



Esta obra está bajo una
[Licencia Creative Commons
Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
Vea una copia de esta licencia en
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE MAESTRIA CIENCIAS AGROINDUSTRIALES

Tesis

**Biodegradación de envases automontables de
seudotallo de plátano para uso almaciguero en
condiciones de vivero y campo**

Para optar el grado académico de Maestro en Ciencias Agroindustriales

Autor:

Juan William Ramirez Culquicondor

<https://orcid.org/0000-0002-2012-8736>

Asesor:

Ing. Dr. Abner Félix Obregón Lujerio

<https://orcid.org/0000-0002-9640-4549>

Tarapoto, Perú

2023



ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE MAESTRIA CIENCIAS AGROINDUSTRIALES

Tesis

Biodegradación de envases automontables de seudotallo de plátano para uso almaciguero en condiciones de vivero y campo

Para optar el grado académico de Maestro en Ciencias Agroindustriales

Autor:

Juan William Ramirez Culquicondor

Sustentado y aprobado el 19 de mayo del 2023, ante el honorable jurado:

 _____ Presidente de Jurado Ing. Dr. Oscar W. Mendieta Taboada	 _____ Secretario de Jurado Ing.Mg. Juan José Salazar Díaz
 _____ Vocal de Jurado Ing. Dr. Carlos Rengifo Saavedra	 _____ Asesor Ing. Dr. Abner Félix Obregón Lujero

Tarapoto, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-T
Escuela de Posgrado



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Tesis, modo presencial, presentado por:

Bach. Juan William Ramírez Culquicondor

Con el asesoramiento del Ing. Dr. Abner Félix Obregón Lujerio.

"Biodegradación de Envases Automontables de Seudotallo de Plátano para uso Almaciguero en Condiciones de Vivero y Campo Definitivo"


Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante, lo declaramos:


Aprobado
Bueno (16)

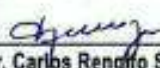
Con el calificativo (*)

En consecuencia, queda en condición de ser considerado APTO por el Consejo Universitario y recibir el Grado Académico de Maestro, de conformidad con lo estipulado en el Artículo 30° del Reglamento de Tesis de la Escuela de Posgrado de la UNSM.


Tarapoto, 19 de mayo de 2023.


Ing. Dr. Oscar Wilfredo Mendieta Taboada
Presidente


Ing. Mg. Juan José Salazar Díaz
Secretario


Ing. Dr. Carlos Rengifo Saavedra
Miembro


Ing. Dr. Abner Félix Obregón Lujerio
Asesor


Ing. M.Sc. José Carlos García Rojas
Co Asesor

(*) De acuerdo con el Artículo 40° del Reglamento General de Ciencia, Tecnología e Innovación (RG - CTI) la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, estas deberán ser calificadas con términos de: BUENO, MUY BUENO, EXCELENTE, también considerar la nota



ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE MAESTRIA CIENCIAS AGROINDUSTRIALES

Tesis

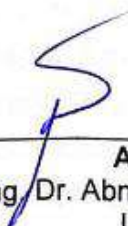
Biodegradación de envases automontables de seudotallo de plátano para uso almaciguero en condiciones de vivero y campo

Para optar el grado académico de Maestro en Ciencias Agroindustriales

Los que suscriben declaran que el presente trabajo de tesis es original,
en su contenido y forma.



Ejecutor
Juan William Ramirez
Culquicondor



Asesor
Ing. Dr. Abner Félix Obregón
Lujerio

Tarapoto, Perú

2023

Declaración de autenticidad

Yo, **Juan William Ramirez Culquicondor**, identificado con DNI N° **71554497**, Egresado del programa de maestría en Ciencias Agroindustriales de la Escuela de posgrado de Ingeniería Agroindustrial de la Unidad de posgrado de Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, dejo constancia que he elaborado la tesis titulada:

Biodegradación de envases automontables de seudotallo de plátano para uso almaciguero en condiciones de vivero y campo.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi propia autoría
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencia para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la tesis no ha sido plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico o título profesional.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presenten en la tesis se continuarán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse que el trabajo cuenta con la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar ideas de otros autores), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 19 de mayo del 2023



Juan William Ramirez Culquicondor

DNI:7155449



Ficha de identificación

<p>Título: Biodegradación de envases automontables deseudotallo de plátano para uso almaciguero en condiciones de vivero y campo</p>	<p>Área de investigación: Ciencias Agrícolas Línea de investigación: Gestión integral y sostenible de los recursos naturales. Sublínea de investigación: Procesos agroindustriales de la producción agropecuaria y forestal de la región San Martín. Grupo de investigación: Desarrollo e Innovación Agroindustrial Autosostenible (Resolución N° 797-2022-UNSM/CU-R) Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor: Juan William Ramirez Culquicondor</p>	<p>Facultad de Ingeniería Agroindustrial Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. https://orcid.org/0000-0002-2012-8736</p>
<p>Asesor: Ing. Dr. Abner Félix Obregón Lujerio</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ingeniería Agroindustrial Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Unidad o Laboratorio Ingeniería Agroindustrial https://orcid.org/0000-0002-9640-4549</p>

Dedicatoria

A Dios, por sus bendiciones que guían cada uno de los pasos que me permitan crecer profesional y personalmente.

A mi familia por los consejos, confianza y apoyo brindado en todo momento a lo largo de mi vida.

Agradecimientos

Expreso mis agradecimientos principalmente a Dios por ser mi guía en todo momento.

Al Ing. Dr. Abner Felix Obregon Lujerio, asesor y guía en el desarrollo de la tesis por compartir sus conocimientos.

Al equipo de trabajo del proyecto 024-2018-Fondecyt/BM: Viabilidad técnica de envases biodegradables automontables a partir del seudotallo del plátano como alternativa ecológica a las bolsas almacigueras.

Al Fondecyt por el apoyo recibido para la ejecución de la tesis en el marco del subproyecto N° 024-2018-FONDECYT-BM-IADT-MU.

A la escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Martín, por brindarme las bases para mi formación no solo como profesional sino también a nivel personal y ético.

A mis maestros, quienes me brindaron los conocimientos necesarios y expresaron sus vivencias en el mundo profesional

Índice general

Ficha de identificación	7
Dedicatoria	8
Agradecimientos.....	9
Índice general.....	10
Índice de tablas	13
Índice de figuras	14
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	18
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.2. Fundamentos teóricos.....	22
2.2.1. Generalidades del Cultivo de plátano	22
2.2.4. Envases biodegradables.....	26
2.2.5. Teorías de la sostenibilidad y la contaminación ambiental.....	30
2.2.6. Teoría de la sostenibilidad, economía lineal y economía circular.....	33
2.2.7. Evaluación de impactos ambientales	33
2.2.8. Definición de Términos Básicos.....	35
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	37
3.1.1. Contexto de la investigación	37
3.1.2. Periodo de ejecución	37
3.1.3. Autorizaciones y permisos	38
3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad	38
3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales	38
3.2. Sistema de variables	38

3.2.1. Variable principal.....	39
3.2.2. Variables secundarias.....	39
3.3. Procedimientos de la investigación	39
3.3.1. Objetivo específico 1: Determinar el tiempo de vida útil de envases automontables de seudotallo de plátano para uso almaciguero en condiciones de vivero.....	41
3.3.2. Objetivo específico 2: Evaluar el desenvolvimiento de las plantas en envases automontables de seudo tallo de plátano en diferentes tamaños	42
3.3.3. Objetivo específico 3: Comparar la biodegradación de envases automontables de seudotallo de plátano en cultivos de sachá inchi, café, cacao y capiróna en campo definitivo	43
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. Resultado específico 1: Determinar el tiempo de vida útil de envases automontables de seudotallo de plátano para uso almaciguero en condiciones de vivero.....	47
4.1.1. Preparación del sustrato	47
4.1.2. Acondicionamiento del vivero	47
4.1.3. Llenado del sustrato en envases automontables	48
4.1.4. Siembra de cultivos.....	48
4.1.5. Evaluación del crecimiento	51
4.2 Resultado específico 2: Evaluar el desenvolvimiento de las plantas en envases automontables en campo definitivo	57
4.2.1. Preparación del suelo e instalación de plántones	57
4.2.2. Crecimiento de cultivos de capiróna, sachá inchi y cacao	58
4.3. Resultado específico 3: Comparar la biodegradación de envases automontables en vivero y campo	66
4.3.1. Pruebas de biodegradabilidad del envase automontable.....	66
4.3.2. Impactos ambientales y económicos	71
4.3.3. Resultados de la encuesta sobre el uso de bolsas almacigueras y la aceptación de envases automontables biodegradables.....	73
4.3.4. Impacto Económico	74
CONCLUSIONES.....	76
RECOMENDACIONES	77

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS	85
Anexo 1. Análisis estadístico en vivero - Anova de altura de planta, número de hojas, Volumen radicular, número de raíces sanas, contenido de clorofila de capirona, sacha inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra	85
Anexo 2. Análisis estadístico en campo - Anova de altura de planta, número de hojas, Volumen radicular, número de raíces sanas, contenido de clorofila de capirona, sacha inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra	89
Anexo 3. Validez y confiabilidad del instrumento	95
Anexo 4. Cuestionario.....	99
Anexo 5. Resultado de encuestas.....	101

Índice de tablas

Tabla 1	Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativa.....	35
Tabla 2	Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo	35
Tabla 3	Diseño experimental en vivero	45
Tabla 4	Diseño experimental en condiciones de campo.....	46
Tabla 5	Conteo microbiano en envases automontables en condiciones de vivero y campo para capirona, sachá inchi y cacao.	70
Tabla 6	Matriz de impactos ambientales de envases automontables deseudotallo de plátano	72

Índice de figuras

Figura 1 Obtención y separación del seudotallo de plátano (<i>Musa</i> spp.)	23
Figura 2 Desechos agrícolas - acumulación de bolsas negras almacigueras.....	30
Figura 3 Análisis del comportamiento de envases automontables de seudotallo de plátano respecto al cultivo en condiciones de vivero y campo	41
Figura 4 Instalación de los cultivos de acuerdo al diseño de bloques	43
Figura 5 Preparación del sustrato.	47
Figura 6 Vivero tipo tinglado FCA-UNSM.	48
Figura 7 Preparación de sustrato en envases automontables.....	48
Figura 8 Siembra de plántulas de capirona en envase automontable.	49
Figura 9 Siembra de semillas de sachá inchi y cacao en envases automontables.....	49
Figura 10 Riego y germinación a los 10 días en vivero para sachá inchi, capirona y cacao.	50
Figura 11 Capirona en envase automontable de seudotallo de plátano y bolsa negra almaciguera en vivero.	50
Figura 12 Altura de planta de capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable	51
Figura 13 Altura de planta de capirona, sachá inchi y cacao en bolsa negra	52
Figura 14 Número de hojas de capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable	52
Figura 15 Número de hojas de capirona, sachá inchi y cacao en bolsa negra	53
Figura 16 Volumen radicular en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable	54
Figura 17 Volumen radicular en capirona, sachá inchi y cacao en bolsa negra	54
Figura 18 Número de raíces sanas en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable	55
Figura 19 Número de raíces sanas en capirona, sachá inchi y cacao en bolsa negra	55

Figura 20 Contenido de clorofila en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable	56
Figura 21 Contenido de clorofila en capirona, sachá inchi y cacao en bolsa negra.....	57
Figura 22 Preparación de campo a. Terreno antes del mecanizado b. Terreno después del mecanizado	58
Figura 23 Instalación en campo: Plantón de capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable en terreno mecanizado.	58
Figura 24 Parcela de cacao al trasplante.	58
Figura 25 Altura de la planta en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra.....	60
Figura 26 Número de hojas en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra	62
Figura 27 Volumen radicular en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra.....	63
Figura 28 Número de raíces en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra.....	65
Figura 29 Contenido de clorofila en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra	66
Figura 30 Proceso de degradación de envase automontable en vivero	67
Figura 32 Degradación de envases automontables de capacidad ¼, ½ y 1kg de capacidad.....	68
Figura 33 Degradación del envase automontable deseudotallo de plátano en condiciones de campo.....	68
Figura 34 Vista microscópica del envase automontable deseudotallo de plátano	69
Figura 35 Muestras de envase de Envase deseudotallo de plátano para el ensayo de resistencia mecánica.....	70
Figura 36 Elongación y resistencia a la tensión del envase automontable deseudotallo de plátano.	71

RESUMEN

Biodegradación de envases automontables de seudotallo de plátano para uso almaciguero en condiciones de vivero y campo

Los problemas ambientales derivados del uso de plásticos, altamente contaminantes por su baja degradabilidad, impulsan la búsqueda de alternativas sostenibles basadas en recursos naturales. En este estudio se evaluó la biodegradación de envases automontables elaborados con seudotallo de plátano, bajo condiciones de vivero y campo, en cultivos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*), cacao (*Theobroma cacao*) y capirona (*Calycophyllum spruceanum*). En vivero, los envases se instalaron en sustrato compuesto por tierra, arena y humus, utilizando capacidades de ¼ (capirona), ½ (sachá inchi) y 1 kg (cacao), con 40 unidades por tratamiento y un número equivalente de testigos en bolsas almacigueras negras. El trasplante se realizó con y sin envases automontables, y los testigos en bolsas plásticas, en parcelas de 2 x 2 m distribuidas en bloques con 3 m de separación en el fundo Aucaloma de la UNSM. Se evaluaron el número de hojas, contenido de clorofila, volumen radicular, altura de planta, sanidad de raíces y la biodegradabilidad de los envases. Los envases de seudotallo de plátano mantuvieron su integridad durante cuatro meses en vivero y se degradaron en el suelo durante los cuatro meses posteriores en campo, actuando como material compostable. Asimismo, favorecieron el crecimiento de las plantas en ambas etapas. Se concluye que el uso de envases automontables de seudotallo de plátano representa una alternativa biodegradable viable, que contribuye al desarrollo vegetal y genera un impacto ambiental positivo al reducir el uso de plásticos en la producción de almácigos.

Palabras clave: biodegradación, seudotallo de plátano, envases automontables, vivero, campo, impacto ambiental.

ABSTRACT

Biodegradation of self-assembling banana pseudostem containers for seedling use in nursery and field conditions

Environmental problems arising from the use of plastics, which are highly polluting due to their low degradability, are driving the search for sustainable alternatives based on natural resources. This study evaluated the biodegradation of self-assembling containers made from banana pseudostems under greenhouse and field conditions in crops of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*), cacao (*Theobroma cacao*), and capirona (*Calycophyllum spruceanum*). In the nursery, the containers were placed in a substrate composed of soil, sand, and humus, using capacities of $\frac{1}{4}$ (capirona), $\frac{1}{2}$ (sacha inchi), and 1 kg (cocoa), with 40 units per treatment and an equivalent number of controls in black seedling bags. Transplanting was carried out with and without self-assembling containers, and the controls were placed in plastic bags, in 2 × 2 m plots distributed in blocks 3 m apart on the UNSM's Aucasoma farm. The number of leaves, chlorophyll content, root volume, plant height, root health, and biodegradability of the containers were evaluated. The banana pseudostem containers maintained their integrity for four months in the nursery and degraded in the soil during the following four months in the field, acting as compostable material. They also promoted plant growth in both stages. It is concluded that the use of self-assembling banana pseudostem containers represents a viable biodegradable alternative that contributes to plant development and generates a positive environmental impact by reducing the use of plastics in seedling production.

Keywords: biodegradation, banana pseudostem, self-assembling packaging, nursery, field, environmental impact.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Uno de los principales problemas ambientales a nivel mundial es el uso de plásticos derivados del petróleo y otros combustibles fósiles, cuya producción consume aproximadamente el 5 % del petróleo mundial. Estos materiales, por definición, no son sustentables y generan un severo impacto ambiental al producir desechos sólidos de baja degradabilidad (Tharanathan, 2003). Esta problemática ha impulsado la búsqueda de alternativas basadas en biopolímeros naturales, con el fin de aprovechar recursos renovables como fuente de nuevos productos, procurando además que sean reciclables y biodegradables (Villada et al., 2007).

