolsas con determinado peso, para entregarlas a la empresa que las aprovecha. También se desconoce si la empresa a la cual entrega los residuos es un gestor autorizado para la actividad que realiza.

## **V.6. Propuesta de manejo de residuos de bolsas *chemise* para el Territorio Indígena Bribri de Talamanca**

El manejo de residuos que a continuación se presenta, se basa en el orden establecido el artículo 6 del Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos N°41527-S-MINAE (2019), en el cual se estructuran las etapas o componentes clave, según aplique, de la siguiente forma: 1. Prevención de la generación o minimización; 2. Generación; 3. Clasificación e identificación; 4. Pre-tratamiento o acondicionamiento; 5. Almacenamiento o acopio; 6. Transporte; 7. Tratamiento; 8. Valorización o recuperación y 9. Disposición final. Para esta propuesta se omitirán las etapas de clasificación e identificación, puesto que la bolsa es el único residuo de tipo inorgánico que se genera en la etapa de cosecha del racimo, así como el pretratamiento o acondicionamiento, puesto que por el tipo de residuo no requiere un tratamiento previo para minimizar el riesgo. Además, se omite la disposición final porque actualmente ningún relleno sanitario autorizado cuenta con una celda de seguridad para el depósito de estos residuos.

### **1. Alternativas de prevención y minimización de bolsas *chemise***

De acuerdo con el orden jerárquico establecido en la gestión integral de residuos, la prevención y reducción de la generación del residuo en la fuente es el aspecto más deseable al que se podría llegar, por cuanto “el mejor residuo es el que no se genera”. Sin embargo, alcanzar este eslabón como la principal medida para dar solución a una problemática latente que requiere soluciones urgentes, no sería factible o materializable al corto o mediano plazo, ya que se requiere el desarrollo e implementación de medidas que impidan generarse en la fuente y eso implica todo un cambio de paradigma en el sistema productivo actual que sostiene a miles de familias Bribri.

Como medida para la minimización de la producción convencional del plátano, se considera importante fomentar con el productor otras alternativas como optar por iniciar acciones graduales, como destinar un espacio de su parcela para la experimentación con métodos de agricultura sustentable como la agroecología, basados en la diversificación de la producción, así como el uso de insumos naturales y el aprovechamiento de los residuos orgánicos para la elaboración de composta.

Aunado a esto es necesario la generación de espacios de enseñanza-aprendizaje no formales a través de métodos y estrategias como la educación popular, la metodología campesino-campesino, y otros métodos consecuentes para la recuperación del conocimiento de sistemas productivos tradicionales.

### **Alternativas para la producción orgánica de *Musa AAB* a escala comercial**

Dada la necesidad de impulsar acciones que promuevan la transición del uso de plaguicidas de síntesis química a opciones que integren la producción orgánica a una escala comercial, a continuación se muestran dos iniciativas de proyectos productivos que actualmente existen en el país, los cuales se eligieron tomando en cuenta su ubicación geográfica con respecto al sitio de estudio. Se podrían proyectar como alianzas a futuro para generar procesos de enseñanza-aprendizaje con posibilidad para implementarse.

En el cantón de Guácimo de la provincia de Limón (misma donde se ubica Talamanca), se encuentra la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, mejor conocida como Universidad EARTH, donde actualmente existe el Proyecto Agroforestal de Banano Orgánico el cual se resume en un modelo de sistema agroforestal sostenible de casi 330 hectáreas el cual integra bloques de bosque para proteger la biodiversidad y prevenir la generación de plagas, a fin de garantizar el equilibrio entre agricultura y ambiente. Aunado a esto implementan buenas prácticas agrícolas para la adaptación y mitigación al cambio climático y entre ellas destaca la producción orgánica como una alternativa al uso de plaguicidas sintéticos.

Entre sus mayores logros fue la total sustitución de las bolsas tradicionales tratadas con clorpirifos por otras de plástico que se identifican por su color verde, las cuales contienen un plaguicida o repelente natural que consiste en una mezcla de ajo y chile picante. Además, elaboran su propio abono orgánico a partir de los pinzotes y otros residuos que generan, que en la agricultura convencional son desechados, y agregan microorganismos eficientes para acelerar el proceso. Este proyecto ha demostrado ser un modelo de éxito, con capacidad de ser replicado por los productores rurales, ya que es rentable a una escala comercial y al igual que el cultivo convencional el producto se cosecha a los nueve meses (Universidad EARTH, 2017).

Por otro lado, se destaca la Platanera Río Sixaola S.A., ubicada en Sixaola Talamanca que se dedica a la producción de otros tipos de *Musa paradisiaca* (variedades Cavendish Williams, Gros Michel y Dátil). Si bien, de las 275 hectáreas productivas de esta finca, solamente se destinan 60 al método de cultivo orgánico, trabajan en la prevención gradual del uso de agroquímicos sintéticos, a través del control biológico de plagas y enfermedades, y al igual que la experiencia anterior colocan una bolsa protectora tratada con repelentes de tipo orgánico. Sin embargo, uno de los factores de éxito es que cuentan con un Laboratorio Biotecnológico para la producción de fertilizantes orgánicos, bacterias fijadoras de nitrógeno, así como hongos controladores de plagas que atacan el cultivo. Tanto en esta platanera como en la de la Universidad EARTH, gran parte de la producción se destina a la exportación. Referirse a ambas experiencias deriva en la importancia de generar acuerdos, alianzas u otros tipos de apoyo que pueden servir para la transferencia de conocimientos a través de acciones como acompañamiento técnico *in situ*, capacitaciones, talleres u otras estrategias.

En Costa Rica la empresa TC Transcontinental es el proveedor de las fundas naturales Naturaflex a la empresa de Sixaola, las cuales contienen sustancias bioactivas para controlar las cochinillas harinosas y trips de la flor o mancha roja. Pueden dar protección al racimo por poco más de tres meses y brinda una protección prolongada por la lenta liberación de los ingredientes naturales activos hacia un amplio espectro de plagas. Sin embargo, bajo esta alternativa persiste la generación de un residuo plástico de un solo uso, el cual debe recibir posteriormente una adecuada valorización o tratamiento.

Otra alternativa es crear alianzas con el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) el cual tiene un Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica (CNEAO) en la provincia de Cartago y ofrecen anualmente una serie de cursos de capacitación y acompañamiento técnico a los productores. Entre la oferta de cursos más importantes destacan de agricultura orgánica, abonos orgánicos, manejo integrado de plagas, control biológico de fitopatógenos, manejo de plagas mediante el uso de extractos naturales y prácticas culturales, huerto escolar orgánico y otros. Se destaca que en la comunidad de Bribri existe un INA. Por último, se menciona al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), ubicado en Turrialba de Cartago, el cual cuenta con programas sobre la reducción de los impactos climáticos en cultivos como la *Musa*

*paradisiaca*. Se ha determinado que las comunidades rurales económicamente dependientes de la agricultura son las más sensibles a los efectos del calentamiento global sobre los cultivos.

## 2. Etapas del manejo de los residuos de bolsas chemise

A continuación, se plantea la propuesta para el manejo de los residuos de las bolsas de plátano que actualmente se generan en el territorio indígena Bribri. Para ello se muestra en la figura 10 el diagrama del proceso, el cual será explicado posteriormente:

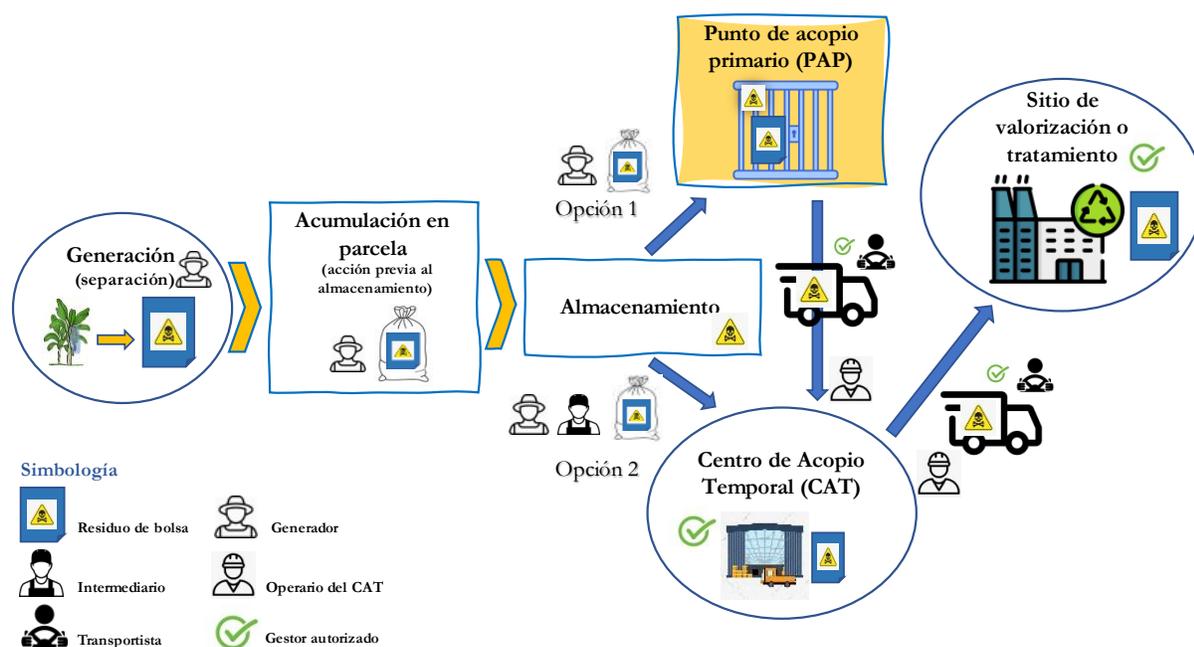


FIGURA 10. PROPUESTA DE MANEJO DE RESIDUOS DE BOLSAS CHEMISE EN TERRITORIO INDÍGENA BRIBRI

### Almacenamiento o acopio

Consiste en el proceso del llenado de un depósito exclusivo para los residuos plásticos, al momento en que el racimo es desembolsado, por lo cual debe realizarse lo más cercano al sitio de generación, a fin de prevenir su inadecuada acumulación en las parcelas, vías públicas u otro sitio y con ello su dispersión en el ambiente. Estos contenedores deben de ser livianos para facilitar su posterior movilización hacia un punto de acopio temporal comunitario (Figura 11).