El desarrollo de nuevas tecnologías que sustituyan el uso convencional de plásticos derivados de combustibles fósiles ha permitido obtener productos a partir de polímeros naturales como almidón, celulosa, glucógeno, quitina y lignina, entre otros. La implementación de materiales ambientalmente amigables busca reducir el impacto ocasionado por los polímeros sintéticos. Aunque los bioplásticos difícilmente podrán reemplazar totalmente a los plásticos tradicionales, sí pueden minimizar su uso y presentarse como una alternativa sustentable con múltiples aplicaciones (Hernández, 2013).

En este contexto, el seudotallo de plátano, principal residuo de la producción bananera, suele emplearse únicamente como abono y no ha tenido aplicaciones industriales relevantes. Este material, considerado una madera suave, está compuesto principalmente por celulosa, hemicelulosa, lignina y almidón (Carchi, 2014), lo que lo convierte en un recurso con potencial para el desarrollo de bioproductos.

Los materiales poliméricos experimentan deterioro al interactuar con el medio que los rodea, proceso conocido como degradación, que puede ser de tipo mecánico, químico, biológico o térmico (Plastivida, 2013). Los plásticos, aunque poseen propiedades ópticas valiosas como la capacidad de transmitir luz, adquirir color y brillo, también presentan alta resistencia a la degradación, lo que agrava su impacto ambiental (Jiménez, 2013).

Por ello, el presente trabajo de investigación propone evaluar la biodegradación de envases automontables elaborados a partir de seudotallo de plátano, para uso almaciguero, en condiciones de vivero y campo, utilizando cultivos de sachá inchi, cacao y capirona.

Los resultados muestran que estos envases mantienen su integridad durante los

primeros cuatro meses en vivero, y posteriormente, en condiciones de campo, se integran al suelo en los siguientes cuatro meses como material compostable, demostrando así su potencial como alternativa biodegradable.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Según Matallana y Montero (1995), citados por Reyes (2008), los plásticos tienen diversas aplicaciones en el ámbito agrícola, entre ellas el uso de bolsas negras para almácigos, macetas, coberturas para el suelo, estructuras como invernaderos, microtúneles y macrotúneles, además de cubiertas flotantes, técnicas de solarización, sistemas de riego por goteo, revestimiento de canales y estructuras de captación de agua, así como en silos para forraje y en mallas protectoras contra granizo, insectos y radiación solar.

Rada (2014), señala que el uso de bolsas plásticas para plantas jóvenes está muy difundido en América Latina y en las zonas tropicales, principalmente porque son baratas y de fácil acceso, no necesariamente porque promuevan un mejor desarrollo de las plantas. Entre los inconvenientes de su uso se encuentra que, cuando las raíces llegan al fondo de la bolsa, tienden a enroscarse en espiral, e incluso pueden crecer y penetrar en el suelo bajo la bolsa, resultando dañadas al momento del trasplante.

Muñoz et al. (2013), analizaron el crecimiento de árboles de *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum* cultivados en envases de fibra de coco y en dos tipos de charolas de poliestireno comprimido. Después de un año de haber sido trasplantados, los ejemplares desarrollados en envases de fibra de coco presentaron una mayor tasa de supervivencia. En el caso de *E. cyclocarpum*, se observó un incremento en altura superior sin importar el tipo de envase, alcanzando hasta 231.3 cm en los envases de fibra de coco. Por su parte, en *T. rosea* no se detectaron diferencias significativas en la altura, aunque los árboles cultivados en fibra de coco lograron diámetros mayores (25.1 mm).

González (2001), mencionado por Muñoz (2022), realizó una investigación en viveros para comparar el uso de bolsas plásticas negras y "tubetes" en la producción de plantas de café (*Coffea arabica*), en particular de la variedad Lempira. El propósito fue analizar el desarrollo de las plantas en ambos tipos de recipientes. Los hallazgos mostraron que las alturas más elevadas de las plantas se lograron al sembrar en almácigo y posteriormente trasplantar a bolsa (14,7 cm) o tubete (14,7 cm), así como con siembra directa y trasplante a bolsa (14,6 cm). Aunque al principio se identificaron diferencias

significativas en el diámetro del tallo, estas dejaron de existir al finalizar los 6,5 meses del experimento, con un promedio de 2,7 mm en todos los tratamientos. Respecto al peso de las raíces, los valores más elevados se obtuvieron con almácigo y trasplante a bolsa (6,9 g) o a tubete (7,0 g). El autor concluyó que no había diferencias relevantes entre los métodos de producción, sugiriendo el uso de tubetes por sus beneficios en costos de transporte y trasplante.

Por otro lado Lleras y Moreno (2001), crearon bolsas biodegradables para almácigos de café utilizando cartón reciclado tratado con urea-formaldehído en concentraciones de 0,6; 0,9 y 1,2% en peso, además de incluir fibra de fique y tela de orlón. Evaluaron la altura, el peso fresco y seco de las plantas, así como la resistencia a la tracción de los materiales durante un periodo de seis meses, realizando también un análisis del ciclo de vida de acuerdo con la norma ISO 14040. Los resultados mostraron que las estructuras de cartón reciclado combinadas con tela de orlón resistieron hasta seis meses en almácigo, siendo el tratamiento con urea-formaldehído al 0,6% el que mejor mantuvo la resistencia del cartón reciclado.

Mazzon et al. (2021), investigaron los efectos de plásticos biodegradables sobre la funcionalidad y fertilidad de dos tipos de suelo (arcilloso, Cambisol, y arenoso, Arenosol). Evaluaron la influencia de películas de plástico biodegradables incorporadas al suelo en variables como la biomasa microbiana, el ciclo del nitrógeno y la actividad enzimática. Observaron que el carbono aportado por los plásticos biodegradables afectó los procesos relacionados con los ciclos del carbono y nitrógeno, especialmente con dosis altas (1%), lo que incrementó la biomasa microbiana, la mineralización del carbono y la inmovilización del nitrógeno. Concluyen que es importante evaluar el impacto de los plásticos biodegradables en distintos tipos de suelos, ya que sus efectos dependen de las características fisicoquímicas de estos.

Umba (2020), propone un plan de negocios para la fabricación de productos biodegradables como bolsas, empleando residuos orgánicos provenientes de frutas, con el objetivo de determinar su rentabilidad como emprendimiento ecológico.

Otras investigaciones buscan alternativas para reemplazar plásticos convencionales con materiales más amigables con el ambiente: Llerena y Monzón (2017) utilizaron residuos agrícolas (arroz quebrado), avícolas (plumas de pollo) y comerciales (cáscaras de frutas como mango) para elaborar envases biodegradables; Requiso et al. (2018) exploraron el uso de polihidroxicanoatos (PHA) como sustitutos de plásticos derivados del petróleo; Meza et al. (2019) y Val Siqueira et al. (2021) propusieron elaborar

bioplásticos a base de almidón y evaluar su biodegradabilidad según la norma ISO 17556:2012; Barreiro y Coronel (2021) evaluaron el uso de bagazo de caña de azúcar y almidón de yuca como sustitutos del poliestireno en platos biodegradables.

Respecto a los procesos de degradación, Huiyan Tong et al. (2022), evaluaron la formación de microplásticos y nanoplásticos secundarios y los efectos de factores de envejecimiento (radiación UV y fuerzas mecánicas) durante la degradación de plásticos biodegradables como poli (adipato de butileno-co-tereftalato) (PBAT), poli (succinato de butileno) (PBS) y ácido poliláctico (PLA), así como plásticos convencionales como polietileno (PE), poliestireno (PS) y cloruro de polivinilo (PVC).

Castellón, Tejada y Tejada (2016), evaluaron la biodegradabilidad de bolsas plásticas degradables (BPD) y bolsas convencionales de polietileno (BCP). Observaron que las BPD presentaron pérdida de color, deformación, grietas y desprendimiento de tinta de impresión. Además, su resistencia a la tensión inicial (23.4 MPa) fue menor que la de las BCP (31.7 MPa), y tras seis semanas disminuyó en 65% (8.1 MPa) frente a un 57% en las BCP (13.7 MPa), lo que evidencia una de las principales limitaciones de los materiales biodegradables: la pérdida de versatilidad en sus aplicaciones.

López (2017), realizó un análisis energético para comparar la sostenibilidad de bandejas biodegradables elaboradas con almidón de camote reforzado con bagazo de caña de azúcar frente a bandejas de poliestireno expandido (EPS). Los resultados mostraron que las bandejas biodegradables presentaron indicadores más favorables tasa de rendimiento de emergía de 2.13, carga ambiental de 0.89, renovabilidad de 52.92 % e índice de sustentabilidad de 2.39 en comparación con las bandejas de EPS, que registraron valores de 1.44, 2.27, 30.58 % y 0.63, respectivamente.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Generalidades del Cultivo de plátano

Mozombite (2019), señala que el plátano (*Musa paradisiaca*) es un cultivo de gran relevancia en el trópico americano y en diversas regiones tropicales del planeta. Su origen se ubica en el sureste asiático, desde donde se expandió hacia la India y África, siendo introducido por los europeos en América y las Antillas en 1516. Actualmente, gracias a su capacidad de adaptación, se cultiva ampliamente tanto en zonas tropicales como subtropicales, aunque las principales plantaciones comerciales se concentran en los trópicos húmedos.

De acuerdo con ProMusa (2020), el banano es una hierba perenne de gran porte (Figura

1). Se le considera una hierba porque sus estructuras aéreas mueren y se descomponen al finalizar la temporada de cultivo, y es clasificada como perenne porque a partir de su base emerge un brote denominado “hijo”, que sustituye a la planta madre. Por su parte, Vázquez et al. (2005), citados por Mozombite (2019), describen al plátano como una planta herbácea perenne con un rizoma corto formado por la unión de las vainas foliares, de forma cónica y con una altura que varía entre 3.5 y 7.5 m, finalizando en una corona de hojas.

Además, el plátano se encuentra clasificado taxonómicamente de la siguiente manera (Species, 2000, citado por Mozombite, 2019):

El plátano pertenece al reino *Plantae* y al filo *Tracheophyta*. Se clasifica dentro de la clase *Liliopsida* y el orden *Zingiberales*. Forma parte de la familia *Musaceae*, correspondiendo al género *Musa* y a la especie *Musa paradisiaca* L.

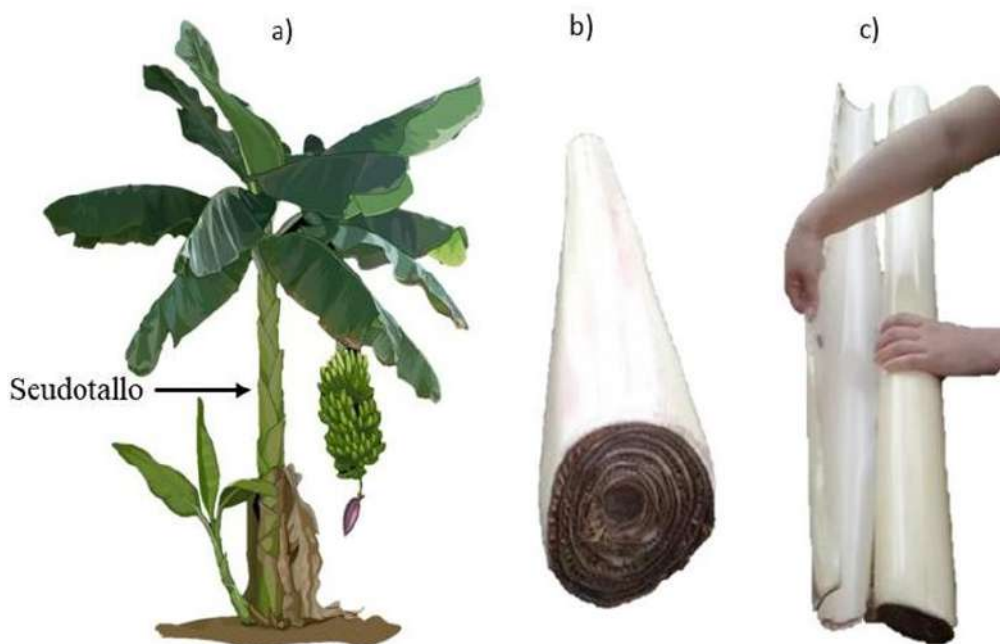


Figura 1

Obtención y separación del seudotallo de plátano (Musa spp.)

Fuente: ProMusa (2020)

López y Montañó (2014), citados por Pedraza (2019), señalan que la planta de plátano está conformada por diferentes estructuras:

- **Seudotallo:** Es una estructura que parece un tronco, pero en realidad está formado por la superposición compacta de las vainas de las hojas. Aunque posee un alto contenido de agua y es de consistencia carnosa, resulta muy resistente y es capaz

de sostener racimos que pueden superar los 50 kg. Conforme brotan nuevas hojas, este seudotallo sigue aumentando de tamaño.

- **El raquis:** corresponde al eje de la inflorescencia que se prolonga desde el primer fruto hasta la yema masculina. Puede presentarse descubierto o cubierto por brácteas persistentes, y las marcas que quedan en él tras la caída de estas estructuras se denominan nódulos.

Según Pedraza (2019), el seudotallo del plátano contiene una cantidad considerable de celulosa y un bajo nivel de lignina en la holocelulosa, lo que lo convierte en nuevos materiales industriales, como pasta y papel.

2.2.1.1. Producción de plátano en el Perú

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2020) informa que en el Perú existen cerca de 160 mil hectáreas dedicadas al cultivo de plátano y banano, de las cuales más del 70 % se ubican en la región amazónica. Por su parte, Jiménez (2015) indica que las principales zonas productoras son San Martín (34 386 ha), Piura (9 949 ha), Ucayali (12 387 ha), Junín (17 275 ha) y Amazonas (11 825 ha), alcanzándose un rendimiento promedio nacional de 13 239 kg/ha.

El INEI (2021) informó que la región San Martín alcanzó una producción de 34 364 toneladas, lo que representó una disminución de 2,8% en comparación con marzo de 2020 (35 351 toneladas). Este descenso se atribuye a los quince días de inmovilización social obligatoria durante marzo de 2020, establecidos para frenar la propagación del COVID-19 en el país. Además, Jiménez (2015) menciona que la provincia de San Martín presenta una alta demanda de plátano bellaco, con un consumo per cápita de 52,5 kg/año.

Domínguez et al. (2020) señalan que el seudotallo constituye un residuo abundante tras la cosecha del racimo de banano (*Musa* spp. AAA), y que puede servir como fuente de agua, nutrientes y materia orgánica.

Según lo indicado por Vásquez (2017), en la producción de plátanos solo se aprovecha el fruto, lo que genera alrededor del 85% de desechos de otras partes de la planta, tales como el seudotallo, las hojas, el raquis y las cáscaras, lo que hace urgente encontrar métodos para utilizarlos. Las cáscaras representan cerca del 30% del peso total del fruto, y se estima que 1000 plantas de plátano pueden generar entre 20 y 25 toneladas de seudotallo, que contiene aproximadamente un 5% de almidón adecuado para el consumo.

Actualmente, algunos agricultores y empresarios agrícolas han comenzado a utilizar estos residuos en sus actividades, ya que al descomponerse mejoran las propiedades del suelo. En el ámbito ganadero, también se ha iniciado el uso de parte de estos residuos como abono en labores agrícolas.

2.2.1.2. Aprovechamiento de la planta de plátano

En los últimos años, diversas investigaciones han buscado dar un mejor aprovechamiento a los residuos orgánicos del cultivo del plátano para elaborar materiales plásticos biodegradables, utilizando partes que usualmente se consideran desechos, como el raquis, el seudotallo y la cáscara verde (empleada para extraer celulosa y almidón). Entre estas investigaciones destacan:

Haro et al. (2017), analizaron el aprovechamiento de los residuos del plátano como materia prima para producir plásticos biodegradables, obteniendo bioplásticos con propiedades mecánicas similares a los plásticos sintéticos, pero con un tiempo de degradación más corto.