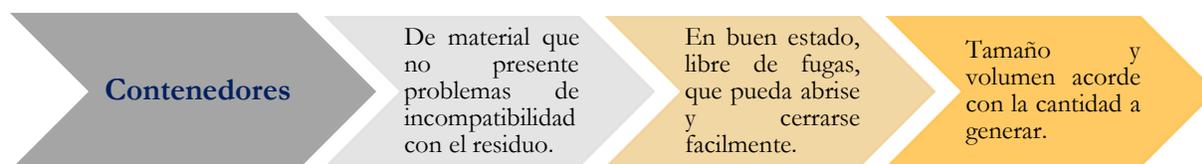


FIGURA 11. CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTENEDORES PARA ALMACENAMIENTO DE BOLSAS CHEMISE

### ❖ **Barcinas o contenedores de Polipropileno**

Por las características del residuo de la bolsa chemise, y al considerarse una etapa intermedia entre el sitio de generación y su depósito en sitios de acopio temporal, se considera como una opción adecuada el uso de bolsas de barcina, en el entendido de que su uso es con el único fin de acopiar o confinar de inmediato los residuos de bolsas chemise generadas al momento. De tal forma que una vez que el generador las deposita en el interior de la barcina, debe trasladarlas por su cuenta al punto de acopio primario más cercano en su comunidad, lo cual se detallará en el siguiente punto. Por lo tanto, las bolsas de barcina o súper sacos, se presenta como una opción económica, de calidad y segura para emplear en esta etapa, dado que su material es de polipropileno tejido, que tiene las propiedades de durabilidad, resistencia a la luz natural y al agua. Están diseñadas para soportar cargas pesadas y las hay de diferentes tamaños y capacidades, con distintos sistemas de cargas y manipulación. Una bolsa adecuada debería tener como mínimo las dimensiones estándar que son de 100 cm x 100 cm x 120 cm, con sistema de agarre y un cierre que asegure que no haya salida ni exposición de las bolsas.

Para ampliar las características del producto se consultó el sitio web de la empresa Comercializadora de Polímeros Reciclados S.A. dedicada a la fabricación de productos de empaque, y dentro de las especificaciones que da para este tipo de bolsa es que pueden usarse para materiales peligrosos, siempre y cuando se seleccione el modelo ideal según el tipo de residuo a transportar. Otra ventaja es que el material de la barcina permite plasmarle una impresión a una tinta, lo cual debería considerarse como una opción, a fin de imprimir la imagen o pictograma de residuo peligroso. Por su composición la barcina puede ser reutilizada muchas veces y es 100% reciclable, y múltiples veces, manteniendo sus características originales. No obstante, por contener residuos peligrosos, deberán tratarse como un residuo peligroso. En la figura 12 se ejemplifica el tipo de bolsa barcina de tamaño grande.



FIGURA 12. BOLSA BARCINA (FUENTE: COMERCIALIZADORA DE POLÍMEROS RECICLADOS S.A. DE C.V., 2020)

Los volúmenes acumulados en estas bolsas deberán ser tales que aseguren un adecuado almacenamiento y transporte. Por lo tanto, el generador debe conocer el promedio de residuos que genera por semana o por mes, a fin de determinar la cantidad o dimensión de bolsas barcina que requerirá en su plantación.

Debido a la complejidad geográfica del territorio y las condiciones rurales, ha sido necesario establecer dos tipos de centros de acopio para la etapa de almacenamiento. Uno primario o comunitario, donde los residuos se almacenen por un corto periodo de tiempo y otro temporal, donde puedan permanecer por más tiempo, bajo condiciones de operación establecidas.

#### ❖ Punto de Acopio Primario (PAP)

Estación, módulo o punto primario, establecido en un lugar específico de la comunidad, el cual es de acceso más cercano para el generador, a fin de que deposite los residuos de bolsas que poco antes generó en su parcela, trasladándolas hasta este punto en las barcinas mencionadas. Estos puntos deben reunir las características mínimas de seguridad y control para el depósito único y exclusivo de los residuos de plásticos chemise.

El prototipo que se presenta se diseñó considerando que fuera una opción económica y factible, construido a partir de materias primas de bajo costo económico, disponibles en mercados y ferreterías de la zona, o a partir de materia prima disponible en el territorio, no sobreexplotada. Estos pueden ser construidos por la misma comunidad o productores, cuyo beneficio sería tener

un espacio para confinar los residuos de las bolsas de manera primaria, antes de ser transportadas a un Centro de Acopio Temporal de la localidad, el cual se detalla en el próximo apartado.

### **Ubicación**

- En lugares visibles, donde además se pueda tener control y supervisión, en el entendido que solo se deben depositar los residuos de las fundas plásticas tratadas con clorpirifos y no otro residuo.
- En el caso de aquellos puntos que requieren ser ubicados en los playones o puertos de entrega de plátano a intermediarios, estos deberán colocarse, sobre un sitio que esté fuera de los márgenes de los ríos, ya que una crecida o desbordamiento podría generar afectación en la estructura y mojar las bolsas.

### **Características principales**

- Con capacidad para recibir y almacenar residuos de las bolsas generadas por los productores de esa comunidad, por el periodo dentro del cual pasa el servicio de recolección autorizado, espacio que posteriormente deberá quedar habilitado y limpio. En el mejor de los casos, el servicio de recolección podría brindarse semanalmente, ya que durante todo el año hay cosecha de plátano en el territorio de estudio por el método escalonado de producción que aplican.
- El tamaño del punto de acopio se calculará conforme al volumen promedio de residuos que se depositan. Para ello se requiere el listado de productores que harán uso del punto de acopio comunitario, y sobre esta base se calculará un total aproximado de residuos generado semanalmente.
- Que sea un punto accesible para el transportista que las recolecta.
- El generador llevará en su propio vehículo o por sus propios medios los residuos hasta el punto de acopio primario (PAP) que le queda más cercano, para ser depositadas.
- Deben ser fabricados de material que no presente problemas de incompatibilidad con el residuo a almacenar.
- Deben mantenerse y operarse de manera que se minimice cualquier posibilidad de accidente, incendio o cualquier otro riesgo que atente contra la salud de los pobladores y usuarios.

Por otro lado, un PAP por lo menos debe cumplir con las siguientes condiciones físico-sanitarias y de seguridad (Figura 13):

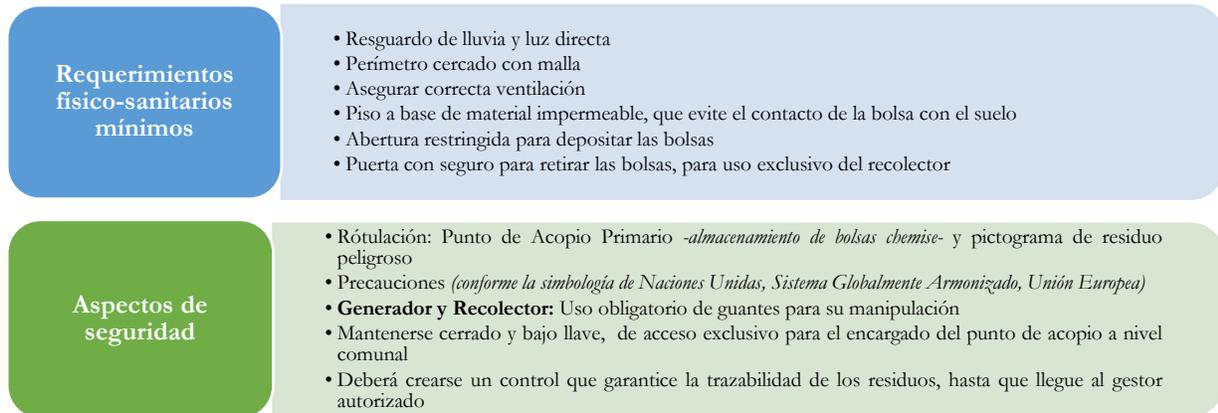


FIGURA 13. CONDICIONES FÍSICO-SANITARIAS Y DE SEGURIDAD MÍNIMAS.

A continuación, se muestra el prototipo a escala de jaula o estación, también conocido como PAP, para acopiar los residuos de plásticos chemise en las comunidades. La abertura es con el fin de que el generador inserte la bolsa y la altura del enmallado se ajusta al prototipo dependiendo del volumen de generación de plásticos en cada estación de la comunidad. La parte superior debe tener una protección adecuada contra las lluvias, y la recomendación es que sea elaborado a partir de madera u otro material de uso común para la construcción que cumpla la función de protección y no permita el ingreso de agua. El prototipo se ancla con algún tipo de varilla o facilidad funcional. Este diseño artesanal resulta efectivo para acopiar de manera primaria las bolsas en las comunidades (Figura 14).



FIGURA 14. PROTOTIPO DE CONTENEDOR PARA SER UTILIZADOS COMO UN PUNTO DE ACOPIO PRIMARIO (DISEÑADO CON APOYO DE LA SECRETARÍA DE DESARROLLO SUSTENTABLE DE MORELOS, 2022).

El control y vigilancia del adecuado funcionamiento, mantenimiento y acceso a los PAP's, será una responsabilidad compartida tanto del generador como de quien brinde el servicio de recolección y transporte, aspectos que se abordan en sus etapas respectivas.

En la figura 15 se muestran los 16 puntos para instalar PAP's en las comunidades de estudio, los cuales han sido elegidos con base a criterios previos que determinaron que son los sitios de las comunidades productoras donde mayormente se acumulan al aire libre las bolsas, o bien, que los mismos productores han establecido como lugares donde pueden colocar sus bolsas, porque generalmente alguien las pasa recolectando y se las lleva del sitio. Las comunidades de Shiroles, Suretka, Bambú y Sepecue son donde actualmente se acumulan más bolsas en los sitios públicos.

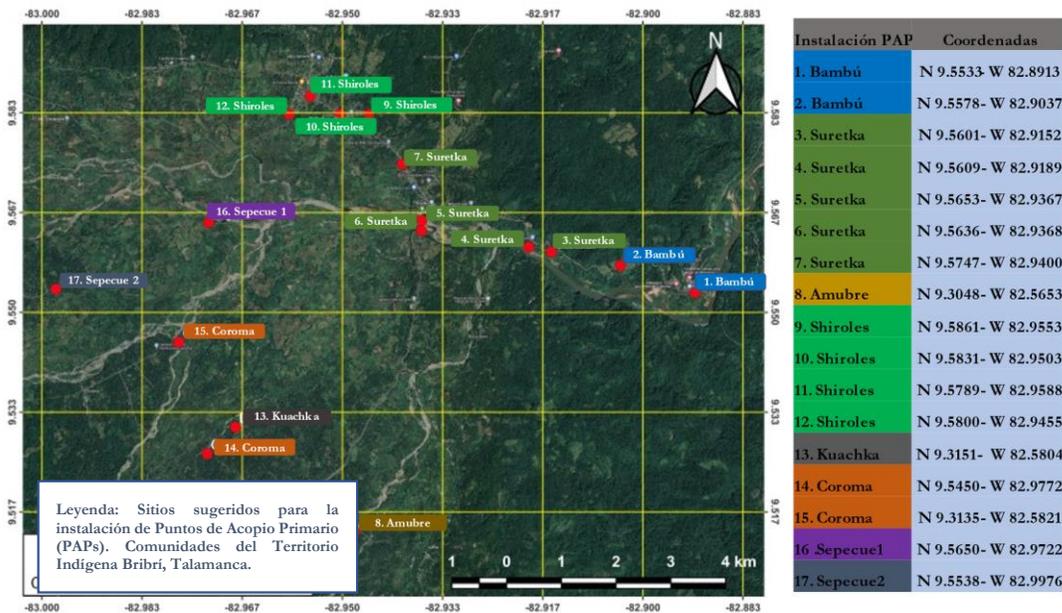


FIGURA 15. MAPA SOBRE LA UBICACIÓN DE PUNTOS DE ACOPIO TEMPORALES

### Centro de Acopio Temporal (CAT)

Son instalaciones que están acondicionadas para recibir los residuos de bolsas chemise procedentes de los Puntos de Acopio Primarios de las comunidades, o directamente de los usuarios o generadores, quienes bajo ciertas medidas pueden optar por entregar sus residuos de bolsas chemise directamente al centro. Un CAT es un punto intermedio entre los PAP's ubicados en las

comunidades generadoras y el sitio donde van a recibir un tratamiento de valorización o tratamiento.

Por las condiciones geográficas, de accesibilidad a las zonas productoras y por el tiempo mínimo requerido para ser llevadas a un sitio autorizado, se requieren un tiempo de viaje considerable, teniendo como base que el gestor autorizado más cercado, el cual se abordará más adelante, se encuentra a aproximadamente tres horas de viaje por carretera, desde Suretka. De tal forma que la función principal de un CAT es la recepción, revisión, acondicionamiento, pesado y embalado previo de las bolsas, o bien, según los requerimientos de transporte y de la empresa receptora autorizada que las recibe. A su vez es un sitio autorizado de recepción y descarga de las bolsas chemise y de carga y despacho del transporte que las llevará al sitio de valorización y/o tratamiento autorizado. Seguidamente se exponen los requerimientos más importantes que un CAT debe considerar y posteriormente se muestra la tabla 17, donde se enlistan las condiciones físico-sanitarias y de seguridad mínimas requeridas:

- Sus características deben que asegurar el bajo impacto ambiental en el sitio donde se vaya a instalar y brindar las condiciones de seguridad ante cualquier posible evento antropogénico y/o de origen natural, como son los eventos climatológicos.
- Su ubicación debe respetar las áreas de protección y distancia a cuerpos de agua establecidos en la normativa nacional en materia.
- Las distancias a límites de propiedades frontal, lateral y posterior deben cumplir con las especificaciones normadas.
- La cobertura de construcción máxima permitida es del 60% del área del lote.
- El periodo máximo de almacenamiento del residuo peligroso dentro de las instalaciones antes de ser enviado a la empresa autorizada es de seis meses calendario como máximo.
- Contar con la autorización de Gestor Autorizado otorgada por el Ministerio de Salud, cuyo formato de solicitud requiere información expresa del sitio donde se operará.
- La distribución de las instalaciones debe de estar dividida adecuadamente, cuyos componentes básicos son: áreas de maniobra de carga y descarga, áreas de clasificación, desembalaje, de pesaje, de compactación, de desembalaje y empaque y embalaje, según corresponda.

**TABLA 17. CONDICIONES MÍNIMAS REQUERIDAS PARA LA INSTALACIÓN DE UN CAT**

Requerimiento	Aspecto solicitado
<b>Físico sanitario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pisos, paredes, entresijos y estructuras internas de material sólido, no poroso y de fácil limpieza</li> <li>-Techos: altura mínima de 2.5 metros entre el piso y cielo raso (o cercha). Todas las áreas destinadas a almacenar residuos deben estar techadas</li> <li>-Adecuado sistema de ventilación natural, no inferior al 20% de la superficie del piso</li> <li>-Instalaciones eléctricas en buenas condiciones, entubadas, ancladas y protegidas (certificación eléctrica requerida)</li> </ul>
<b>Prevención del riesgo y seguridad ocupacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Facilidades sanitarias: 1 ducha c/ 5 trabajadores, 1 inodoro c/ 25 hombres y 1 c/ 20 mujeres, 1 orinal c/ 30 trabajadores, 1 lavamanos c/ 15 trabajadores, servicios sanitarios al público</li> <li>-Iluminación natural apropiada, que se puede combinar con iluminación artificial</li> <li>-Áreas de parqueo y carga y descarga dentro de la propiedad. No usar vías ni predios públicos</li> <li>-Altura de las estibas dentro del centro debe medir como máximo 3/4 partes de la altura de la construcción</li> <li>-Plan de Atención de Emergencias aprobado, actualizado e implementado, conforme lo indicado por la Comisión Nacional de Emergencias</li> <li>-Sistema de comunicación: como mínimo un teléfono disponible dentro del sitio ante cualquier imprevisto o emergencia que permita al personal acceder al 911 y/o al responsable de una emergencia local</li> <li>-Extintores de fuego en buen estado, recarga vigente, en cantidad y tamaño acorde al lugar</li> <li>-Señalización de emergencia: salidas de emergencia, rutas de evacuación y punto de reunión</li> <li>-Rotulación: simbología de Naciones Unidas, Sistema Globalmente Armonizado, NFPA u otro aplicable</li> </ul>
<b>Trámites y control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Garantizar equipamiento de seguridad y protección adecuado para los trabajadores</li> <li>-Botiquín de primeros auxilios rotulado y ubicado en un lugar adecuado</li> <li>-Agua en cantidad adecuada y calidad apta para consumo humano conforme lo normado en el Reglamento N°38924-S para la Calidad del Agua Potable</li> <li>-Instalaciones de acceso restringido únicamente para los operarios</li> <li>-Rotulación oficial de "PROHIBIDO FUMAR – Ambiente Libre de Humo de Tabaco"</li> <li>-Contar con un sitio definido para la recepción de bolsas, tanto para los productores que las entregan directamente en el sitio como para los transportistas que entregan y que se llevan los residuos de bolsas.</li> <li>-El personal que labore en el CAT deberá estar capacitado en el manejo de plaguicidas, que garantice su correcta manipulación durante el proceso de operación, utilizando las medidas de protección personal</li> </ul>
<b>Trámites y control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Contar Permiso Sanitario de Funcionamiento de las instalaciones, extendido por el Ministerio de Salud</li> <li>-Programa de Gestión Integral de Residuos del residuo peligroso, documentado, aprobado e implementado</li> <li>Sistema de Gestión Ambiental implementado y documentado (para micro, pequeños y medianos productores)</li> </ul>

Fuente: con base al Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos N°41527-S-MINAE, Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables No. 41052-S y Reglamento para el manejo de los desechos peligrosos industriales N°27001-MINAE.

Por lo anterior expuesto, el agricultor podría elegir si colocar los residuos de las bolsas en un PAP o entregarlas directamente al CAT. En caso de llevarlas por cuenta propia al CAT, el generador deberá trasladarlas de forma segura, siempre y cuando tengan un cierre seguro para evitar la exposición o salida de las bolsas durante el traslado.

### **Recolección y transporte**

Para esta etapa lo más apropiado sería que el servicio se dividiera de dos formas:

- **Gestor autorizado 1:** que traslade los residuos de las bolsas desde los Puntos de Acopio Comunitarios hasta el Centro de Acopio Temporal.
- **Gestor autorizado 2:** que traslade los residuos de las bolsas desde el Centro de Acopio Temporal hasta el sitio autorizado para su valorización o tratamiento.