Hamlet et al. (2017), realizaron un análisis experimental para producir bioplástico a partir de cáscara de plátano verde, diseñando una línea de producción alternativa para chifleras de Piura, con una duración de 2,5 meses y un presupuesto aproximado de S/ 12 000. Obtuvieron bioplásticos en forma de platos que presentan un menor tiempo de degradación que los plásticos derivados del petróleo, representando una oportunidad de negocio sostenible.

Calero y Lapo (2021), diseñaron una línea de producción de envases biodegradables a partir de bioplástico obtenido de residuos de *Musa paradisiaca*, con aplicación en empaques de alimentos. Lograron bioplásticos con tiempos cortos de degradación, aunque con costos de producción superiores a los de los polímeros convencionales.

Chuquista y Uriarte (2020), elaboraron bioplástico usando cáscara de *Musa paradisiaca* recolectada del mercado Modelo de Chiclayo, obteniendo un envase tipo sobre (20 x 8,5 cm) con buena resistencia, elasticidad y flexibilidad.

Pedraza (2019), caracterizó fibras del seudotallo de plátano como refuerzo para desarrollar un material compuesto en la fabricación de tejas, obteniendo un prototipo con buena resistencia y elasticidad.

Guerrero (2020), evaluó la biodegradabilidad de bioplásticos elaborados con almidón de plátano verde (*Musa paradisiaca* L.), obteniendo cuatro formulaciones diferentes. El bioplástico con 0,781% de cloruro de calcio presentó el mayor porcentaje de degradación.

Guimarães et al. (2022), produjeron películas/nanopapeles de base biológica a partir de residuos de pseudotallo de plátano (BTPT) y celulosa kraft de eucalipto (EKC), evaluando sus propiedades mecánicas, biodegradabilidad y transmisión de luz. Los nanomateriales obtenidos mostraron alta resistencia mecánica (módulo de Young $\approx 2,42$ GPa y resistencia a la tracción ≈ 51 MPa), buena biodegradabilidad y bajo costo, lo que evidencia su potencial aplicación como agentes emulsionantes y membranas especiales.

2.2.4. Envases biodegradables

Un recipiente que es biodegradable no solo resguarda el producto y mejora la percepción de la marca, sino que también resulta atractivo para los compradores, contribuyendo a la sostenibilidad del medio ambiente debido a su habilidad para descomponerse. Este tipo de recipientes puede desintegrarse gracias a microorganismos, produciendo en ambientes con oxígeno (aerobios) dióxido de carbono, agua, minerales y nueva materia orgánica; mientras que en entornos sin oxígeno (anaerobios) emiten dióxido de carbono, metano, minerales y también materia orgánica nueva. Esta característica aporta a que el posicionamiento de la marca sea coherente con las expectativas de los consumidores en cuanto a responsabilidad ambiental (Rivera et al., 2019).

Los envases ecológicos se relacionan con los principios del desarrollo sostenible, que integran los aspectos económicos, sociales y ambientales. Las actividades industriales generan efectos como el consumo excesivo de recursos, la generación de residuos y la contaminación ambiental, lo cual plantea el desafío de desarrollar envases sostenibles que reduzcan estos impactos (Boz et al., 2020).

La implementación de recursos que se degradan de forma natural en la producción de empaques ha promovido la creación de elementos orgánicos como la carboximetilcelulosa, derivada de residuos agrícolas. Este recurso brinda resguardo al producto y, al mismo tiempo, facilita que el contenedor se desintegre de manera natural, aportando un beneficio ecológico adicional (Yaradoddi et al., 2020)

Algunos envases biodegradables actualmente en desarrollo son:

- **Bagazo de caña de azúcar:** Este es un tipo de material que se compone mayormente de celulosa, hemicelulosa y lignina, perteneciendo a la categoría de los compuestos lignocelulósicos. Se presenta como una opción económica y abundante para crear envases que sean biodegradables. Este material tiene la capacidad de retener la humedad, favoreciendo un ambiente más seco y se está utilizando en la

creación de bioplásticos para la impresión 3D en exploraciones espaciales, envases de alimentos, botellas de cerveza y en el sector del papel (Amaya & Bautista, 2020)

- **PLA (ácido poliláctico):** Es un polímero sintético biodegradable producido mediante la polimerización de L-lactida, obtenida por fermentación microbiana de recursos 100% renovables, como maíz, trigo, almidón, caña de azúcar y remolacha. Se degrada en menor tiempo que otros plásticos, es incoloro, soluble en éter, resistente a la humedad y a la grasa, y está clasificado como sustancia GRAS (generalmente reconocida como segura). Se emplea para envasar alimentos como yogur, mantequilla, margarina y quesos para untar (Amaya & Bautista, 2020).

- **Fécula de maíz:** Es un polisacárido obtenido a partir del grano de maíz, compuesto principalmente por glucosa. Es un recurso de alta disponibilidad, bajo costo, renovable, biodegradable y competitivo, ya que combinado con glicerina permite obtener biopolímeros con buena consistencia, elasticidad y estabilidad. Los envases elaborados con fécula de maíz pueden ser transparentes u opacos, blandos o duros, sin alterar las propiedades de los alimentos, y se consideran biocompostables, lo que los convierte en un sustituto viable de los derivados del petróleo (Amaya & Bautista, 2020). De igual manera, las bolsas que son biodegradables representan una alternativa útil para reducir la polución ambiental, ya que el material del que están hechas puede desintegrarse de forma natural gracias a la actividad enzimática de organismos reducidos como bacterias, hongos y algas, convirtiéndose después en nutrientes, dióxido de carbono, agua y materia biológica.

2.2.4.1. Bolsa negra almaciguera

Las bolsas negras almacigueras son recipientes plásticos flexibles utilizados comúnmente en viveros para la producción de plántones. Están fabricadas principalmente con polietileno de baja densidad (PEBD), un material plástico derivado del petróleo caracterizado por su ligereza, resistencia y bajo costo. Estas bolsas presentan diferentes dimensiones y calibres, que se seleccionan según el tipo de especie vegetal y el tiempo de permanencia de los plántones en vivero (Ramírez et al., 2018).

Su función principal es contener el sustrato y permitir el desarrollo inicial de las raíces en condiciones controladas antes del trasplante al campo definitivo. Poseen orificios en la parte inferior y en los laterales que facilitan el drenaje del agua y la aireación del sistema radicular, evitando problemas de encharcamiento y enfermedades radiculares (Hernández & Gutiérrez, 2020).

A pesar de sus ventajas en términos de disponibilidad, bajo costo y facilidad de uso, las bolsas negras almacigueras presentan una problemática ambiental significativa. Debido a que están elaboradas con plásticos no biodegradables, su disposición final genera grandes cantidades de residuos sólidos que persisten en el ambiente durante largos periodos, contribuyendo a la contaminación del suelo y del agua. Además, su quema libera gases tóxicos que afectan la salud humana y el medio ambiente (Sánchez et al., 2021).

En este contexto, surge la necesidad de buscar alternativas sostenibles que reemplacen las bolsas plásticas convencionales por materiales biodegradables o compostables, que reduzcan el impacto ambiental sin comprometer la funcionalidad requerida durante la etapa de vivero.

2.2.4.2. Comportamiento de las plantas en vivero y campo

Un vivero es el espacio destinado a la instalación de camas de almácigo para la producción de plántulas de diversas especies forestales, frutales y ornamentales, empleando semillas de alta calidad y material vegetativo libre de plagas y enfermedades. En estos lugares se realiza la siembra de la mayoría de semillas que, una vez germinadas, serán trasladadas a bolsas para su desarrollo (Abaunza & Yacomelo, 2019).

El almácigo es el sistema en el cual se coloca un grupo de semillas en una cama especial del vivero con sustrato. Una vez germinadas, las plántulas se trasladan a las bolsas de repique. Se pueden emplear técnicas de siembra al voleo, en surcos o en líneas (Abaunza & Yacomelo, 2019).

Angulo et al. (2021), examinaron el desarrollo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*) en un invernadero, variando las cantidades de sustrato. Utilizaron semillas de cacao criollo que habían sido pre-germinadas y midieron, a los 15, 45, 75 y 105 días después de la germinación, aspectos como la estatura de la planta, la cantidad, el ancho y la longitud de las hojas, el grosor del tallo, la longitud de la raíz principal y el peso total fresco. Los hallazgos indicaron que el empleo de 1.5 kg de sustrato favoreció un desarrollo más óptimo de las plántulas en comparación con las cantidades de 1 kg y 2 kg, sugiriendo de manera preliminar que esta cantidad es adecuada para cultivar plantas en vivero.

Bartley (2005), citado por Angulo et al. (2021), señala que en la Amazonía peruana existen numerosas poblaciones de cacao cultivadas por agricultores que, en muchos casos, carecen de conocimientos técnicos desde la etapa de vivero, lo cual da lugar a

plántulas con limitaciones en el tamaño y en el desarrollo radicular.

Asimismo, Adú-Berko et al. (2011), citados por Angulo et al. (2021), destacan que para lograr plantaciones exitosas de cacao es fundamental disponer de material vegetal de buena calidad; sin embargo, este suele provenir de viveros que emplean contenedores o bolsas con volúmenes variables de sustrato, lo que puede afectar negativamente el crecimiento de las raíces y, en consecuencia, el desarrollo de la parte aérea en campo definitivo. Los mismos autores afirman que el método tradicional más eficaz para producir plántulas de cualquier especie consiste en usar bolsas de polietileno con sustrato, ya que este sistema asegura una alta supervivencia y una adaptación más rápida al ser trasladadas al campo.

De igual forma, Osorio et al. (2017) indican que diversos estudios realizados en viveros de zonas amazónicas confirman que el volumen del sustrato es un factor clave en el desarrollo del sistema radicular de las plántulas.

Por otro lado, el traslado de plantones desde el vivero al campo definitivo debe hacerse cuidadosamente para evitar daños en las yemas terminales durante el transporte y manipulación. Díaz (2019) recomienda que, para este proceso, los plantones se transporten con el sustrato húmedo a capacidad de campo; en el caso de usarse acémilas, se coloquen en costales, cajas de madera o baldes plásticos grandes; y, si se emplean vehículos, se dispongan en un máximo de dos niveles, organizados por tamaño y evitando sujetarlos por el tallo, a fin de prevenir daños como la caída de hojas, fracturas del tallo, del ápice o de la yema terminal, así como roturas de raíces jóvenes.

El campo definitivo es el terreno que ha sido preparado y seleccionado para la siembra final de los plantones. Este terreno debe tener condiciones adecuadas que garanticen la supervivencia de la planta. Para lograrlo, se recomienda realizar pasadas con subsolador o, en su defecto, utilizar arado de discos, seguido de varios pases de rastra, nivelación del terreno y surcado. Posteriormente, en el terreno mecanizado se hace una marcación con estacas en cada punto para abrir los hoyos donde serán instalados los plantones (Villacorta, 2021).

2.2.4.3. Implicaciones del uso de las bolsas negras en la agricultura y el sector forestal

Las bolsas negras de polietileno son considerablemente menos costosas que los recipientes rígidos de metal o plástico, por lo que su uso se ha generalizado en la producción agrícola y forestal. Sin embargo, su empleo implica diversas consecuencias que deben considerarse:

a. Limitaciones en el crecimiento radicular. El crecimiento de la raíz está limitado por el tamaño de la bolsa. Cuando la raíz toca el fondo de la bolsa, se produce un doblamiento en forma de “L”, conocido como “cola de marrano”. Esta alteración en el crecimiento recto y vertical de la raíz puede generar efectos negativos en el anclaje de las plantas adultas y en la absorción de nutrientes, provocando raquitismo y una mayor sensibilidad a la sequía. Se ha demostrado que una bolsa de 1,0 kg, con énfasis en la profundidad, permite un crecimiento adecuado de la raíz durante los primeros cuatro meses. Si se planea mantener el almácigo por un período de hasta seis meses, es necesario utilizar bolsas de mayor capacidad (aproximadamente 2,0 kg). Almácigos de mayor edad son propensos a presentar los problemas antes mencionados, por lo que no son adecuados para el trasplante en campo (Gaitán et al., 2013).

b. Impacto ambiental por acumulación de residuos plásticos. La acumulación de bolsas plásticas en los entornos agrícolas ha contribuido a la disminución de la disponibilidad de recursos naturales y al deterioro de la salud de las personas. Esto se debe a los procesos de eliminación que comúnmente se emplean, como la incineración, el enterramiento, el abandono en el medio ambiente o su disposición en botaderos a cielo abierto, lo cual genera contaminación del suelo, agua y aire (Mazzon, 2021).



Figura 2

Desechos agrícolas - acumulación de bolsas negras almacigueras

2.2.5. Teorías de la sostenibilidad y la contaminación ambiental

La valoración económica otorgada a los bienes naturales ha impulsado en el ser humano una nueva conciencia, aunque a menudo desvinculada de la relación hombre-naturaleza. Esta relación implica una dependencia mutua: el ser humano no puede

seguir desarrollándose a costa de la destrucción de los ecosistemas, ya que esto pone en riesgo su propia existencia. El modelo actual de desarrollo ha demostrado ser insostenible, pues no ha logrado equilibrar los aspectos esenciales para la vida: bienestar social, conservación de la naturaleza e igualdad social. Esta situación ha generado mayor fragilidad y menor resiliencia en los ecosistemas.

El progreso de la sociedad debe fundamentarse en principios de conservación y restauración de los sistemas naturales, reconociendo tanto el valor ecológico como el económico de los recursos naturales, es decir, su función biocultural. Es necesario fortalecer el vínculo entre el ser humano y la naturaleza, promoviendo un uso sostenible de los recursos.

En este contexto, diversos estudios respaldan la necesidad de replantear los modelos de producción:

- Flores (2015), evaluó el uso de composta de residuos del hongo Shiitake en la producción de *Pinus pseudostrobus*, resaltando que la agroecología no busca solo maximizar la producción de los agroecosistemas, sino optimizar su funcionamiento integral. Este enfoque requiere comprender los elementos y procesos que regulan los agroecosistemas, aplicando principios de ingeniería ecológica para lograr equilibrio y sinergia entre cultivos, animales, suelos y árboles, generando mejores rendimientos, conservación del ecosistema y beneficios económicos y de salud.
- López (2017), estudió la sostenibilidad de bandejas biodegradables elaboradas a base de almidón de camote (*Ipomoea batatas*) reforzado con bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), aplicando la metodología de energía propuesta por Odum (1983). Esta metodología, basada en el análisis emergético (emJoule), permite evaluar contribuciones ambientales y económicas considerando tanto la calidad de la energía utilizada en el pasado como en el presente, lo que ofrece una visión más completa para evaluar portadores de energía en términos jerárquicos.
- Zenner & Peña (2013), analizaron el uso de elementos plásticos (bolsas, cintas, coberturas, mangueras, entre otros) en la agricultura, señalando que su disposición inadecuada genera contaminación ambiental. Concluyeron que es factible reemplazar estos plásticos por materiales menos contaminantes y potencialmente útiles, fomentando el desarrollo agrícola sostenible y promoviendo polímeros biodegradables que reemplacen a los sintéticos.
- Yan et al. (2022), evaluaron la degradación anaeróbica de diez plásticos

biodegradables (BP) bajo condiciones mesófilas y termófilas, encontrando biodegradabilidades entre 57,9% y 95,7%. Determinaron que la biodegradación ocurre principalmente por erosión superficial o masiva, aportando información clave sobre la biodigestibilidad de los BP y contribuyendo a la reducción de la contaminación ambiental.

- Reyes (2008), señaló que, aunque los plásticos aportan beneficios económicos a la agricultura, tras cumplir su vida útil se convierten en residuos difíciles de eliminar. La mayoría no es biodegradable y permanece durante años contaminando el ambiente, por lo que propone su reciclaje o, en caso de alta contaminación, su valorización energética, aprovechando su poder calorífico.
- Ortiz et al. (2021), destacaron que ante el creciente interés por reducir el impacto ambiental, muchos países desarrollados han establecido marcos regulatorios que impulsan a las industrias a adoptar modelos de Economía Circular. Las empresas exportadoras deben demostrar que pueden gestionar el cambio de un modelo lineal hacia uno circular, incorporando acciones para recuperar, transformar y reutilizar materiales desechados.
- Según la Comisión Europea (2018) citada por Ortiz et al. (2021), el deterioro ambiental y su efecto en la economía mundial han impulsado estrategias como la Ley de Cambio Climático y Transición Energética y la Agenda 2050 alineada al Acuerdo de París. Entre ellas destaca la estrategia sobre el uso de plásticos en una economía circular.
- Parrales et al. (2021), señalan que las empresas exportadoras enfrentan presiones de consumidores y regulaciones internacionales para migrar de un modelo lineal — basado en el consumo y descarte— hacia un modelo circular que permita una producción sostenible.
- Morocho (2018), citado por Díaz et al. (2020) indica que muchas empresas aún operan bajo una economía lineal sin considerar los impactos ambientales de sus residuos, lo que provoca pérdida de ecosistemas.
- Oblitas et al. (2019), citado por Blomsmaa & Tennant (2020) proponen que la Economía Circular fomenta la innovación en diseño de materiales y la valorización de residuos, buscando reducir el uso de energía y la contaminación ambiental.

2.2.6. Teoría de la sostenibilidad, economía lineal y economía circular

Hoy en día, la sostenibilidad juega un papel crucial en el progreso de las sociedades, viéndose como la aptitud de cubrir las carencias actuales sin comprometer que las siguientes generaciones logren cubrir las propias (Comisión Brundtland, 1987). Bajo este prisma, se vuelve evidente que resulta indispensable virar de un esquema económico lineal a uno circular, que impulse un manejo más eficiente y consciente de los bienes disponibles.

Según lo expuesto por Wilts (2017), la economía lineal sigue un patrón de tomar, fabricar, usar y tirar, lo que genera cantidades enormes de desperdicios y somete a los recursos naturales a una gran tensión; asimismo, este esquema ignora los impactos ecológicos derivados de la extracción agresiva de materias primas, de la concentración de residuos y de la depreciación de los recursos, por lo tanto, se crea un sistema inviable que amenaza el bienestar humano en el futuro.

Frente a este embrollo, la economía circular emerge como opción factible, este planteamiento plantea un esquema restaurador que intenta alargar al tope la función y la cotización de los bienes, piezas y materias primas el tiempo que se pueda (Ellen MacArthur Foundation, 2015), así no solo aviva el resguardo y la nueva utilización de los medios, sino que además crea un precio añadido más grande en los productos y reduce bastante el número de sobras. Sus principios se basan en el ecodiseño, la reutilización, la reparación, el reciclaje y la valorización de los residuos, lo que reduce de manera significativa el uso de recursos y la generación de desechos (Oblitas et al., 2019 citado por Blomsmaa & Tennant, 2020).

El paso hacia una economía circular ofrece la posibilidad de reducir los efectos adversos de las actividades humanas en el medio ambiente, al mismo tiempo que estimula la innovación tecnológica, la creación de nuevos mercados y la generación de empleos ecológicos (Ortiz et al., 2021). Para que esto suceda, es necesario implementar políticas públicas, marcos normativos y estrategias empresariales que promuevan el rediseño de productos, el uso eficiente de recursos y la adopción de métodos de producción más sostenibles.

2.2.7. Evaluación de impactos ambientales

La Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) es una herramienta de gestión que permite identificar, anticipar y valorar los efectos que una iniciativa, instalación o actividad puede tener en el entorno, con el propósito de prevenir, mitigar, corregir o compensar dichos efectos (Conesa, 2010). Este procedimiento no solo requiere el análisis de los impactos ambientales, sino también la evaluación de su viabilidad técnica,

económica y social, de modo que las decisiones se tomen de manera informada y responsable.

Según García (2004), hay diversos métodos que se emplean en el proceso de EIA, y su elección debe hacerse tras una valoración adecuada que se base tanto en la experiencia profesional como en el continuo uso del juicio crítico sobre la información disponible y el análisis de los resultados.

2.3.7.1. Matriz de Leopold

En este análisis se empleó la matriz de Leopold, que también recibe el nombre de “Matriz de Interacciones de Leopold”, la cual fue creada en 1971 en respuesta a la Ley de Política Ambiental de Estados Unidos de 1969 (Leopold et al., 1971). Este instrumento ayuda a detectar y evaluar los posibles efectos ambientales de un proyecto, realizando un examen que cruza las actividades del proyecto (horizontal) con los elementos ambientales que podrían verse alterados (vertical).

Para su uso, se utilizan dos tipos de matrices:

Matriz de identificación: establece la conexión entre las actividades del proyecto y los factores ambientales previamente identificados a partir de listas de verificación y fuentes documentales especializadas.

Matriz de importancia: ofrece una evaluación preliminar cualitativa sobre la severidad de las actividades y el grado de impacto que podrían provocar en varios factores ambientales (Coria, 2008). Cada casilla de la matriz se evalúa subjetivamente con dos valores:

- **Magnitud:** indica la intensidad del impacto, con valores de 1 (mínima) a 10 (máxima).
- **Importancia:** refleja el peso relativo del factor ambiental dentro del proyecto, con valores de 1 a 10.

La naturaleza del impacto se indica con signo positivo (+) si es beneficioso o negativo (-) si es perjudicial. El valor de cada celda se obtiene multiplicando magnitud \times importancia, con un rango posible de -100 a +100. Posteriormente, se suman los valores de cada fila y columna para identificar las acciones más críticas y los factores más afectados (Ponce, 2011).

Aplicar una EIA en proyectos agrícolas y forestales permite estimar el nivel de afectación generado por el uso de materiales no degradables (como bolsas de polietileno),

fertilizantes, plaguicidas u otras prácticas inadecuadas. Asimismo, facilita la adopción de prácticas sostenibles, tales como el uso de envases biodegradables, el reciclaje de residuos orgánicos, la conservación de la biodiversidad y el uso eficiente de recursos como el agua y la energía (Mazzon, 2021). De este modo, la EIA constituye una herramienta clave para orientar las decisiones hacia modelos productivos sostenibles, coherentes con los principios de la economía circular y los objetivos de conservación ambiental.

En las Tablas 1 y 2 se detalla, que la magnitud se debe tomar en cuenta la intensidad y afectación y para calificar la importancia se considera la duración e influencia del impacto.

Tabla 1

Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativa

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	-1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	-2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	-3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	-4
Media	Media	-5	Media	Local	-5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	-6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	-7
Alta	Media	-8	Media	Regional	-8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	-9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	-10

Fuente: Ponce, M. (2011).

Tabla 2

Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy Alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Fuente: Ponce, M. (2011).

2.2.8. Definición de Términos Básicos

Seudotallo de plátano:

Conocido también como falso tallo, es la sección visible de la planta, formada por las

vainas que se superponen de las hojas. El tallo real surge del cormo y está envuelto por numerosas hojas. (Pedraza, 2019).

Almácigo:

Semilla situada en el lecho de cultivo en un ambiente propicio para su germinación y crecimiento, diseñada para generar vegetación de especies forestales como eucalipto o pino. Para su siembra, se pueden utilizar técnicas de sembrado disperso, en hileras o en surcos (Hererra, 2019).

Bolsa negra almaciguera:

Recipiente flexible elaborado con polietileno de color negro, utilizado para la producción de plántulas en vivero. Permite contener el sustrato y facilitar el desarrollo radicular de las plántulas durante la etapa de almácigo, hasta su traslado al campo definitivo. Su color oscuro ayuda a proteger las raíces de la luz solar directa y a conservar mejor la humedad del sustrato (FAO, 2017).

Bolsa biodegradable:

Las bolsas biodegradables representan una alternativa destacada para reducir la contaminación ambiental, ya que los materiales con los que se elaboran pueden degradarse de forma natural gracias a la acción enzimática de microorganismos como bacterias, hongos y algas, convirtiéndose en nutrientes, dióxido de carbono, agua y biomasa. Estas bolsas conservan propiedades similares a las convencionales como resistencia, elongación, transparencia, facilidad de impresión, permeabilidad y capacidad de sellado, pero incorporan un aditivo oxobiodegradable que, al entrar en contacto con el oxígeno, la luz, la humedad y la fricción, desencadena un proceso de oxidación que fragmenta el material al disminuir su peso molecular (Rivera et al., 2019).

Biodegradable:

Se refiere a una sustancia capaz de descomponerse mediante procesos biológicos (Real Academia Española, s.f.).

Biodegradación:

Este término alude al proceso mediante el cual los polímeros se fragmentan en partes más pequeñas debido a la ruptura de sus enlaces moleculares, lo que permite que sean considerados materia orgánica y aprovechados por los microorganismos (Schwarcz, 2012).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito y condiciones de la investigación**

3.1.1. **Contexto de la investigación**

El estudio se realizó en dos etapas en la localidad de Tarapoto, que se encuentra en la provincia y distrito de San Martín, en la región San Martín, en el noreste del Perú. Esta área está situada en el lado este de la cordillera de los Andes peruanos y es parte de la alta Amazonía, caracterizándose por un clima tropical húmedo, con temperaturas anuales promedio que oscilan entre 24 °C y 28 °C, y una elevación aproximada de 356 m s. n. m.

La primera etapa experimental se ejecutó en los viveros de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM), institución pública de educación superior reconocida legalmente mediante Ley N.° 15217 (1964) y con sede central en la ciudad de Tarapoto. Esta fase comprendió las labores de siembra, manejo y evaluación de los almácigos.

La segunda etapa se realizó en el Fundo Aucaloma, campo experimental perteneciente a la misma universidad, así como en los laboratorios de Investigación de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNSM, ambos localizados en la ciudad universitaria de Tarapoto. En estos ambientes se llevaron a cabo los análisis físicos, químicos y mecánicos correspondientes a las muestras de envases elaborados conseudotallo de plátano.

3.1.2. **Periodo de ejecución**

La investigación se desarrolló en dos etapas:

La Etapa I, correspondiente a la fase de vivero, tuvo una duración variable según la especie evaluada: dos meses para *Plukenetia volubilis* (sacha inchi), tres meses para *Theobroma cacao* (cacao) y cuatro meses para *Calycophyllum spruceanum* (capirona). Durante este periodo se realizaron las labores de instalación de almácigos, repique en bolsas, manejo agronómico y evaluación del desarrollo inicial de las plántulas.

La Etapa II, correspondiente a la fase de campo definitivo, tuvo una duración de seis meses e incluyó el trasplante de las plántulas, su adaptación y el seguimiento de su crecimiento en condiciones de campo.

Este periodo de ejecución se desarrolló conforme al cronograma de actividades

planteado en el proyecto de investigación.

3.1.3. Autorizaciones y permisos

Para la ejecución de la presente investigación, se gestionaron y obtuvieron las autorizaciones correspondientes por parte de la Universidad Nacional de San Martín. Mediante la Resolución de Consejo Directivo N.º 046-2020-UNSM-T/EPG-CD, de fecha 03 de junio de 2020, se aprobó el proyecto de tesis titulado: “Biodegradación de envases automontables de seudotallo de plátano para uso almaciguero en condiciones de vivero y campo definitivo”, a cargo del maestrante Juan William Ramírez Culquicondor, estudiante del Programa de Maestría en Ciencias Agroindustriales.

Asimismo, se autorizó el uso de las instalaciones del vivero de la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, y del Fundo Aucaloma, para el desarrollo de las actividades experimentales en vivero y en campo definitivo, garantizando así las condiciones necesarias para la ejecución del proyecto de investigación.

3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

La Universidad Nacional de San Martín establece lineamientos y medidas esenciales de bioseguridad como parte de sus responsabilidades institucionales, los cuales se encuentran descritos en el documento denominado “Protocolo de Seguridad para Laboratorios en Sedes y Filiales de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto”. Este protocolo tiene como finalidad minimizar los riesgos asociados al trabajo en laboratorios, protegiendo tanto a los docentes como a los estudiantes que ingresan a estos espacios para realizar actividades prácticas o de investigación (*Oficina de Seguridad y Salud en el Trabajo de la UNSM, 2018*).

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

Como investigador, es fundamental comprender que para obtener resultados confiables es necesario actuar conforme a los principios éticos que rigen la labor científica. Esto implica ejercer valores y actitudes como la libertad y la responsabilidad de asumir las propias acciones, además del respeto hacia el entorno. Con el fin de orientar y regular la conducta durante las actividades de investigación, la Universidad Nacional de San Martín establece el “Código de Ética para la Investigación Científica de la UNSM-T”, el cual es de cumplimiento obligatorio para quienes desarrollan investigaciones en la institución, garantizando así el respeto de dichos lineamientos (Vicerrectorado de Investigación de la UNSM, 2017).

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variable principal

Envases automontables elaborados con seudotallo de plátano

3.2.2. Variables secundarias

- Altura de la planta
- Número de hojas
- Número de raíces sanas
- Contenido de clorofila
- Resistencia mecánica de los envases
- Número de microorganismos presentes
- Área degradada del envase
- Nivel de biodegradación de los envases

3.3. Procedimientos de la investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolló en dos etapas diferenciadas. La primera etapa, correspondiente a la condición de vivero, se llevó a cabo en las instalaciones del vivero de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto (UNSM-T). Posteriormente, la segunda etapa, bajo condición de campo definitivo, se ejecutó en el Fundo Aucaloma. En ambas etapas se evaluó el comportamiento de los cultivos establecidos en envases automontables elaborados a partir de seudotallo de plátano, comparándolos con un tratamiento control constituido por bolsas negras almacigueras convencionales, tal como se observa en la Figura 3.