De tal forma que podría considerarse que el Gestor autorizado 1 sea una persona física o jurídica proveniente del mismo territorio, tomando en cuenta aspectos logísticos que requieren especial atención, como es el cruce de los ríos. Por su parte, el servicio del Gestor autorizado 2, podría asumirlo por la misma empresa autorizada que las recibe, ya que generalmente cuentan con autorizaciones para brindar el servicio de transporte desde el centro de acopio hasta sus instalaciones.

Una tercera posibilidad es que el gestor autorizado del CAT asuma también la labor de recolección y transporte en alguna de las dos direcciones, ya sea desde las comunidades hasta el CAT, o desde el CAT hasta el sitio de entrega final. Cabe mencionar que las operaciones de carga son responsabilidad del expedidor en este caso del encargado de manejar el PAP y/o del CAT, mientras que las labores de descarga recaen sobre el destinatario, o sea de la empresa que le da valorización o tratamiento. Seguidamente se mencionan los requerimientos mínimos y obligaciones del gestor autorizado del servicio de transporte, cuyo detalle se amplía en la tabla 18:

- Estar debidamente autorizado como gestor de residuos peligrosos ante el Ministerio de Salud.
- Garantizar la gestión y manejo integral de los residuos peligrosos que reciba para su transporte.

- Entregar la totalidad de los residuos peligrosos a un gestor autorizado.
- Portar y acatar lo establecido en el manifiesto de transporte de residuos peligrosos sobre rutas, horarios, conductores asignados y receptores autorizados.
- Dotar a sus trabajadores de trajes y equipos de seguridad de trabajo según las operaciones requeridas.
- Usar siempre la ruta más corta, evitándose retrasos innecesarios a fin de procurar la entrega de la menor manera posible.

**TABLA 18. REQUERIMIENTOS PARA EL GESTOR AUTORIZADO DEL TRANSPORTE**

<b>Obligaciones del transportista</b>
Portar siempre la documentación requerida: manifiesto de transporte, ficha de emergencia para el transporte de productos peligrosos, certificado del generador del residuo al cual brinda el servicio
Seguir las medidas de seguridad personal en etapas de carga, descarga y limpieza
En caso de incidente durante el trasiego deberá responsabilizarse y realizar lo que corresponda para mitigar el impacto ambiental que pueda generarse.
Recibir del expedidor la carga lista para el transporte y en las operaciones de carga y descarga procurar la presencia en todo momento del encargado, para así delimitar responsabilidades en caso de una eventual emergencia o incidente a causa de un incorrecto acondicionamiento de la carga
El transportista deberá contar con el entrenamiento o capacitación necesarios para evitar cualquier riesgo y para ejecutar correctamente la labor que desempeña
<b>Especificaciones mínimas del transporte</b>
Estar debidamente identificado con rotulación y etiquetas oficiales de regulaciones internacionales sobre la peligrosidad del residuo que transporta
Contar con equipo de seguridad ante posible emergencia: extintores, triángulos reflectivos, calzas, otros
Someterse a una revisión técnica como mínimo una vez al año
Se prohíbe la movilización en un mismo vehículo de residuos peligrosos incompatibles

Fuente: con base al Reglamento General para la Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos N°41527-S-MINAE, Reglamento para el manejo de los desechos peligrosos industriales N°27001-MINAE.

## **Tratamiento**

Las personas, físicas o jurídicas, públicas o privadas, que se dediquen a la gestión de residuos peligrosos a través del tratamiento o valorización deberán contar con la autorización sanitaria según corresponda. Estos gestores autorizados deben mantener un sistema de registro del movimiento de los residuos peligrosos a través de contratos y manifiestos de entrega-transporte-recepción. En

la tabla 19 se enlistan los gestores autorizados seleccionados para efectos de esta propuesta, los cuales están registrados ante el Ministerio de Salud y brindan el servicio de Tratamiento y/o Valorización de los residuos peligrosos agrícolas en Costa Rica.

Una de las tecnologías autorizadas actualmente corresponde al tratamiento de reciclaje, sobresalen dos empresas de nombre Esquineros del Caribe S.A. y Recyplast, que se dedican al reciclaje de las bolsas chemise para la construcción de esquineros o bases que se comercializan para utilizarse para el transporte y exportación de plátano, cuyos procesos para este tratamiento aseguran la inocuidad en el producto final.

**TABLA 19. GESTORES AUTORIZADOS PARA EL TRATAMIENTO DE ENVASES AGRÍCOLAS RÍGIDOS Y FLEXIBLES**

Nombre del gestor autorizado	Ubicación	Servicio que brinda							Tipo de Residuo	Vigencia del permiso
		Recolección	Transporte	Acopio	Preparación para la	Valorización	Tratamiento	Disposición final		
<b>Servicios Ambientales Geocycle S.A.G. S.A.</b>	Distrito de Agua Caliente, Cartago. Instalaciones Fábrica de Cemento	X	X	X	X				Agroquímicos y plaguicidas. Recipientes o empaques contaminados con plaguicidas	Nov, 2023
<b>Holcim, Costa Rica, S.A.</b>	Distrito de San Francisco, Cartago.					X			Agroquímicos y Plaguicidas. Recipientes o empaques con plaguicidas	Abril, 2024
<b>Recyplast, Reciclados Plásticos Industriales S.A.</b>	Distrito de Pacuarito, Siquirres, Limón	X	X	X		X	X	X	Plásticos de origen agrícola	Marzo, 2026
<b>Fundación Limpiemos Nuestros Campos</b>	Distrito La Rita, Pococí, Limón	X	X	X	X				Envases vacíos de químicos	Julio, 2024
<b>Esquineros del Caribe S.A.</b>	Distrito Siquirres, Siquirres, Limón	X	X	X	X	X			Polietileno fundas tratadas	Julio, 2026

Fuente: Lista de Gestores Autorizados -a mayo, 2022-, disponible en la página del Ministerio de Salud de Costa Rica.

## **Valorización o recuperación**

La normativa en materia define como métodos apropiados en esta etapa a todo aquel proceso que recupere el valor del producto para ser utilizado en otro proceso productivo. En este caso se destaca como una opción autorizada a la empresa Geocycle, catalogada como líder en soluciones para la recuperación y aprovechamiento de residuos peligrosos. Actualmente es subsidiaria del Grupo Holcim, empresa cementera más grande del país, ubicada en la Gran Área Metropolitana. De tal forma que Geocycle brinda el servicio de transporte especializado, espacio de recepción, almacenamiento y acondicionamiento de los residuos, para luego ser trasladados para su co-procesamiento al horno cementero de Holcim, tal como se muestra en la columna del tipo de servicio brindado que se describe en la tabla 19.

### **V.6.1. Socialización de la propuesta con instituciones competentes en materia de gestión y manejo de residuos**

El artículo 9 de la Ley 8839 para la Gestión Integral de Residuos incita expresamente la necesidad de garantizar la participación de los sectores vinculados a la gestión integral de residuos, tanto a nivel nacional como local, a través de una construcción participativa. Es por ello que socializar la propuesta es fundamental, como un primer paso para implementar en un plazo perentorio lo planteado. Por ende, es importante promover el trabajo conjunto entre la sociedad civil y el sector gubernamental, incluir a las instituciones autónomas, centros de estudio superior, así como iniciativas público-privadas y organizaciones de la sociedad civil, sin dejar de lado a las comunidades que integran el territorio en estudio y sus respectivos dirigentes comunales.

Las municipalidades son las responsables de la gestión integral de los residuos generados en su cantón, labor que será articulada con las instancias o instituciones locales con competencia en el tema y cualquier otra que se considere necesaria. Como principio que rige al manejo de residuos peligrosos, la responsabilidad compartida se extiende a los generadores, quienes deben dar un manejo seguro y responsable de los plásticos *chemise* post cosecha, y su deber subsiste hasta que el residuo sea valorizado o sometido a algún tratamiento. La responsabilidad se extiende también a los gestores autorizados que participan del proceso de recolección, transporte, acopio temporal y valorización y/o tratamiento del residuo peligroso. La obligación de los involucrados en la cadena se equipara a la de un generador. Para el caso de estudio deberá aplicar de igual manera para los

intermediarios que comercializan el plátano y las empresas proveedoras de las bolsas *Polyinsect*, en este caso a las ferreterías de la zona e involucrar a los intermediarios que compran el plátano sin bolsa.

En la tabla 20 se muestran los principales actores sociales y su ámbito de acción en materia de residuos, que deben involucrarse en la labor para lograr un abordaje integral y que pueda materializarse con resultados satisfactorios.

**TABLA 20. ACTORES SOCIALES CLAVE PARA LA GESTIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS DE BOLSAS**

INSTITUCIÓN / ACTOR SOCIAL	ÁMBITO DE ACCIÓN – SUBCOMITÉ PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DE BOLSAS CHEMISE
Asociación de Desarrollo Integral de Territorio Indígena Bribri ADITIBRI)	Elaboración de Plan sectorial de residuo o por la naturaleza del residuo (Art. 13, LGIRS N°8839) Organización y canalización de recursos para su implementación Sensibilización y divulgación en materia de GIR a generadores y comunidades Apoyo con la organización de actividades, convocatorias y préstamo de instalaciones
Municipalidad de Talamanca	Unidad de Gestión Ambiental: coordinación del Comité local para la GIR Talamanca (Subcomité para la gestión integral de bolsas chemise) Organización y canalización de recursos para su implementación Sensibilización y divulgación en materia de GIR Apoyo con la organización de actividades, convocatorias y préstamo de instalaciones Vigilancia al cumplimiento de la normativa en materia de residuos: aplicación de sanciones
Ministerio de Salud- Área Rectora de Salud de Talamanca (MINSa)	Sensibilización y divulgación en materia de GIR (peligrosos) Apoyo en la coordinación del Subcomité para la gestión integral de bolsas chemise. Apoyo en la organización de actividades y convocatorias: campañas de limpieza y recolección, otros Rectoría en materia de GIR: vigilancia y regulación del cumplimiento de la normativa en materia -aplicación de sanciones
Ministerio de Ambiente y Energía- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (MINAE-SINAC)	Labores conjuntas con el MINSa en materia de GIR peligrosos Educación ambiental y sensibilización en materia de GIR: protección y conservación de la biodiversidad, de los suelos y el recurso hídrico
Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)	Capacitación, apoyo técnico y acompañamiento en Buenas Prácticas Agrícolas, Manejo Integral del Cultivo de <i>Musa</i> AAB
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA): Acueductos Rurales en Limón	Educación ambiental en materia de GIR y protección del recurso hídrico. Coordinación de actividades con los acueductos rurales del territorio relacionadas con el impacto de los residuos de las bolsas chemise sobre el recurso hídrico y su protección
Acueductos rurales del T.I. Bribri (Operadores rurales)	Educación ambiental con comunidades que abastecen, sobre la protección del recurso hídrico. El territorio cuenta con un total de 16 acueductos rurales, cuya mayoría capta el recurso de manera superficial.
Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS)- Área de Salud de Talamanca	Talleres de sensibilización sobre efectos en la salud por el uso de plaguicidas. Involucramiento de los Asistente Técnico de Atención Primaria en Salud (ATAPs) en la sensibilización y divulgación de información a través de sus visitas de campo
Instituto de Desarrollo Rural (INDER)	Implementación y acompañamiento de algún proyecto productivo que se enmarque dentro sus líneas de acción: Seguridad alimentaria y nutricional, créditos rurales, dotación de infraestructura
Dirección Nacional de Desarrollo de la Comunidad (DINADECO)	A través del programa “Ecomunidades” desarrolla estrategias para contribuir a revertir los índices de contaminación por residuos y permite a las comunidades desarrollar un modelo socioproductivo para la disposición de estos materiales.
Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) de Bribri - Centro Nacional Especializado en Agricultura Orgánica del INA	Capacitación y acompañamiento técnico a los productores en Buenas Prácticas en la Agricultura y agricultura orgánica
Trabajo Comunal Universitario de la Universidad de Costa Rica TCU-710/UCR: Turismo rural y pequeños productores y productoras: impulsando el desarrollo comunal	Charlas, talleres y capacitaciones en materia de GIR Diseño y elaboración de material didáctico, para la divulgación de información a los productores y comunidades en materia de buenas prácticas agrícolas, producción orgánica, salud ocupacional, abonos orgánicos, entre otros temas (ya se ha trabajado previamente con estudiantes de este TCU)
Universidad Estatal a Distancia (UNED Shiroles)	Apoyo en la organización de actividades, campañas, jornadas de limpieza y otras acciones en materia de GIR
Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional (IRET-UNA)	Divulgación de las investigaciones que han realizado en el territorio indígena Bribri en materia de plaguicidas. Acciones de prevención y capacitación sobre alternativas a la producción convencional, con los productores y comunidades
Asociación de Organizaciones del Corredor Biológico Talamanca Caribe (ACBTC)	Colaboración con actividades de capacitación y educación ambiental en materia de manejo y GIR

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se plantean las siguientes conclusiones:

A través del estudio se determinó que actualmente no existe un manejo ni una gestión del residuo peligroso en cuestión en el territorio indígena Bribri de Talamanca, lo cual que deriva en un total de 246,933 unidades de bolsas clasificadas como peligrosas y se traduce en consumo de 543 kilogramos de ingrediente activo del plaguicida clorpirifos al año.

Aunado a ello se determinó que una fracción de los residuos de bolsa chemise generada es recolectada y transportada de manera informal e irregular por una persona de la comunidad, sin embargo, es un gestor no autorizado y se desconoce el destino final. Mientras tanto, lo que no se recolecta queda acumulado en los playones y puertos de trasiego del producto, en parcelas, lotes baldíos, patios de casas y a la intemperie en la vía pública, constituyéndose como una problemática ambiental que actualmente amenaza y pone en riesgo la calidad de los suelos, subsuelos, el agua superficial y subterránea, el aire y los ecosistemas del territorio indígena Bribri. Se destaca la contaminación del río Telire el cual desemboca en las costas del Caribe sur costarricense, pudiendo poner en riesgo un importante arrecife coralino del país.

Las consecuencias en la salud de la población expuesta han sido visibilizadas por instancias como el IRET desde hace más de una década, determinándose que no solamente los embolsadores son los principales afectados, sino también la población infante y mujeres jefas de hogar. Sin embargo, hasta la fecha las instituciones pertinentes, los responsables directos de su fabricación y distribución, los intermediarios ni los mismos productores o generadores realizan acción alguna para sensibilizar a la población sobre los efectos adversos y potenciales del plaguicida clorpirifos y del plástico post-consumo, así como su manejo adecuado.

A través del estudio se determinó que el 100% de los informantes desconocen del ingrediente activo clorpirifos, contenido en la bolsa chemise y la totalidad prescinde del uso del Equipo de Protección Personal, lo cual está directamente ligado con un desconocimiento generalizado y una percepción muy ambigua sobre los efectos del agrotóxico en el ambiente y la salud. Sin embargo, queda reflejado el interés y anuencia por parte de los participantes en el estudio, para integrarse y

ser partícipes de una estrategia para la gestión y manejo de la bolsa post-consumo que generan, viéndose limitados en la actualidad por la ausencia de recurso técnico y capacidad instalada en el territorio y en cantón de Talamanca para su traslado y entrega segura a un gestor autorizado.

El momento más crítico de exposición aguda del agricultor al clorpirifos es al extender la bolsa y colocarla en el racimo de plátano, lo cual quedó en evidencia a través de los informantes que han sido afectados y los estudios consultados. Sin embargo, existe un vacío referente a los efectos crónicos o al largo plazo en la población de estudio, ya que en la actualidad no reciben ningún tipo de capacitación y/o acompañamiento técnico por parte de terceros, y los proveedores de las bolsas no se están haciendo responsables de empacar y vender de manera segura las bolsas que venden al menudeo o en cantidades menores al paquete original de 550 unidades, quedando expuestas para el consumidor, mismas que además se entregan sin la ficha técnica del producto peligroso ni las instrucciones sobre su manipulación y manejo.

Tanto el fabricante o casa comercial de la bolsa Polyinsect, como las principales ferreterías que proveen el producto en la zona, llámense San Francisco y ROMAGRO, no realizan ninguna acción correspondiente a la responsabilidad extendida del productor y compartida, siendo que no participan en ninguna etapa de la recolección, transporte y/o acopio temporal, ni realizan acciones de sensibilización, capacitación, comunicación ni divulgación sobre el manejo adecuado del residuo plástico peligroso que comercializan, con la población productora y habitantes de las 15 comunidades productoras de plátano.

Se determinó que la quema y enterramiento de los residuos de estas bolsas son una práctica generalizada en el territorio de estudio, como resultado de la ausencia de un servicio de recolección y transporte. Tanto la quema como la incineración, enterramiento, almacenamiento o abandono de residuos peligrosos, tal como las bolsas aditivadas con plaguicidas, en sitios no autorizados, están tipificadas según la Ley 8839 para la Gestión Integral de Residuos como infracciones gravísimas, lo cual, sin perjuicio de la obligación del infractor de indemnizar y reparar el daño ambiental, se sanciona con una multa de cien a doscientos salarios base. También son infracciones gravísimas, con la misma sanción el gestionar, almacenar, valorizar, tratar, depositar y disponer residuos peligrosos en lugares no autorizados, mezclar residuos ordinarios con residuos peligrosos, transportar residuos peligrosos, sin la autorización correspondiente.

A través del diagnóstico se determinó que tanto en los dirigentes comunales como en los miembros de la ADITIBRI, existe un gran interés y anuencia en brindar una pronta solución a la situación que les aqueja, teniendo en cuenta las características espaciales del territorio que habitan, donde las condiciones geográficas, de accesibilidad y de comunicación hacen más compleja la implementación del adecuado manejo y gestión, pero conscientes de la urgencia de dar una solución integral al manejo actual de la bolsa chemise que involucre al gobierno local de Talamanca, a las instituciones gubernamentales pertinentes en materia, a toda la cadena responsable de la generación y manejo del residuo y la población en general.

El papel de la ADITIBRI es fundamental para la ejecución de la propuesta, principalmente por la figura legal que cumple en el territorio y por la capacidad organizativa que tiene, fungiendo además como un enlace para articular al sector gubernamental con los productores y las comunidades del territorio de su jurisdicción.

Por lo anterior expuesto este trabajo se constituye como un aporte para contribuir con el manejo adecuado del residuo de la bolsa Polyinsect en el territorio en estudio y a la vez expone las bases más importantes para una gestión integral que articule a los actores sociales clave y responsables en la materia y el trabajo interdisciplinario e interinstitucional.