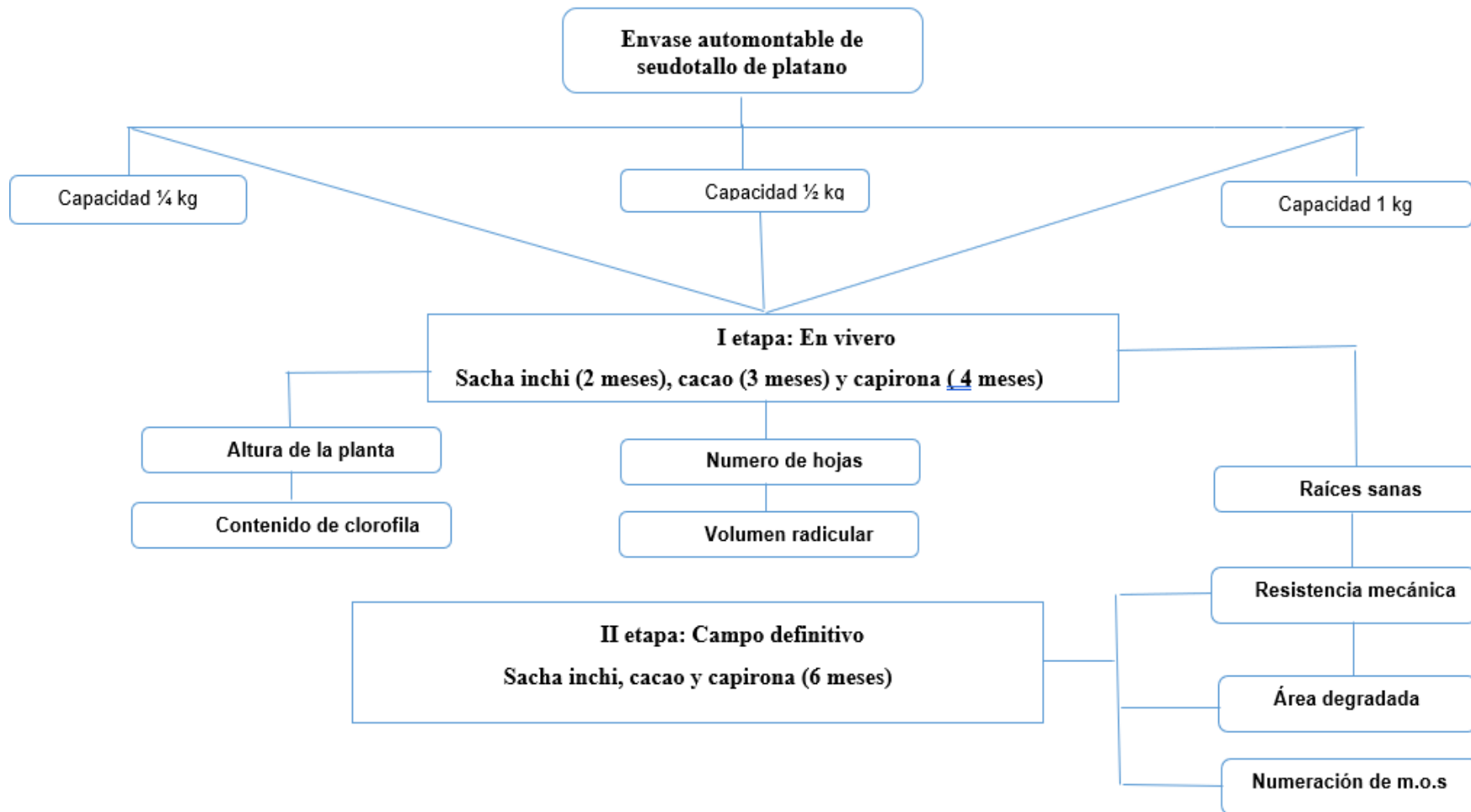


Figura 3

Análisis del comportamiento de envases automontables deseudotallo de plátano respecto al cultivo en condiciones de vivero y campo

Materia prima

Se utilizó 120 envases automontables para uso almaciguero deseudotallo de plátano de diferentes capacidades $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y 1 kg respectivamente, que se obtuvieron del laboratorio de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial.

Material de campo

Para el desarrollo de la investigación se emplearon los siguientes materiales de campo:

- Mallas tipo Raschel.
- Letreros para rotulación.
- Tierra preparada para sustrato.
- Malla de acero inoxidable.
- Mangueras para riego.
- Guantes de protección.
- Plumón permanente de punta fina (color azul).
- Sacos de almacenamiento.
- Bandejas para pre-germinación.
- Cavadores manuales.
- Envases automontables elaborados a partir deseudotallo de plátano, en capacidades de $\frac{1}{4}$ kg, $\frac{1}{2}$ kg y 1 kg.
- Palanas.
- Semillas de los cultivos seleccionados.

Equipos de laboratorio

- Medidor de clorofila
- Balanza analítica modelo Scout ProSP2001 (OHAUS), capacidad 200 g
- Estufa memmert 54 lt
- Colorímetro modelo Minolta CR-400
- Tensiómetro

3.3.1. Objetivo específico 1: Determinar el tiempo de vida útil de envases automontables deseudotallo de plátano para uso almaciguero en condiciones de vivero.

Para este objetivo, se elaboraron envases automontables a partir deseudotallo de plátano en tres capacidades ($\frac{1}{4}$ kg, $\frac{1}{2}$ kg y 1 kg), sin orificios de drenaje, los cuales se compararon con bolsas negras almacigueras convencionales como tratamiento testigo. Los envases fueron llenados con un sustrato compuesto por tierra, arena y humus, y se

instalaron en las instalaciones del vivero de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto (UNSM-T). Las semillas de capirona (en envases de ¼ kg), sachá inchi (½ kg) y cacao (1 kg) fueron sometidas previamente a un proceso de pregerminación durante siete días en bandejas germinadoras para asegurar su viabilidad (García et al., 2016), antes de ser sembradas en los envases.

El diseño experimental aplicado fue completamente al azar, con tres tratamientos (los tres tamaños de envase) más el testigo, y 40 repeticiones por especie. Durante 42 días de evaluación en vivero, se realizó el seguimiento de parámetros de crecimiento como número de hojas (mediante conteo directo, Rivero, 2017), altura de planta y longitud de raíces sanas (con flexómetro, Rivero, 2017), contenido de clorofila (con medidor SPAD 502, Novoa y Villagrán, 2002) y volumen radicular (por desplazamiento de agua en probeta graduada, Rivero, 2017). Los datos fueron organizados en matrices y analizados mediante estadística descriptiva para estimar promedios y tendencias de crecimiento

3.3.2. Objetivo específico 2: Evaluar el desenvolvimiento de las plantas en envases automontables de seudo tallo de plátano en diferentes tamaños

El desarrollo de este objetivo se llevó a cabo tanto en vivero como en campo definitivo, con el propósito de comparar el comportamiento de los plantones. Los plantones de cuatro meses provenientes del vivero fueron trasplantados al fundo Aucaloma, siguiendo un diseño de bloques completos al azar, con tres bloques, parcelas de 2 x 2 m y una separación de 2,5 m entre bloques (ver Figura 4). Para cada especie de estudio la capirona, cacao y sachá inchi, se emplearon envases automontables de distintas capacidades, incluyendo un tratamiento control con bolsas negras almacigueras convencionales.

Durante los cuatro meses de seguimiento en campo, se evaluaron los mismos parámetros fisiológicos que en vivero: número de hojas, altura de la planta, raíces sanas, contenido de clorofila y volumen radicular, aplicando las metodologías previamente descritas. Los datos recolectados fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y a la prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$) para determinar las diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

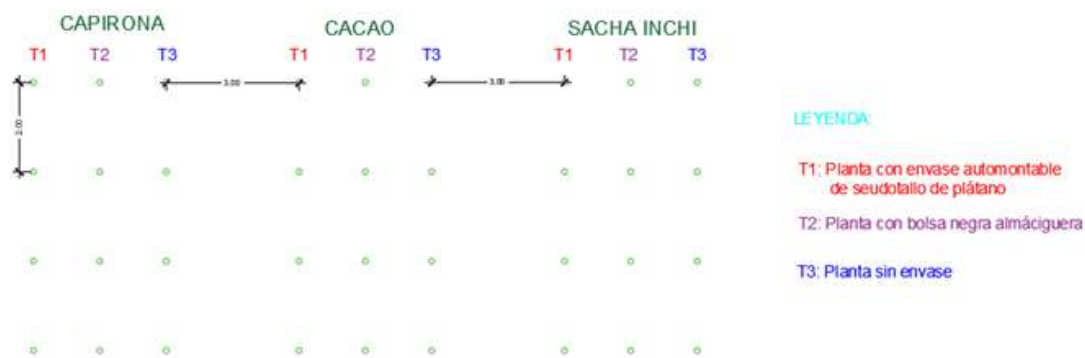


Figura 4

Instalación de los cultivos de acuerdo al diseño de bloques

3.3.3. Objetivo específico 3: Comparar la biodegradación de envases automontables deseudotallo de plátano en cultivos de sachá inchi, café, cacao y capirona en campo definitivo

El estudio de biodegradación se realizó en dos etapas: **vivero** y **campo**, considerando tanto la degradación de los envases como el desempeño de los plantones.

3.3.3.1. Etapa 1: Condición de vivero

- Los envases automontables se llenaron con sustrato ($\frac{1}{4}$ kg para capirona, $\frac{1}{2}$ kg para sachá inchi, 1 kg para cacao) y se incluyó igual número de testigos en bolsas negras.
- Las semillas se pregerminaron durante siete días (García et al., 2016) y se sembraron según las condiciones de cada especie.
- **Riego:** Manual, cada dos días en doble horario (mañana y tarde), ajustado al comportamiento de los cultivos.

Evaluación en vivero:

- **Número de hojas:** Conteo directo a los 30 días (Rivero, 2017).
- **Contenido de clorofila:** Medición en hojas maduras con SPAD 502, 10 mediciones por hoja, en 3 plantas por especie, cada 7 días (Novoa y Villagrán, 2002).
- **Volumen radicular:** Por desplazamiento de agua en probeta graduada a los 10, 21 y 42 días (Rivero, 2017).
- **Altura de la planta:** Medición con Flexómetro a los 0, 21 y 42 días, promediando tres plantas por especie.
- **Raíces sanas:** Medición de longitud y conteo de raíces en las mismas plantas a los 0, 21 y 42 días.

3.3.3.2. Etapa 2: Condición de campo

- En el fundo Aucaloma, se prepararon parcelas de 2×2 m, separadas 2,5 m entre bloques (Figura 4).

- Se trasplantaron los plántones de 4 meses con o sin envases automontables, incluyendo testigos en bolsas negras.
- Se evaluaron los mismos parámetros fisiológicos que en vivero durante cuatro meses (ver Figura 5).

Estudio de biodegradación de envases

1. Prueba de biodegradabilidad: Muestras de 1 × 3 cm enterradas aeróbicamente, pesadas cada 7 días durante 30 días. La biodegradabilidad (%) se calculó como:

$$\text{Biodegradabilidad (\%)} = \frac{M_f}{M_i} \times 100$$

donde M_f es la masa final y M_i la masa inicial.

2. Área degradada: Medición del contorno del envase con cinta métrica cada 7 días en vivero; en campo, mediante exhumaciones periódicas y registro digital de fibras (Hernández, 2013).

3. Resistencia mecánica a la compresión: Evaluación de deformación, colapso y carga máxima soportada cada 14 días (Martínez, 2009).

4. Numeración de microorganismos: Se cortaron tiras de 1 × 1 cm, se realizaron diluciones seriadas en solución salina al 0,85%, sembrando en placas de agar nutritivo por triplicado. Las placas se incubaron a 35–37 °C durante 24–48 h y se contó el número de colonias de aerobios, hongos y levaduras.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos en el estudio se analizaron según el esquema experimental pertinente a cada fase. En la etapa de vivero, se utilizó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con tres repeticiones (ver Tabla 3), mientras que en el campo se aplicó un Diseño de Bloques Aleatorios Completos (DBCA) (consultar Tabla 4) con el fin de manejar la variabilidad ambiental entre los bloques. Los datos fueron sujetos a un análisis de varianza (ANOVA) con una significancia del 5% ($p < 0,05$). Cuando se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, se empleó la prueba de comparación múltiple de Tukey para determinar con exactitud las discrepancias entre las medias de los tratamientos analizados.

Tabla 3*Diseño experimental en vivero*

Tiempo (Días)	Vivero						Variable Respuesta
	T1:	T2:	T3:	T4	T5	T6:	
0	X11	X12	X13	X14	X15	X16	-Altura de la planta
7	X21	X22	X23	X24	X25	X26	-Número de hojas
14	X31	X32	X33	X34	X35	X36	-Número de raíces sanas
30	X41	X42	X43	X44	X45	X46	-Contenido de clorofila
60	X51	X52	X53	X54	X55	X56	-Resistencia mecánica
90	X61	X62	X63	X64	X65	X66	-Número de
120	X71	X72	X73	X74	X75	X76	microorganismos
							-Área degradada
							-Biodegradación

*Fuente: Elaboración propia del tesista***LEYENDA:**

T1: Capirona con envase automontable deseudotallo de plátano de ¼ Kg

T2:Capirona con bolsa negra almaciguera de ¼ Kg

T3: Sacha inchi a con envase automontable deseudotallo de plátano de ½ Kg

T4:Sacha inchi con bolsa negra almaciguera de ½ Kg

T5: Cacao a con envase automontable deseudotallo de plátano de 1 Kg

T6:Cacao con bolsa negra almaciguera de 1 Kg

Tabla 4*Diseño experimental en condiciones de campo*

Tiempo (días)	Condiciones de Campo									Variable Respuesta
	Bloque I : capirona			Bloque II : Sacha inchi			Bloque III : Cacao			
	T1:	T2:	T3:	T4	T5	T6:	T7	T8	T9:	
0	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	-Altura de la planta
7	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	-Número de hojas
14	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39	-Número de raíces sanas
30	X41	X42	X43	X44	X45	X46	X47	X48	X49	-Contenido de clorofila
60	X51	X52	X53	X54	X55	X56	X57	X58	X59	-Resistencia mecánica
90	X61	X62	X63	X64	X65	X66	X67	X68	X69	-Número de microorganismos
120	X71	X72	X73	X74	X75	X76	X77	X78	X79	-Área degradada -biodegradación

*Fuente: Elaboración propia del tesista***LEYENDA:**

- T₁: Capirona con envase automontable deseudotallo de plátano de ¼ Kg
T₂:Capirona con bolsa negra almaciguera de ¼ Kg
T₃:Capirona sin envase
T₄: Sacha inchi a con envase automontable deseudotallo de plátano de ½ Kg
T₅:Sacha inchi con bolsa negra almaciguera de ½ Kg
T₆:Sacha inchi sin envase
T₇: Cacao a con envase automontable deseudotallo de plátano de 1 Kg
T₈:Cacao con bolsa negra almaciguera de 1 Kg
T₉:Cacao sin envase

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultado específico 1: Determinar el tiempo de vida útil de envases automontables deseudotallo de plátano para uso almaciguero en condiciones de vivero

4.1.1. Preparación del sustrato

Para el estudio se utilizó un sustrato compuesto por tierra negra, arena gruesa de río y humus, previamente esterilizados y mezclados en una proporción 3:2:1. La mezcla se homogenizó para mejorar la textura y favorecer el desarrollo de las plantas (Figura 5).



Figura 5
Preparación del sustrato.

4.1.2. Acondicionamiento del vivero

El vivero contó con tinglados o sombreaderos (Figura 6), que regulan la luz y la temperatura de manera indirecta. La cantidad de luz se controla mediante la altura del tinglado y el porcentaje de luz que deja pasar el material empleado, por ejemplo, malla Rachel de polipropileno. Estas instalaciones permiten mantener condiciones ambientales adecuadas para la propagación de diversas especies en espacios reducidos.



Figura 6
Vivero tipo tinglado FCA-UNSM.

4.1.3. Llenado del sustrato en envases automontables

La cantidad de sustrato en los envases automontables de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y 1 kg se controló mediante balanza, al igual que en las bolsas negras testigo (Figura 7).



Figura 7
Preparación de sustrato en envases automontables.

4.1.4. Siembra de cultivos

Las plántulas de capirona se instalaron tras la pregerminación recomendada por García et al. (2016) (Figura 8), mientras que las semillas de sachu inchi y cacao se sembraron directamente en los envases automontables (Figura 9).



Figura 8
Siembra de plántulas de capirona en envase automontable.



Figura 9
Siembra de semillas de sachu inchi y cacao en envases automontables.



Figura 10

Riego y germinación a los 10 días en vivero para sachá inchi, capirona y cacao.

El riego se realizó cada 2 días (Figura 10). Se observó que este periodo afectó el crecimiento de capirona, por lo que se ajustó la frecuencia. Los envases automontables retuvieron mayor humedad que las bolsas negras, lo que representa una ventaja en ahorro de agua (Figura 11).



Figura 11

Capirona en envase automontable deseudotallo de plátano y bolsa negra almaciguera en vivero.

4.1.5. Evaluación del crecimiento

Altura de planta

En las figuras 12 y 13 se observa la altura de planta de capirona, sachá inchi y cacao cultivadas en envases automontables y bolsas negras, respectivamente. Se aprecia un rápido crecimiento de sachá inchi en envase automontable, mientras que capirona mostró menor incremento inicial. Estadísticamente, el análisis de varianza ($p < 0,05$) indica diferencias significativas entre tratamientos (Anexo 1), con un R^2 de 0,29 y un coeficiente de variación del 82,83%.