## PERSPECTIVAS

- El gobierno local tanto del cantón como del territorio indígena, así como las instituciones y organizaciones pertinentes y las empresas responsables en la cadena del insumo agroquímico y su posterior manejo, deberán enfocar los esfuerzos en la creación y establecimiento de convenios con microempresas, cooperativas, organizaciones de mujeres, otras organizaciones, iniciativas locales que surjan en el mismo territorio indígena y que garantice su participación en el proceso de la gestión y manejo del residuo, tal como lo estipula la Ley N°8839.
- A nivel local deben existir comités locales debidamente conformados para la gestión integral de residuos y deben ser creados por las municipalidades. Por lo tanto, la conformación de un sub-comité para la gestión integral de los residuos de bolsas chemise, se proyecta como un espacio adecuado para integrar y trabajar de manera mancomunada la estrategia, tomando como apoyo esta propuesta.
- Es importante potenciar el estudio y ampliar la investigación e innovación hacia la creación de insumos agroecológicos para el cultivo de plátano, así como un prototipo de fundas biodegradables, a base insumos 100% naturales, que logre sustituir el uso de las fundas de polietileno con clorpirifos para la producción de variedades de *Musa paradisiaca*. Investigaciones exploratorias en otros países han concluido que existe factibilidad productiva y económica de llevar estas iniciativas a la realidad. Así también existe la necesidad de dar un aprovechamiento o tratamiento a los pinzotes generados de la corta de los racimos, los cuales actualmente se descartan en ríos, suelos y otros sitios y también pueden contener una carga importante del residuo del plaguicida. Por último, es una necesidad generar investigaciones en Costa Rica enfocadas en la biorremediación de suelos contaminados por clorpirifos, en este aspecto las universidades, en especial las ingenierías y las áreas de las ciencias puras se proyectan como aliados estratégicos para lograr avances enfocados en la prevención y sustitución de agroquímicos.
- Resulta importante ampliar el estudio en el territorio indígena cabécar de Talamanca, el cual limita con el sitio en estudio, ya que de igual manera se dedican a la producción del plátano

bajo el modelo convencional, y representa también una de las principales actividades económicas, con la similitud que no existe ningún manejo de las bolsas chemise post-consumo.

- La propuesta generada sirve como base para atender a lo normado en el artículo 13 de la Ley para la Gestión Integral de Residuos 8839, el cual hace referencia al instrumento de planificación para la GIR conocido como *“Plan sectorial de residuos o por la naturaleza del residuo”*, el cual es una herramienta apropiada para un determinado sector o residuo de interés que considere la cantidad y composición de los residuos. Por lo tanto, es pertinente para el residuo porque en estudio es un plaguicida generado por la actividad productiva agrícola más importante de este territorio. Un plan de este tipo deberá ajustarse a los requisitos de diseño normados en el reglamento a esta Ley, para luego ser presentados ante la entidad competente para su debida autorización, acompañamiento y/o seguimiento.
- Un plan de este tipo sería importante que fuera abordado desde la ADITIBRI, puesto que por su carácter de Asociación tendría posibilidades de optar por fondos específicos que promueven la gestión integral de residuos, como lo es el programa Ecomunidades de la Dirección Nacional de Desarrollo de la Comunidad (DINADECO), posicionando inclusive al territorio indígena Bribri como un precursor en el tema a nivel país, donde se incorpora a todo un sector productivo agrícola en la gestión y manejo integral del residuo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR] (1997). *Resumen de Salud Pública Clorpirifos CAS#: 2921-88-2*. Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU. [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs84.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs84.html)
- Aguirre-Buitrago, J. C., Narváez-González, S. C., Bernal-Vera, M. E., & Castaño-Ramírez, E. (2014). *Contaminación de operarios con clorpirifos, por práctica de "embolsado" de banano (Musa sp.) en Urabá, Antioquia*. Luna azul, (38), 191-217.
- Alpizar, F., Madrigal-Ballester, R., & Salas, A. (2018). *Retos ambientales de Costa Rica*. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington DC (Estados Unidos). <http://dx.doi.org/10.18235/0001352>
- Amador-Hernández J., Garza-Rodríguez, I., Enríquez-Rosado, R., Velázquez-Manzanares, M. (2021). *Triazinas, los herbicidas más usados alrededor del mundo: aspectos químicos y biológicos*. CienciaCierta, Universidad Autónoma de Coahuila. 66. 20 pp.
- Arango, A. M. (2015). *Efectos ambientales ocasionados por la técnica del embolsado de plátano en la producción agrícola del municipio de Ulloa-Valle*. [Tesis de maestría, Universidad de Manizales, Colombia]. Repositorio Institucional Universidad de Manizales. 41 pp. <http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2448>
- Asociación Civil Amocali A.C. Campo Limpio (2017). *Centros de Acopio Primarios (CAP)* Web: <https://campolimpio.org.mx/plan-de-manejo/centros-de-acopio-primarios-cap>
- Asociación Civil Campo Limpio Uruguay (s.f). *Guía para la creación de Centros de Acopio Primario a nivel de distribuidores (CRP)* Web: <https://campolimpio.org.uy/>
- Asociación Corredor Biológico Talamanca Caribe [ACBTC] (2022). *Talamanca: Generalidades*. Web: [https://www.corredortalamanca.org/talamanca\\_\\_generalidades\\_e\\_historia.php?idioma=1](https://www.corredortalamanca.org/talamanca__generalidades_e_historia.php?idioma=1)
- Asociación de Desarrollo Integral del Territorio Indígena Bribri (2021). *Listado de productores de plátano, Territorio Indígena Bribri*.
- Balaguer, R., Dimastrogiovanni, G., García, K., González, E., Lysimachou, A., & Romano, D. (2018). *Ríos hormonados: amplia presencia de plaguicidas disruptores endocrinos en los ríos españoles*. Ecologistas en Acción y PAN Europe.
- Barrera, J., Cardona, C., & Cayón, D. (2011). *El cultivo de plátano (Musa AAB Simmonds): ecofisiología y manejo cultural sostenible*. Universidad de Córdoba—Editorial Zenú.

- González, F. B., Márquez, D. A., Solís, J. D. Á., Meraz, E. A., Aguilar, O. A., Bastidas, P. D. J. B., ... & Kubiak, S. M. W. (2015). Los plaguicidas altamente peligrosos en México.
- Carranza, Y. (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*. [Informe de práctica dirigida, Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica].  
<https://repositorio.una.ac.cr/browse?type=author&value=Carranza+Ram%C3%ADrez+%2C+Jeimy>
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria -CEDRSSA- (2020). *Impacto del uso de plaguicidas en el sector agropecuario*. Web:  
[http://www.cedrssa.gob.mx/post\\_impacto\\_del\\_-n-uso-n-\\_de\\_-n-plaguicidas-n-\\_en\\_el\\_-n-sector\\_agropecuario-n.htm#](http://www.cedrssa.gob.mx/post_impacto_del_-n-uso-n-_de_-n-plaguicidas-n-_en_el_-n-sector_agropecuario-n.htm#)
- Cid, R. (2014). *Aplicación eficiente de fitosanitarios: plaguicidas químicos, composición y formulaciones, etiquetado, clasificación toxicológica, residuos y métodos de aplicación*. Editado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires, Argentina.
- Chacón Araya, K. (2019). *Agricultura y sostenibilidad ambiental en Costa Rica*. Web:  
<https://repositorio.conare.ac.cr/handle/20.500.12337/7812?show=full>
- Chai, L. K., Wong, M. H., & Hansen, H. C. B. (2013). Degradation of chlorpyrifos in humid tropical soils. *Journal of environmental management*, 125, 28-32.
- Cocca, C., Ventura, C., Nunez, M., Randi, A., & Venturino, A. (2015). El organofosforado clorpirifos como disruptor estrogénico y factor de riesgo para el cáncer de mama. *Acta toxicológica argentina*, 23(3), 142-152.
- Comercializadora de Polímeros Recicladados S.A. (2020). *Bolsa barcina*.  
<https://comercializadoradepolimerosrecicladados.com/productos/>
- Córdoba Gamboa, L. (2015). Evaluación de la contaminación ambiental en aire y polvo por plaguicidas, en 12 centros educativos del cantón de Matina, Limón. [Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica]. Repositorio Institucional Kérwá Universidad de Costa Rica:  
<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/84505>
- Cuenca, P., & Ramírez, V. (2004). Aberraciones cromosómicas en trabajadoras expuestas a plaguicidas. *Revista de biología tropical*, 52(3), 623-628.
- De Joodea, B. V. W., Moraa, A. M., Lindhb, C. H., Hernández-Bonillac, D., Córdobaa, L., Wesselingd, C., ... & Merglerf, D. (2016). *La exposición a plaguicidas y el neurodesarrollo en niños de 6-9 años de edad de Talamanca, Costa Rica*.

- De la Cruz, E., Bravo, V., y Ramírez, F. (2010). *Manual de plaguicidas de Centroamérica*. Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas.
- Decreto N°16307 *Delimita Reserva Indígena Bribri de Talamanca* (1985, 20 de junio). Diario Oficial La Gaceta N°116.
- Dirección Nacional de Extensión Agropecuaria (s.f.). *Caracterización del área de influencia de la Agencia de Extensión Agropecuaria*. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/regiones/rha/Caracterizacion-AEA-Cahuita.pdf>
- Environmental Protection Agency [EPA] (2020). Chlorpyrifos: Draft Ecological Risk Assessment for Registration Review. <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OPP-2008-0850-0940>
- Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda [EARTH] (s.f.). *Bananos sustentables con huella educativa*. Web: <https://www.earth.ac.cr/es/bananos-sostenibles/>
- FAO/OMS (2022) *Glosario de términos -Codex Alimentarius*. Web: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codextexts/dbs/pestres/glossary/es/#:~:text=Un%20%22plaguicida%22%20es%20cualquier%20sustancia,piensos%2C%20o%20que%20pueda%20administrarse>
- Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., & Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Editorial McGraw Hill.
- Fernández, D. G., Mancipe, L. C., & Fernández, D. C. (2010). *Intoxicación por organofosforados*. *Revista Med*, 18(1), 84-92.
- Gómez Meléndez, A., González Evora, F., García, H., Espinoza, M., & Solano Monge, F. (2014). *Atlas de los territorios indígenas de Costa Rica*. <http://repositorio.ucr.ac.cr/handle/10669/15088>
- González, F. B., Márquez, D. A., Solís, J. D. Á., Meraz, E. A., Aguilar, O. A., Bastidas, P. D. J. B., ... & Kubiak, S. M. W. (2015). *Los plaguicidas altamente peligrosos en México*.
- Iannacone Oliver, J. A. (2015). Impacto de plaguicidas en la abeja melífera *Apis mellifera* (Hym: apidae)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2013). *X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011. Territorios Indígenas. Principales indicadores demográficos y socioeconómicos* (Costa Rica).
- Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI] (s.f.). *Tipos de plátano en México*. <https://www.intagri.com/articulos/frutales/tipos-de-platano-en-mexico>