La ausencia de orificios en los envases automontables permite retener mayor humedad en el sustrato, lo que favorece la disponibilidad constante de agua para las plantas, a diferencia de las bolsas negras que requieren riegos más frecuentes. Estos resultados coinciden con Nuñez (2016), quien reporta que el crecimiento inicial de plantas en vivero se ve influenciado por el aporte foliar del cotiledón y la acción de auxinas, las cuales favorecen la elongación del tallo y el engrosamiento del xilema y floema (Paponov, 2005; Weaber, 1976). Comparaciones con cultivos similares, como café y otras especies forestales tropicales, muestran tendencias similares en altura de planta en vivero bajo distintos tipos de envase.

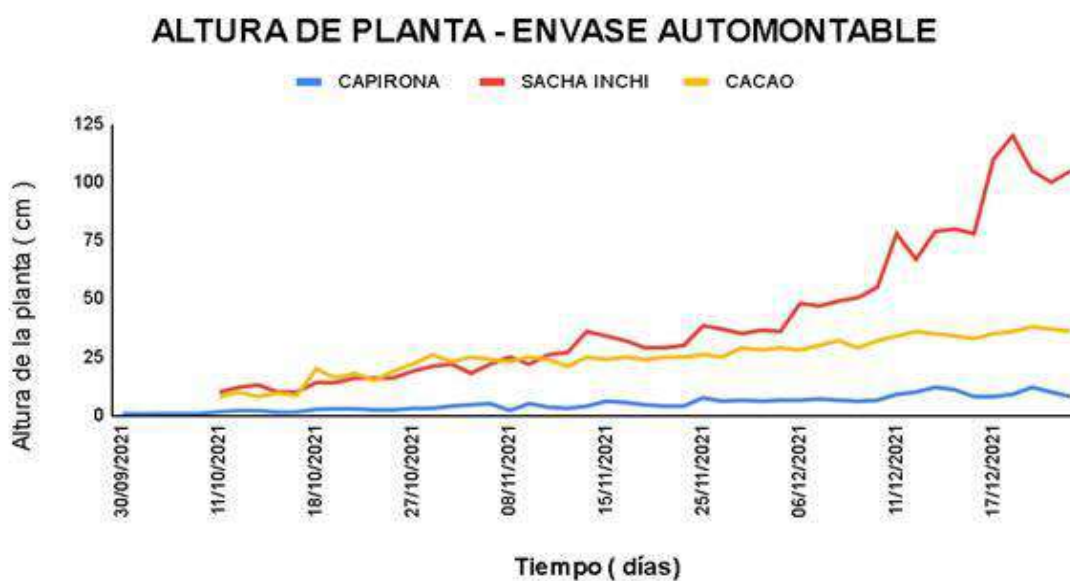


Figura 12

Altura de planta de capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable

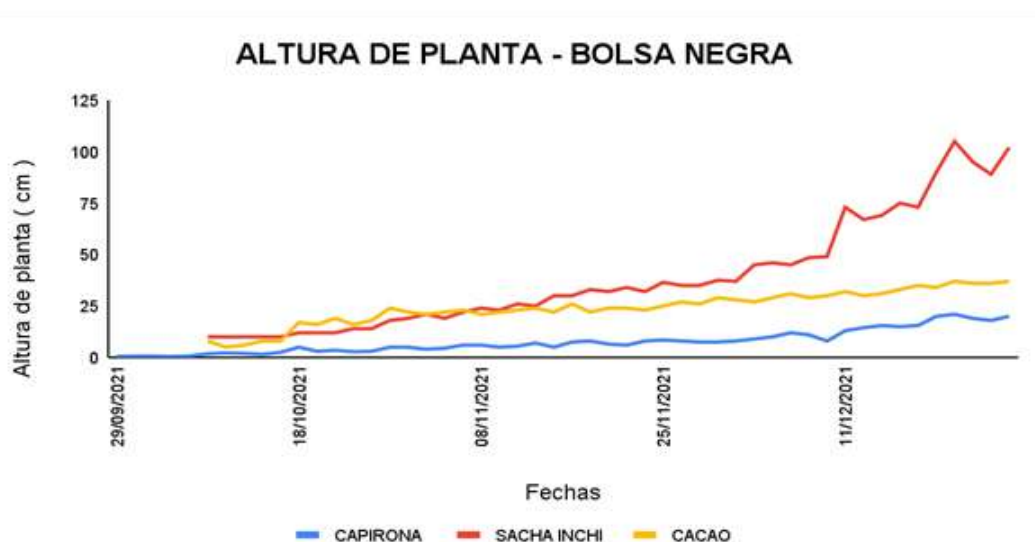


Figura 13

Altura de planta de capirona, sachá inchi y cacao en bolsa negra

En las figuras 14 y 15 se muestra el número de hojas de los tres cultivos en envase automontable y bolsa negra, observándose un comportamiento estadísticamente similar (Anexo 2), con un R^2 de 0,15 y un coeficiente de variación de 48,51%.

La retención de humedad en los envases automontables, debido a la ausencia de orificios, permite un suministro de agua más constante, lo que favorece la formación y mantenimiento del follaje. Nuñez (2016) reporta resultados similares en cacao, donde la base foliar se mantiene estable con la aplicación de bioestimulantes. Asimismo, estudios en especies forestales, como la capirona, muestran que el número de hojas se mantiene estable durante las primeras semanas en vivero, independientemente del tipo de envase (Yarupoma, 2018).

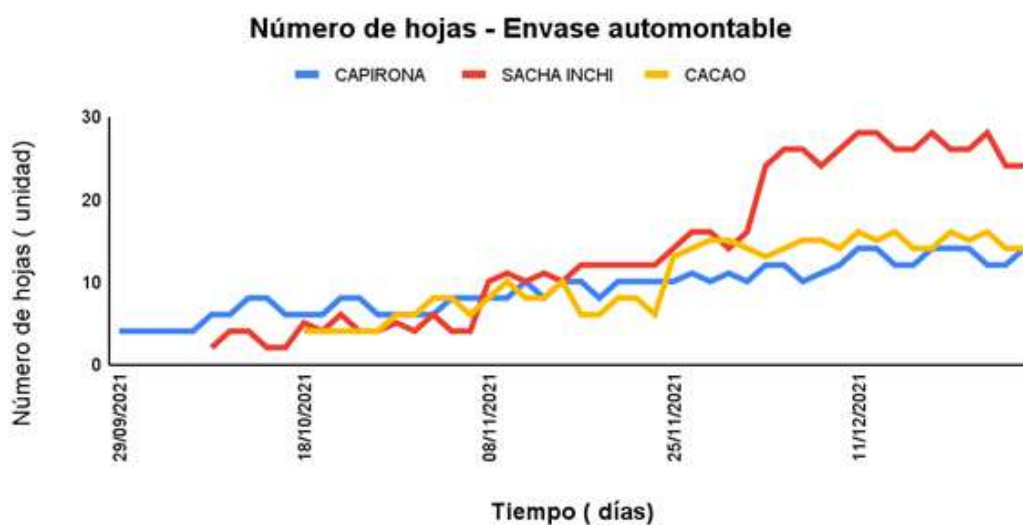


Figura 14

Número de hojas de capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable

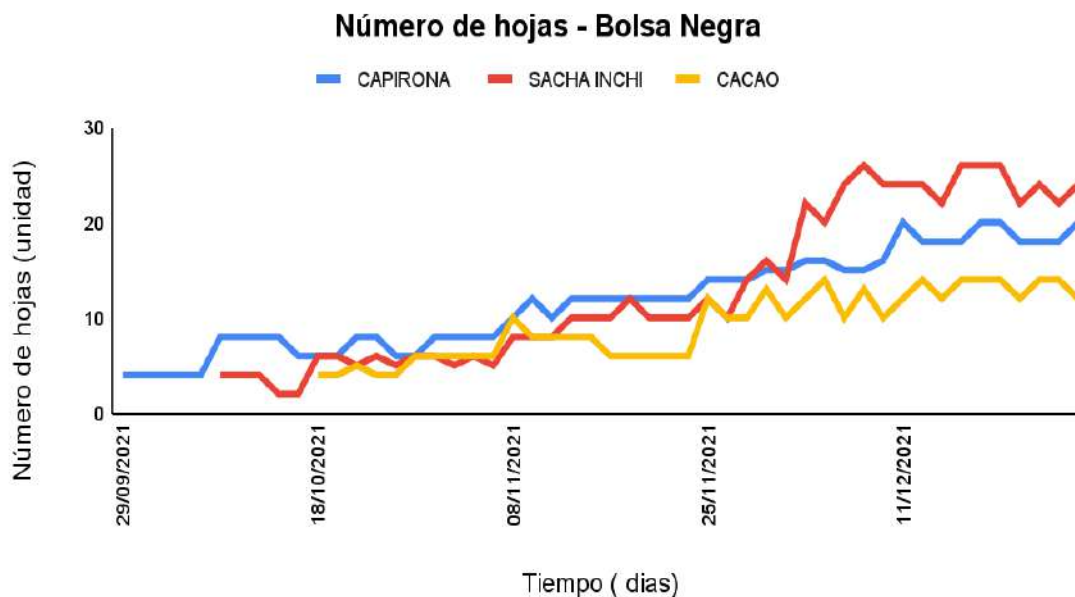


Figura 15

Número de hojas de capirona, sachá inchi y cacao en bolsa negra

En las Figuras 16 y 17 se presenta el volumen radicular de capirona, sachá inchi y cacao en envases automontables y bolsas negras (plástico), respectivamente. Se observa que el cacao presentó el mayor volumen radicular en los envases automontables; sin embargo, el análisis estadístico evidenció diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$; Anexo 3). El análisis de varianza arrojó un coeficiente de determinación $R^2 = 0,36$, lo que indica que el 36 % de la variabilidad en el volumen radicular se explica por el tipo de envase utilizado. El coeficiente de variación fue de 2,52 %, reflejando una baja dispersión en los datos obtenidos.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Freddi et al. (2006), citado por Nuñez (2016), quienes destacan que la compactación del suelo puede limitar la penetración radicular y alterar el equilibrio gaseoso del suelo, así como la disponibilidad de agua y nutrientes, afectando en consecuencia el desarrollo del sistema radicular de las plantas.

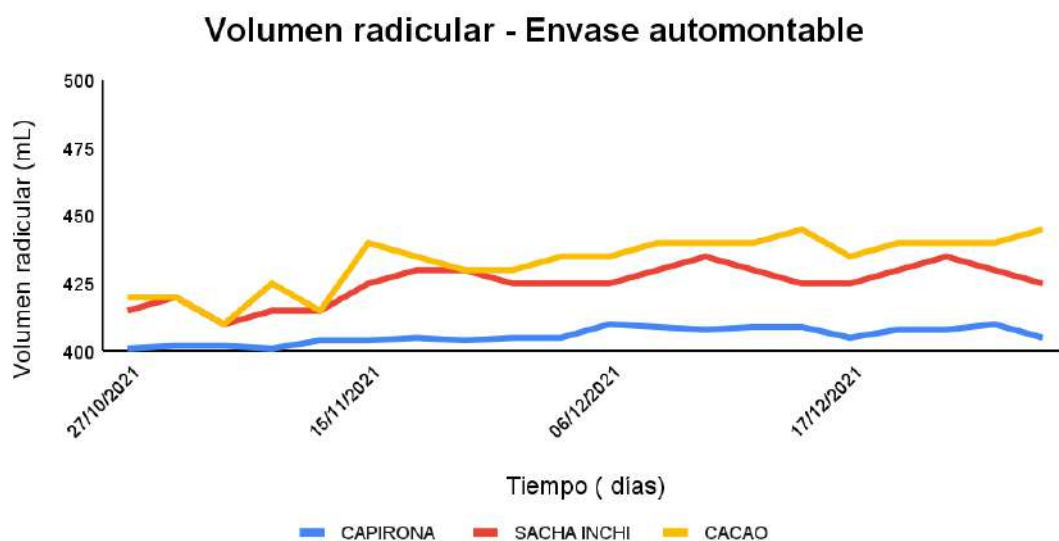


Figura 16
Volumen radicular en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable

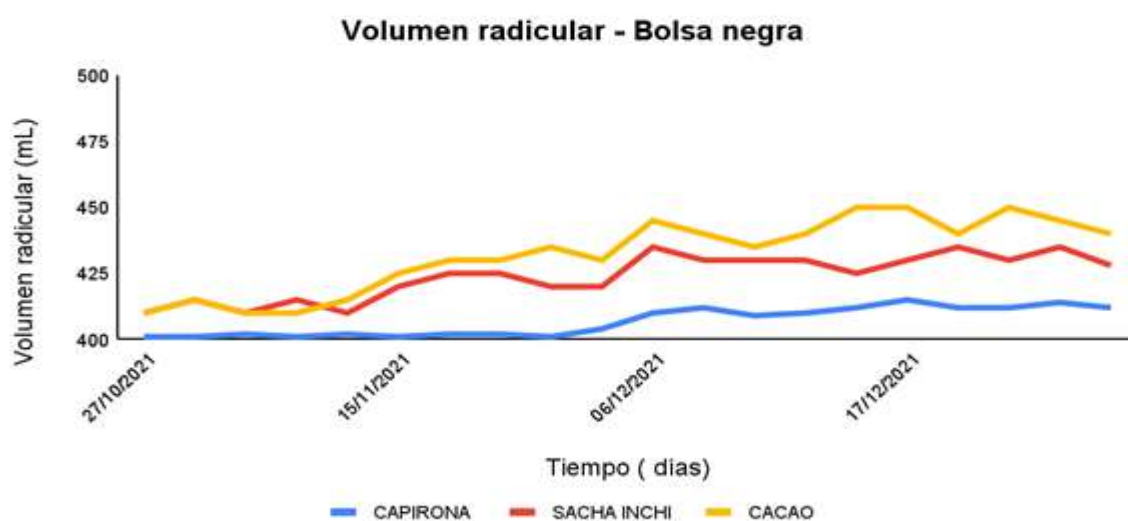


Figura 17
Volumen radicular en capirona, sachá inchi y cacao en bolsa negra

En las Figuras 18 y 19 se presenta el número de raíces sanas en plantas de capirona, sachá inchi y cacao en envases automontables sin perforaciones y bolsas negras (plástico), respectivamente. Se observa un comportamiento estadísticamente similar entre tratamientos (Anexo 4). El análisis de varianza reportó un coeficiente de determinación $R^2 = 0,16$, lo que indica que el 16 % de la variabilidad en el número de raíces sanas se atribuye al tipo de envase empleado. Asimismo, el coeficiente de variación alcanzó 82,55 %, reflejando una alta dispersión en los datos obtenidos.

Es importante señalar que los envases automontables no contaban con perforaciones, lo cual pudo limitar la aireación del sustrato y favorecer la retención de humedad,

condiciones que en algunos casos generan problemas de enrollamiento de raíces y predisposición a patógenos. Esta situación es similar a la descrita para las bolsas negras, donde Yarupoma (2018) reporta que la falta de drenaje y aireación adecuada disminuye la calidad de los plántones, al interferir en el correcto desarrollo del sistema radicular y la disponibilidad de oxígeno en el sustrato.

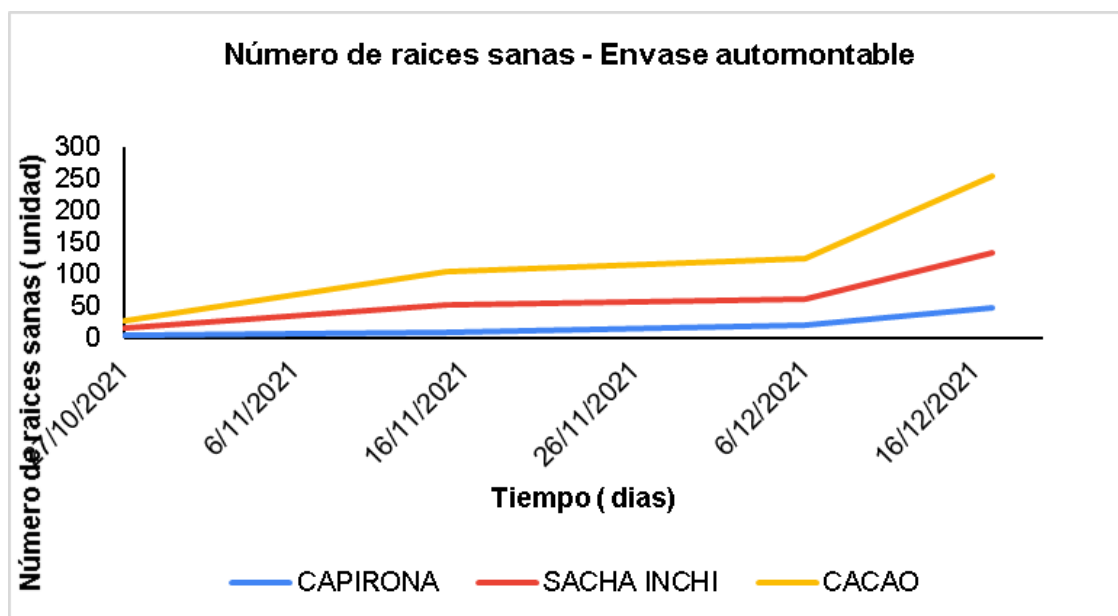


Figura 18

Número de raíces sanas en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable

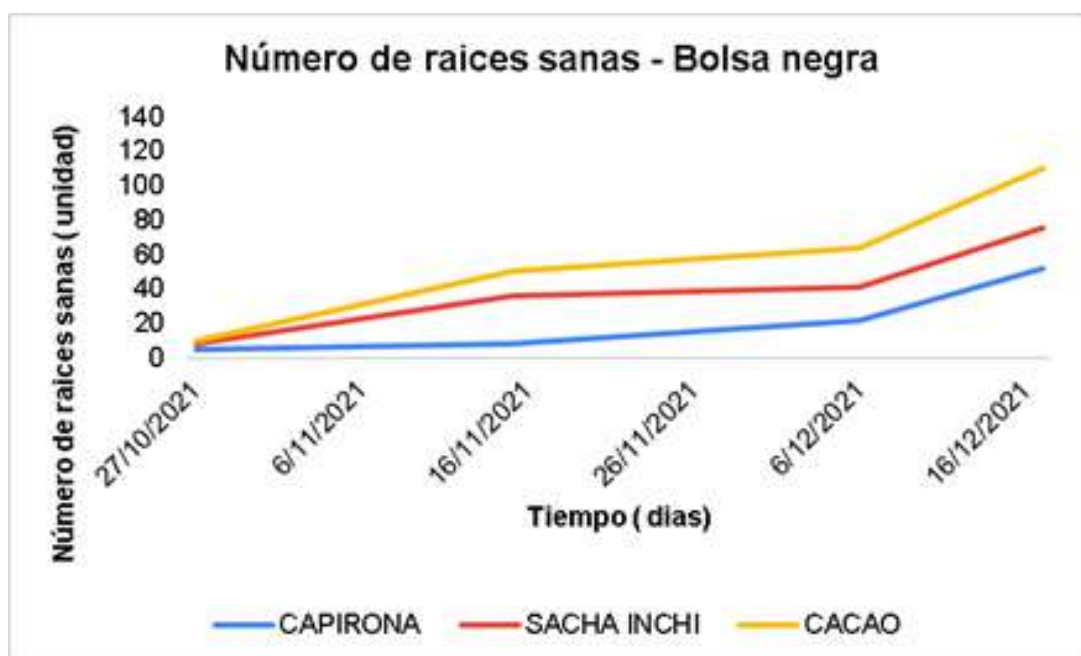


Figura 19

Número de raíces sanas en capirona, sachá inchi y cacao en bolsa negra.

En las figuras 20 y 21 se muestra el contenido de clorofila en capirona, sachá inchi y cacao cultivados en envases automontables y bolsas negras. No se observaron

diferencias significativas (Anexo 5), con un R^2 de 0,02 y un coeficiente de variación de 34,51%.

Cabe destacar que los envases automontables deseudotallo de plátano no presentan orificios de drenaje, a diferencia de las bolsas negras almacigueras, lo que les permite retener mayor humedad y favorecer la disponibilidad constante de agua para la planta. Esta característica contribuye a mantener estable el contenido de clorofila durante las primeras etapas de desarrollo en vivero, como se observó en capirona, sachá inchi y cacao.

Estos resultados coinciden con estudios en café (Romero, 2018) y especies forestales tropicales (Yarupoma, 2018), donde el contenido de clorofila se mantiene relativamente estable independientemente del tipo de envase, siempre que la humedad del sustrato sea adecuada. Además, Augé (2001), citado por Romero (2018), indica que un mayor contenido de clorofila aumenta la absorción de luz en distintas longitudes de onda, favoreciendo la fotosíntesis y el crecimiento inicial de la planta. Por tanto, la ausencia de agujeros en los envases automontables parece ser una ventaja frente a las bolsas negras al conservar la humedad y no afectar la fotosíntesis.

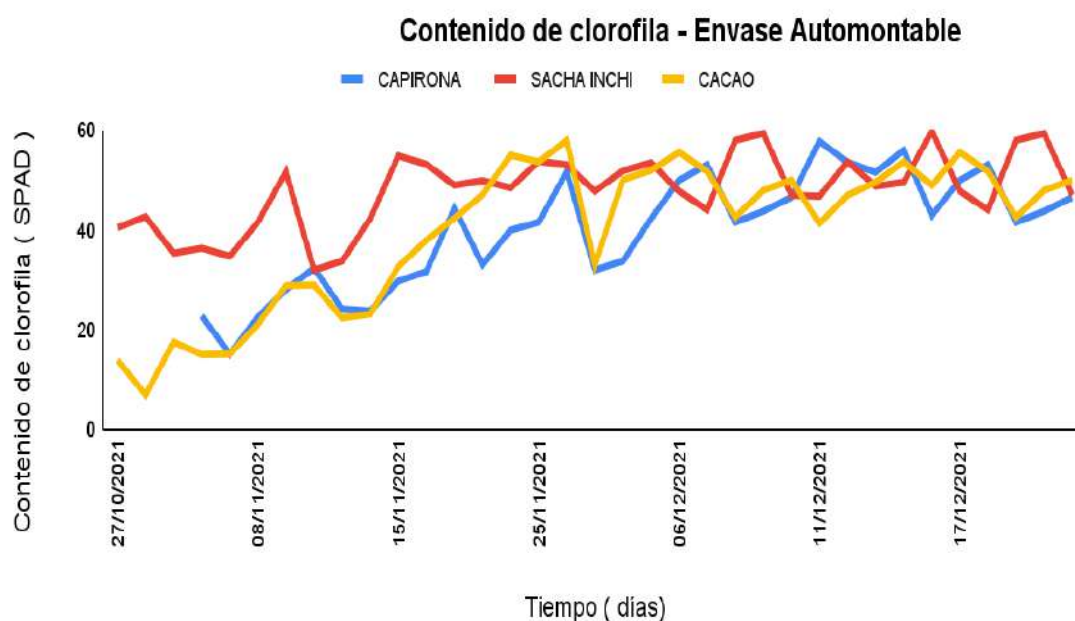


Figura 20

Contenido de clorofila en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable

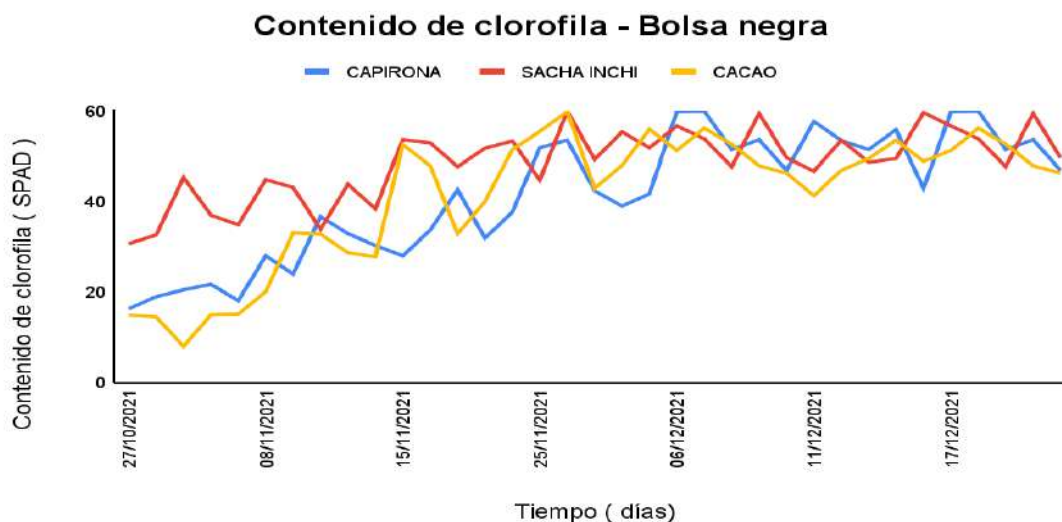


Figura 21

Contenido de clorofila en capirona, sachá inchi y cacao en bolsa negra.

4.2 Resultado específico 2: Evaluar el desenvolvimiento de las plantas en envases automontables en campo definitivo

4.2.1. Preparación del suelo e instalación de plántones

Se trasplantaron plántones de 4 meses de capirona, sachá inchi y cacao al fundo Aucaloma, utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres bloques y parcelas de 2 × 2 m, separadas por 2,5 m (Figura 4). Cada tratamiento correspondió a envases automontables de distinta capacidad y control en bolsas negras.

La preparación del suelo se realizó mediante mecanizado (Figura 22), en un terreno ácido con pH menor a 5,5. En las parcelas de trasplante se aplicaron 20 g de humus de lombriz por planta y se implementaron labores culturales durante aproximadamente un mes, incluyendo control de malezas, enmiendas, repelentes de hormigas e insectos y aplicaciones de herbicidas, para favorecer la aclimatación de los plántones (Figuras 23 y 24).



Figura 22

Preparación de campo a. Terreno antes del mecanizado b. Terreno después del mecanizado



Figura 23

Instalación en campo: Plantón de capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable en terreno mecanizado.



Figura 24

Parcela de cacao al trasplante.

4.2.2. Crecimiento de cultivos de capirona, sachá inchi y cacao

En la Figura 25 se presenta el comportamiento de la altura de las plantas de capirona, sachá inchi y cacao, cultivadas en envases automontables y en bolsas negras. Se observa que los cultivos de sachá inchi y cacao muestran un crecimiento más acelerado en envases automontables; no obstante, estadísticamente el comportamiento difiere de manera significativa ($p < 0.05$) (Anexo 6).

Los tratamientos T₄ (sachá inchi con envase automontable), T₇ (cacao con envase automontable) y T₁ (capirona con envase automontable) registraron las mayores alturas promedio (96.67 cm, 47.33 cm y 35.67 cm, respectivamente), en comparación con los tratamientos en bolsa negra y sin envase. Este resultado sugiere que las plantas cultivadas en envases automontables lograron una rápida adaptación, atribuida

principalmente a la capacidad de retención de agua y al aporte de nutrientes del seudotallo de plátano utilizado como material del envase, lo que favoreció el desarrollo vegetal.

El análisis estadístico mediante ANOVA arrojó un R^2 de 0.98, lo que indica que el 98% de la variabilidad en la altura de las plantas estuvo explicada por el tipo de envase empleado (seudotallo de plátano y bolsa negra). Asimismo, el coeficiente de variación fue de 8.66%, lo cual refleja una adecuada precisión experimental.

En cuanto al efecto de los envases, el uso de envases automontables de seudotallo de plátano no afectó significativamente la altura de las plantas, mientras que el uso de bolsas negras sí presentó un efecto adverso. Resultados similares fueron reportados en cultivos de tabaco, donde la altura de las plantas fue mayor en condiciones de menor distancia entre hileras, debido a la mayor competencia por la luz (Díaz, 2019).

De acuerdo con Bailón (2008), citado por Díaz (2019), la altura de las plantas tiende a desarrollarse de manera homogénea, sin estar condicionada por el área de crecimiento, la competencia por nutrientes o el sistema de siembra. Esto se explica porque, al estar las plantas correctamente ubicadas, pudieron captar la energía lumínica necesaria para la fotosíntesis, evitando limitaciones en su desarrollo. Además, es probable que la fertilización y las labores culturales se aplicaran de forma uniforme, asegurando condiciones similares para todas las plantas evaluadas.

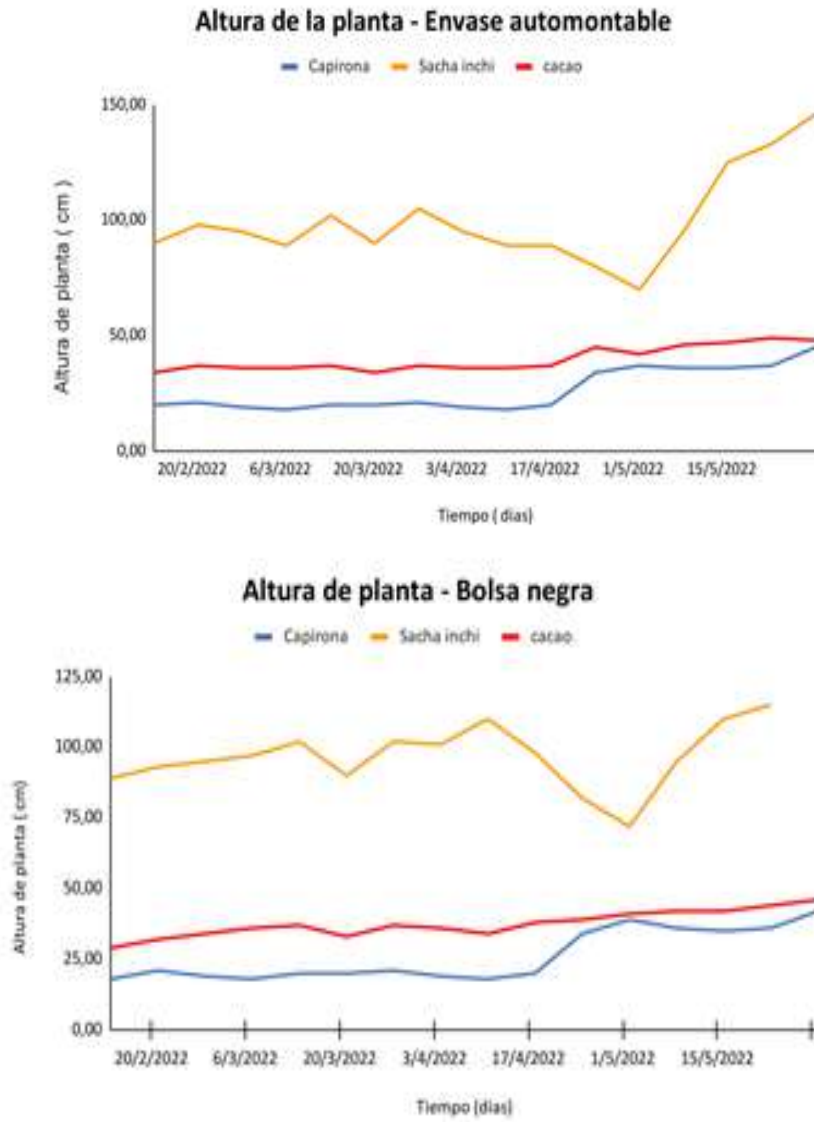


Figura 25

Altura de la planta en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

En la Figura 26 se presenta el comportamiento del crecimiento en número de hojas de capirona, sachá inchi y cacao cultivados en envases automontables, bolsas negras y sin envase. Los resultados muestran diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) (Anexo 7).