- John, E. M., & Shaik, J. M. (2015). Chlorpyrifos: pollution and remediation. *Environmental Chemistry Letters*, 13(3), 269-291
- Lastra, M. (2016). *Hoja de datos de seguridad del clorpirifos*: Centro de Información y Estudio de Medicamentos y Tóxicos, Universidad de Antioquía. <https://ciemto.medicinaudea.co/system/comfy/cms/files/files/000/000/567/original/44-CLORPIRIFOS.pdf>
- Ley Indígena N°6172* (1977, 29 de noviembre). Diario Oficial La Gaceta N°135.
- Ley N°8591 para el Desarrollo, Promoción y Fomento de la Actividad Agropecuaria Orgánica* (2007, 14 de agosto). Diario Oficial La Gaceta N°155.
- Ley para la Gestión Integral de Residuos N°8839* (2010, 13 de julio). Diario Oficial La Gaceta N°135.
- Marín, L. F., & Jaramillo, B. (2015). *Aislamiento de bacterias degradadoras de pesticidas organofosforados encontrados en suelos y en leche bovina*. *Revista chilena de nutrición*, 42(2), 179-185.
- Martin-Culma, N. Y., & Arenas-Suárez, N. E. (2018). Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola. *Entramado*, 14(1), 232-240.
- Martínez, E. K., Omar, F. (s.f.). *Evaluación del desarrollo del racimo de plátano (musa aab) aplicando la técnica del embolsado*. <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/cobaind/v2n6/art42.pdf>
- Mata Ferrón, J. (2016). *Exposición postnatal a clorpirifos, actividad locomotora y farmacología*.
- Merino, L., Chacón, K. (2018). Armonía con la naturaleza. Informe Estado de la Nación; 24 – 2018. <https://hdl.handle.net/20.500.12337/2987>
- Ministerio de Salud Costa Rica (2022). *Registro de Gestores y Unidades de Cumplimiento*. Web: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/tramites/empresas/28-tramites/registros/113-registro-de-gestores-en-salud>
- Mora, V. (2020). *Caracterización Regional de la Región de Desarrollo Huetar Caribe 2020*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Región de Desarrollo Huetar Caribe de Costa Rica. 19 pp.
- Morales, M. (2021). *Exposición prenatal a contaminantes ambientales: exposición prenatal a clorpirifos y el desarrollo de autismo*. [Tesis doctoral, Universidad de Almería]. Repositorio institucional UAL: <http://repositorio.ual.es/handle/10835/11700>
- Moyano, P. (2016). *Efectos neurotóxicos del clorpirifos sobre el sistema colinérgico e implicaciones legales del uso del perfil toxicogenómico como biomarcador de toxicidad* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid].

- Muñoz Ruiz, C. M. (2006). *Sistemas de producción sostenible de plátano (Musa AAB), fluctuación poblacional y severidad del daño del picudo negro (Cosmopolites sordidus Germar) en San Carlos Costa Rica* [Tesis doctoral, Universidad de Costa Rica]. Repositorio del SIBDI, UCR  
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/857/1/26981.pdf>
- Organización Campo Limpio Argentina (2022). *Gestión de envases*. Web:  
<https://www.campolimpio.org.ar/nuestros-cat/>
- Organización Mundial de la Salud y Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas [OMS-IPCS] (2020). *Clasificación recomendada por la OMS de los plaguicidas por el peligro que presentan y directrices para la clasificación 2019*. Organización Mundial de la Salud.  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/337246>.
- Organización Panamericana de la Salud y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [OPS-PNUD] (2022). *Diagnóstico de afectación a la salud por uso de plaguicidas en Costa Rica*.  
<https://impactoplaguicidas.cr/repositorio/diagnostico-de-afectacion-a-la-salud-por-uso-de-agroquimicos-en-costa-rica/>
- Orjuela Yepes, D. (2013). *Estudio comparativo de las normas relevantes a nivel internacional para la definición, clasificación, exclusión, desclasificación e identificación de residuos peligrosos*. Nova, 11(19), 73-92.
- Platanera Río Sixaola (s.f). Platanera Río Sixaola Web: <https://bananen.de/de/home>
- Perdomo, P. J. C. (2017). *Caracterización del manejo y disposición final de la bolsa racimo por parte de los agricultores del plátano hartón en el Municipio de Granada–Meta*. [Proyecto de investigación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD Granada]. Repositorio Institucional UNAD Colombia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13538>
- Pérez-Consuegra, N. (2018). *Alternativas a los plaguicidas altamente peligrosos en América Latina y el Caribe*. IPEN/ACTAF. La Habana: Agroecológica.
- Picco, E. J., Boggio, J. C., & Rodríguez, C. (2010). *Clorpirifós: efectos sobre las esterasas y repercusión toxicológica sobre los seres vivos*. Panorama actual del medicamento, 34(336), 679.
- Polidoro, B. A., & Morra, M. J. (2016). *An ecological risk assessment of pesticides and fish kills in the Sixaola watershed, Costa Rica*. Environmental Science and Pollution Research, 23(6), 5983-5991.
- Ponce, G., Cantú, P. C., Flores, A., Badii, M., Zapata, R., López, B., Fernández, I. (2006). *Modo de acción de los insecticidas*. Revista salud pública y nutrición, 7(4): 1-18.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] (2020). *Atlas de Desarrollo Humano Cantonal (Costa Rica)*. <https://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/atlas-de-desarrollo-humano-cantonal.html>

- ProMusa (2020). *Embolsado*. <https://www.promusa.org/Embolsado>
- Quiceno, M. C., Giraldo, G. A., & Villamizar, R. H. (2014). *Caracterización fisicoquímica del plátano (Musa paradisiaca sp. AAB, Simmonds) para la industrialización*. UGciencia, 20(1), 48-54.
- Ramírez, F., Ramírez, O., García, C., Sandoval, I., Gómez, A. (2015). *VI Censo Nacional Agropecuario Atlas Estadístico Agropecuario*. Instituto Nacional de Estadística y Censos, San José, Costa Rica.
- Reglamento para el Transporte Terrestre de Productos Peligrosos N°24715-MOPT-MEIC-S* (01 de noviembre de 1995). Diario Oficial La Gaceta N°207.
- Reglamento de expendios y bodegas de agroquímicos N°28659-S* (31 de mayo del 2000). Diario Oficial La Gaceta N°104.
- Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables N°41052-S*. (2018, 01 de junio). Diario Oficial La Gaceta N°97.
- Reglamento general para la clasificación y manejo de residuos peligrosos N°41527-S-MINAE* (2019, 22 de enero). Diario Oficial La Gaceta N°15.
- Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Cantón de Talamanca* (2011, 19 de agosto). Diario Oficial La Gaceta N°159.
- Reglamento Técnico (RTCR 484:2016) N°40059-MAG-MINAE-S sobre Registro, uso y control de Insumos Agrícolas, Plaguicidas Sintéticos Formulados, Ingrediente Activo Grado Técnico, Coadyuvantes y Sustancias Afines de Uso Agrícola* (2017, 12 de enero) Diario Oficial La Gaceta N° 9.
- Reglamento de Salud Ocupacional en el Manejo y Uso de Agroquímicos Decreto N°41931-MTSS* (2019, 24 de octubre) Diario Oficial La Gaceta N°202.
- Risher, J. F. (1997). Toxicological profile of chlorpyrifos. US department of health and human services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- Rojas, P., Araya J., Álvarez s., Fuentes, G., Velázquez M., Almendares R., Quirós, O., Gutiérrez A., Alvarado Y., Rojas, S., Solano V., Fallas, M. (2007). *Caracterización y plan acción para el desarrollo de la agrocadena del cultivo de plátano en la región Huetar Atlántica*. [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual/bibliotecavirtual/a00214.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual/bibliotecavirtual/a00214.pdf)
- Rodríguez, T. (2021). *Frontera, extracción agrícola y nuevas lógicas de apropiación en Talamanca, Costa Rica*. TRACE (México, DF), 80 (2021), 79-115. <https://doi.org/10.22134/trace.80.2021.790>
- Rosales, F. E., Alvarez, J. M., & Vargas, A. (2010). *Guía práctica para la producción de plátano con atlas densidades: experiencias de América Latina y El Caribe*.

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria SADER/SENASICA (2019). *Manual para el Buen Uso y Manejo de Plaguicidas en Campo*. 80 pp.
- Torres, R., Andrade, R., Tirado, D., & Acevedo, D. (2015). *Influencia del grado de madurez en la firmeza del plátano hartón (Musa AAB Simmonds)*. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 18(2), 563-567.
- Torres, M., Pozo, K., & Díaz, V. (2021). Influencia de la degradación del Clorpirifos en la detección analítica utilizando biosensores: revisión del estado actual y aspectos futuros. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 15(30), 9-21.
- Transcontinental (2021). *Polyinsect*.  
<https://tctranscontinental.com/es/empaques/productos/cultivo-de-banano/polyinsect-fundas-de-banano>
- Villalobos, J. (2014). *Exposición de trabajadores embolsadores de plátano al plaguicida clorpirifos usado en la bolsa protectora, Cantón Talamanca, provincia Limón*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Costa Rica]. Repositorio Institucional UNA. 96 pp.  
<https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/13259>
- Vindas, R., Ortiz, F., Ramírez, V., & Cuenca, P. (2004). Genotoxicidad de tres plaguicidas utilizados en la actividad bananera de Costa Rica. *Revista de biología tropical*, 52(3), 601-609
- Watts, M. (2012). *Clorpirifos: Un posible COP a nivel global*. Pesticide Action Network NorteAmerica.
- Wesseling, C., Aragón, A., Rojas, M., Blanco, L., López, L., Soto, A., López, I. (2006). *Efectos del clorpirifos en la salud de trabajadores bananeros de La Lima, Honduras*.
- Zaragoza-Bastida, A., Valladares-Carranza, B., Ortega-Santana, C., Zamora-Espinosa, J., Velázquez-Ordoñez, V., Aparicio-Burgos, J. (2016). *Repercusiones del uso de los organoclorados sobre el ambiente y salud pública*. *Abanico veterinario*, 6(1), 43-55.

Cuernavaca, Morelos a 17 de enero de 2023

**COMISIÓN REVISORA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE, PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DE LA ESTUDIANTE C. **FERNANDEZ MONGE ELENA AUXILIADORA**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10053503**, BAJO EL TÍTULO “**PROPUESTA DE MANEJO DE RESIDUOS DE BOLSAS CHEMISE GENERADAS POR PRODUCTORES DE *Musa AAB* DEL TERRITORIO INDÍGENA BRIBRI DE TALAMANCA, COSTA RICA**” CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI VOTO APROBATORIO.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por Una Humanidad Culta*

**DR. JORGE ANTONIO GUERRERO ALVAREZ**  
**(FIRMA ELECTRÓNICA)**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

JORGE ANTONIO GUERRERO ALVAREZ | Fecha:2023-01-19 14:31:25 | Firmante

WOWTC6NDmXj47oMcN1hbPM5jir45e/PsqGFCZBns8Cibsay0r8oeQXmEWnYJ8Np+QnoCxlq9OPmBfhNzygOZ3UYsaEPXZS8GssdjPxec26KhpF4NlwcqmpyUo2b5eCm4BW  
BetHXBHdwsPI04XzXCCDz09rSALdlzwTgZeUfjB2faDNpw86YI5K9+bFhBeC6mJXbqcHY3Y3oruoFaV/UjZ+R8+3xEYA+XqCsW6pG8a8svnz5OUXSJ7ahlLwOimyaAaOSMV8P  
ShKEir6pDc3Mx2ci3Qwlb3G0pr8Lw6TTi7INFJ4g8hh2zOHZFIArRdN2WC35Ar3rZtxh+bIDzuYJqQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[Nh7vIrCVb](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/a13l6jWfcsVDSrcfS2At7A2liJyY7JTa>



Cuernavaca, Morelos a 17 de enero de 2023

**COMISIÓN REVISORA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE, PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DE LA ESTUDIANTE C. **FERNANDEZ MONGE ELENA AUXILIADORA**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10053503**, BAJO EL TÍTULO “**PROPUESTA DE MANEJO DE RESIDUOS DE BOLSAS CHEMISE GENERADAS POR PRODUCTORES DE *Musa AAB* DEL TERRITORIO INDÍGENA BRIBRI DE TALAMANCA, COSTA RICA**” CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI VOTO APROBATORIO.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por Una Humanidad Culta*

\_\_\_\_\_  
**DRA. PATRICIA MUSSALI GALANTE**  
**(FIRMA ELECTRÓNICA)**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**PATRICIA MUSSALI GALANTE | Fecha:2023-01-19 12:41:59 | Firmante**

PqdYOeHwQYNNliouMn8h81GMgpwgunhmdlc8l5VxB8jGURUmvGVZeZWOKTgfon7DkErw5DZNEpt5gZjZDlk5x5pDRB9dcccxbJVq7rcXh/sGuHD3xMFWCzkmk6Laa0U6dwB+v  
oWJL1+aULN8ajrGhZOLTYWRxPuklEs/3E+yFWS8sSmiCANUHn/phIPiVkv+dmzwOdQhGKF60lgvraoGhwriAwwQG1PhWr+7mDmeNvFepmzuPmOEw7EF1tfm1LC8QJjSS7Xc0  
AaCdrO4Uw/z+D9aAK3bYba94H1KQhG9I56vURpKe8aAzBPLnCC1FluNzZp6WRFMdBf13hq6aeECqNw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



**eQOKRmy9S**

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/ZmuCBQV1OtmsOYpWOzxqUlfq68YyMpi0>



Cuernavaca, Morelos a 17 de enero de 2023

**COMISIÓN REVISORA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE, PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DE LA ESTUDIANTE C. **FERNANDEZ MONGE ELENA AUXILIADORA**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10053503**, BAJO EL TÍTULO “**PROPUESTA DE MANEJO DE RESIDUOS DE BOLSAS CHEMISE GENERADAS POR PRODUCTORES DE *Musa AAB* DEL TERRITORIO INDÍGENA BRIBRI DE TALAMANCA, COSTA RICA**” CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI VOTO APROBATORIO.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por Una Humanidad Culta*

**DR. JULIO CÉSAR LARA MANRIQUE**  
**(FIRMA ELECTRÓNICA)**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**JULIO CESAR LARA MANRIQUE | Fecha:2023-01-17 10:01:06 | Firmante**

CLEqeG0KMxXF8ZEtcu1bLH9KizgzM2VBaWTu/gSRek+HER0YIQhACi58rJ1q0gx7UM+Xe4O6poKddZeTmsu4eCnhgfzy5cAOxgNGm95N5K/+B/HOdDqcJxl9OidsPjVtJa/pPIpuUUQxag+kslis/6lYjkees8ogpXMhCS1nXQvHAGDEbV/es1bi0M70KqZQx+P4YooqTfbcSVay8GG36sRzR7WPHc/YiYqQ/pXTZO0rpE8ZJBcyZ5Hs34atDICN+3fNYrw+C6pv53VwEpWxkHH8oJOyH6E0RQ/KNW2CHQiYiY4r3ITH5qMtVpd4NmsGGXcO+QS+haQBWEej1OzQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[d36lsvEeO](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/Oie3lm9lnAJN425Cxo9AGNBSupKthwTt>



Cuernavaca, Morelos a 17 de enero de 2023

**COMISIÓN REVISORA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESINA, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESINA QUE, PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DE LA ESTUDIANTE C. **FERNANDEZ MONGE ELENA AUXILIADORA**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10053503**, BAJO EL TÍTULO “**PROPUESTA DE MANEJO DE RESIDUOS DE BOLSAS CHEMISE GENERADAS POR PRODUCTORES DE *Musa AAB* DEL TERRITORIO INDÍGENA BRIBRI DE TALAMANCA, COSTA RICA**” CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI VOTO APROBATORIO.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por Una Humanidad Culta*

---

**DR. EFRAÍN TOVAR SÁNCHEZ**  
**(FIRMA ELECTRÓNICA)**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**EFRAIN TOVAR SANCHEZ** | Fecha:2023-01-19 11:30:13 | Firmante

JeTstNUR3nzxYGE/ICLMmSs2DodqOkcGKzxpTCJwXeliB8tZ04S10pCGZ2lclcOuYcThBfKyxB+CzGuZxj026nHM36ZaOItCCJFeiWC5iaXiXF+4dElirg1qcnWkrHnX03DqUTCwm  
pfLr6+XI5Q07JZRn79YDI+HWco3TkhcJo67ycrksvsiKDUI2FS6MjYFkl2bcC0Uh/1bigMFI+SfT3ddFeibcecxINRea4EAY2PFYrXbdQ6LVojAJqkS054k2/esdVml4hJ18UnB7TIJYAR  
Nud9fbyn3HsT7//HDS+99JNLebyFT6kXcQGfeBXmZgUwdk44VExhl9wPyxYuiQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[IEeMqcz58](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/2uMNX11zTim2w4rtE9J1QSejrng1vAa>



Cuernavaca, Morelos a 17 de enero de 2023

**COMISIÓN REVISORA  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
P R E S E N T E**

COMO MIEMBRO DEL JURADO REVISOR DE TESIS, HAGO DE SU CONOCIMIENTO QUE DESPUES DE HABER ANALIZADO LA TESIS QUE, PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS, DE LA ESTUDIANTE C. **FERNANDEZ MONGE ELENA AUXILIADORA**, CON NÚMERO DE MATRÍCULA **10053503**, BAJO EL TÍTULO “**PROPUESTA DE MANEJO DE RESIDUOS DE BOLSAS CHEMISE GENERADAS POR PRODUCTORES DE *Musa AAB* DEL TERRITORIO INDÍGENA BRIBRI DE TALAMANCA, COSTA RICA**” CONSIDERO QUE EL DOCUMENTO REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS PARA SU DEFENSA ORAL EN EL EXAMEN, POR LO TANTO, EMITO MI VOTO APROBATORIO.

AGRADEZCO DE ANTEMANO LA ATENCIÓN QUE SE SIRVA PRESTAR A LA PRESENTE.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por Una Humanidad Culta*

**DRA. MARÍA LUISA CASTREJÓN GODÍNEZ**  
**(FIRMA ELECTRÓNICA)**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**MARIA LUISA CASTREJON GODINEZ | Fecha:2023-01-17 16:54:50 | Firmante**

gjo1UMZdlTw6ikWNce6yD/Z+HYvxEghB9oLPUSNepcY0jY+R7UvMhw8B+tfY3l2pelEpbAYK4PNFdNUmejKG2EcJGFbtAcS6njF/yiqEF4kRvfd9ORZSvZF9Z1IpuBkq7Yzh8WOFi2AUofGZjkCNTTinwoJb/m9xgS1shv9QO9kpNj7kNaw9EiAE/+0J7fGSRl8ofdB3/qsZlb7BHh8y6Pldj2ztLNKieULNTvDoZ4ZTG4TrgNBVC/2xR/xq3qMBByWs3y7GRkXrMc1Bl2mOf4NGQUCRNRn/2OMTQttqz3wLNP47r5a9HvEXmSPUmC0a4lctQK2R2RbyPG7voMofg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



**BjwaJF5GI**

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/nhOVoyh2glSurwrkyKGZbJlvt2Q27ak>