De acuerdo con las evaluaciones realizadas, los tratamientos T_4 (sachá inchi con envase automontable), T_1 (capirona con envase automontable) y T_7 (cacao con envase automontable) registraron mayores promedios en comparación con las plantas cultivadas en bolsa negra y sin envase. Esto demuestra que el uso de envases automontables elaborados con seudotallo de plátano, en sus distintas capacidades ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y 1 kg), contribuyó a reducir el estrés ocasionado por el trasplante de vivero a campo, favoreciendo así la adaptación de los cultivos evaluados.

El análisis estadístico mediante ANOVA reportó un R^2 de 0.87, lo que indica que el 87% de la variación en el número de hojas estuvo explicada por el tipo de envase utilizado. El coeficiente de variación obtenido fue de 16.55%, valor que refleja una aceptable precisión experimental.

Durante el periodo de seis meses de evaluación en campo, el sachá inchi presentó el mayor número de hojas con un promedio de 26, seguido de capirona con 20 hojas y, finalmente, cacao con 16 hojas. El comportamiento de los cultivos en envases automontables mostró ventajas frente al uso de bolsas negras, las cuales afectaron negativamente el desarrollo foliar. Esto se debió a que, en los primeros meses, las plantas estuvieron expuestas a condiciones de estrés por radiación solar, ataques de insectos y competencia con malezas. En estos casos, fue necesario aplicar abonos foliares para facilitar la adaptación y aclimatación, lo que retrasó el crecimiento de las hojas.

De acuerdo con Pérez (2021), después del trasplante de plántulas de cacao, estas atraviesan un proceso de estrés que condiciona su adaptabilidad a campo abierto. Además, señala que el desarrollo foliar del cacao requiere apoyo mediante fertilización con magnekling silicio; en su estudio, plántulas tratadas con 30 g de este producto alcanzaron mayor altura (26.47 cm) y un número de hojas de hasta 7, lo que coincide con la importancia de una adecuada nutrición en la etapa inicial de establecimiento.

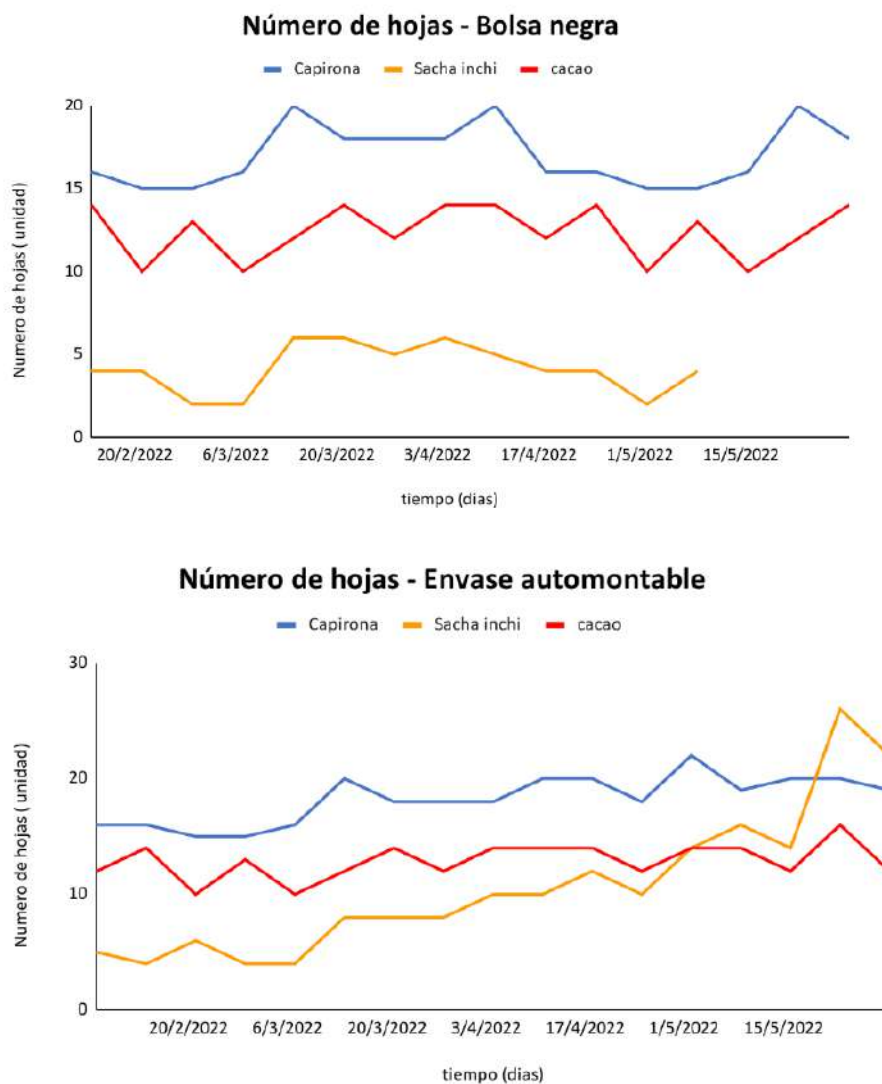


Figura 26

Número de hojas en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra.

En la Figura 27 se observa que, en cuanto al volumen radicular, los cultivos de capirona, sachá inchi y cacao presentaron un desarrollo relativamente lento tanto en envases automontables como en bolsas negras. Este comportamiento podría estar asociado a las condiciones climáticas y a las propiedades físico-químicas del suelo, factores que afectaron especialmente el enraizamiento en sachá inchi y cacao.

Los tratamientos T₇ (cacao con envase automontable), T₄ (sachá inchi con envase automontable) y T₁ (capirona con envase automontable) registraron mayores volúmenes radiculares, alcanzando 473.67 cm³, 473 cm³ y 452.33 cm³, respectivamente. Estos valores superaron ampliamente a los obtenidos en plantas cultivadas en bolsas negras y sin envase, mostrando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

El análisis estadístico mediante ANOVA arrojó un R² de 0.95, lo cual indica que el 95% de la variabilidad del volumen radicular estuvo explicada por el tipo de envase utilizado

(seudotallo de plátano, bolsa negra o sin envase). El coeficiente de variación fue de 0.90%, lo que refleja alta precisión en los resultados.

El uso de envases automontables elaborados con seudotallo de plátano mostró un efecto favorable en el desarrollo radicular de capirona, sachá inchi y cacao, facilitando su adaptación y aclimatación a las condiciones de campo. En este sentido, Fageria et al. (1997), citado por Osorio (2017), señala que la relación proporcional entre el crecimiento de las raíces y la parte aérea es un indicador de desarrollo equilibrado, lo que coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio.

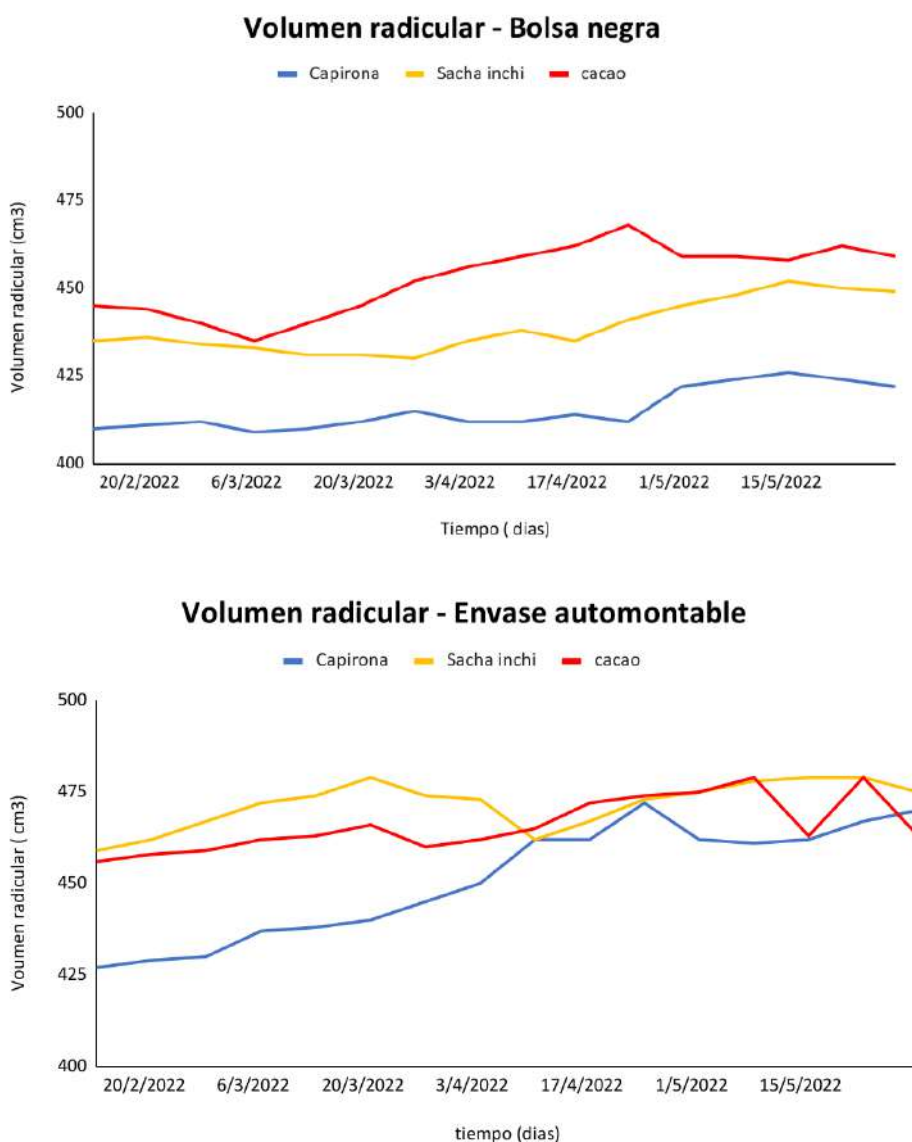


Figura 27

Volumen radicular en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra.

En la Figura 28 se muestra el comportamiento del crecimiento en el número de raíces sanas de capirona, sachá inchi y cacao cultivados en envases automontables y en

bolsas negras. Se observa un mayor desarrollo radicular en los tratamientos T₇ (cacao con envase automontable), T₁ (capirona con envase automontable) y T₄ (sacha inchi con envase automontable), en comparación con los tratamientos en bolsa negra y sin envase. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$) (Anexo 9).

El análisis estadístico mediante ANOVA arrojó un R² de 0.98, lo que indica que el 98% de la variabilidad en el número de raíces estuvo explicada por el tipo de envase utilizado (seudotallo de plátano, bolsa negra o sin envase).

Los resultados muestran que el volumen de sustrato contenido en los envases influyó directamente en el desarrollo radicular y en el crecimiento general de las plantas en campo. En particular, los envases automontables de seudotallo de plátano favorecieron un mayor número de raíces: cacao alcanzó 146, capirona 86 y sachá inchi 79, valores superiores a los obtenidos en plantas cultivadas en bolsas negras y sin envase.

De acuerdo con Osorio (2017), el volumen de sustrato desempeña un papel fundamental en el crecimiento y en la formación de raíces en plántulas de cacao. En este sentido, el envase automontable proporcionó condiciones adecuadas para el desarrollo radicular gracias a su naturaleza compostable, su mayor capacidad de retención de agua y nutrientes, y el espacio adicional disponible para el crecimiento. Por lo tanto, el tamaño y la capacidad volumétrica de los envases automontables influyeron significativamente en el crecimiento y desarrollo de las estructuras vegetativas de las plántulas evaluadas.

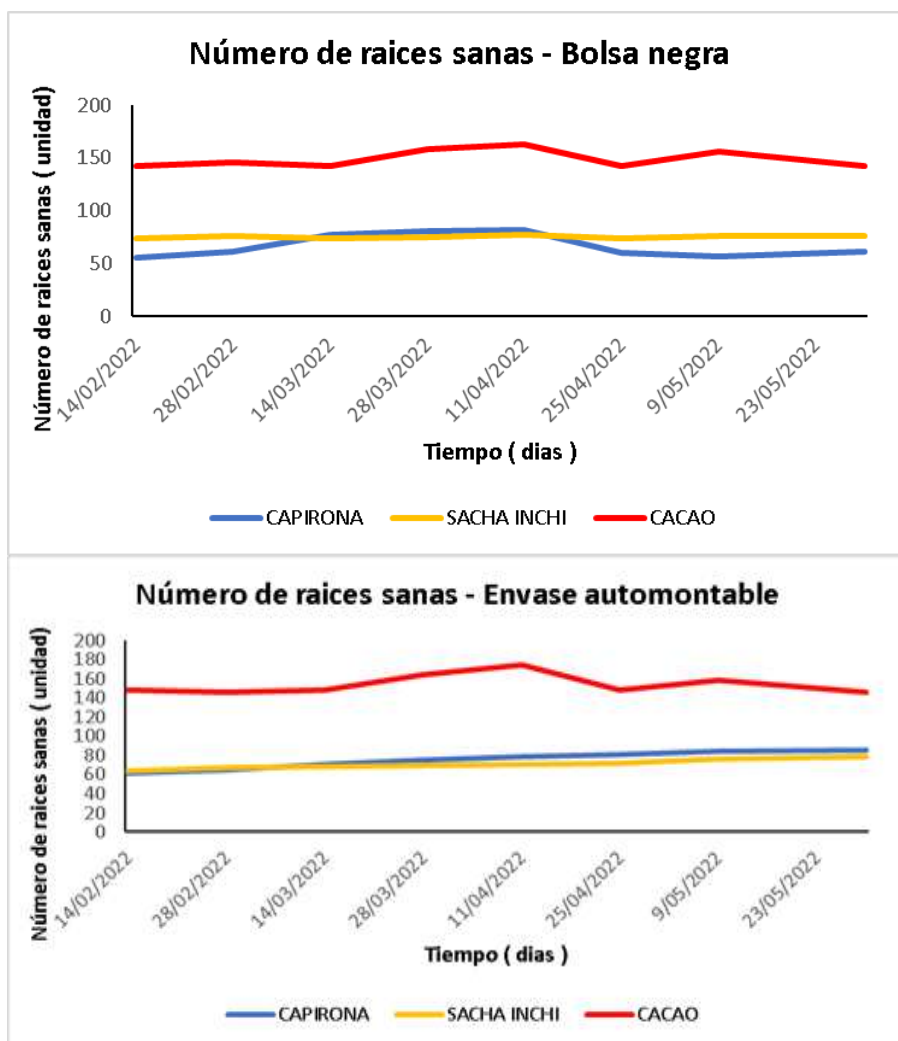


Figura 28

Número de raíces en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra.

En la Figura 29 se presentan los valores de contenido de clorofila obtenidos en los cultivos de capirona, sachá inchi y cacao, evaluados en envases automontables, bolsas negras y sin envase. Se observa un mayor contenido de clorofila en capirona y cacao cultivados en envases automontables, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) (Anexo 10).

El análisis de varianza reportó un R^2 de 0.74, lo que indica que el 74% de la variación en el contenido de clorofila estuvo explicada por el tipo de envase utilizado (seudotallo de plátano, bolsa negra o sin envase).

Mediante el uso del medidor de clorofila se registraron los siguientes valores en envases automontables: capirona alcanzó 55.8 unidades SPAD, cacao 53.4 y sachá inchi 48.6, todos superiores a los obtenidos en plantas cultivadas en bolsas negras y sin envase.

Según Rendón et al. (2018), la concentración de clorofila está estrechamente relacionada con la disponibilidad de nitrógeno; en este caso, el sustrato empleado y la

aplicación de humus en campo favorecieron la nutrición vegetal, reflejándose en mejores resultados para los cultivos en envases automontables.

De manera similar, Arias (2020) reportó que la fertilización nitrogenada incrementa el contenido de clorofila en cacao, alcanzando valores promedio de $63.48 \mu\text{g cm}^{-2}$, lo cual respalda la importancia del manejo nutricional para optimizar el desempeño fisiológico del cultivo.

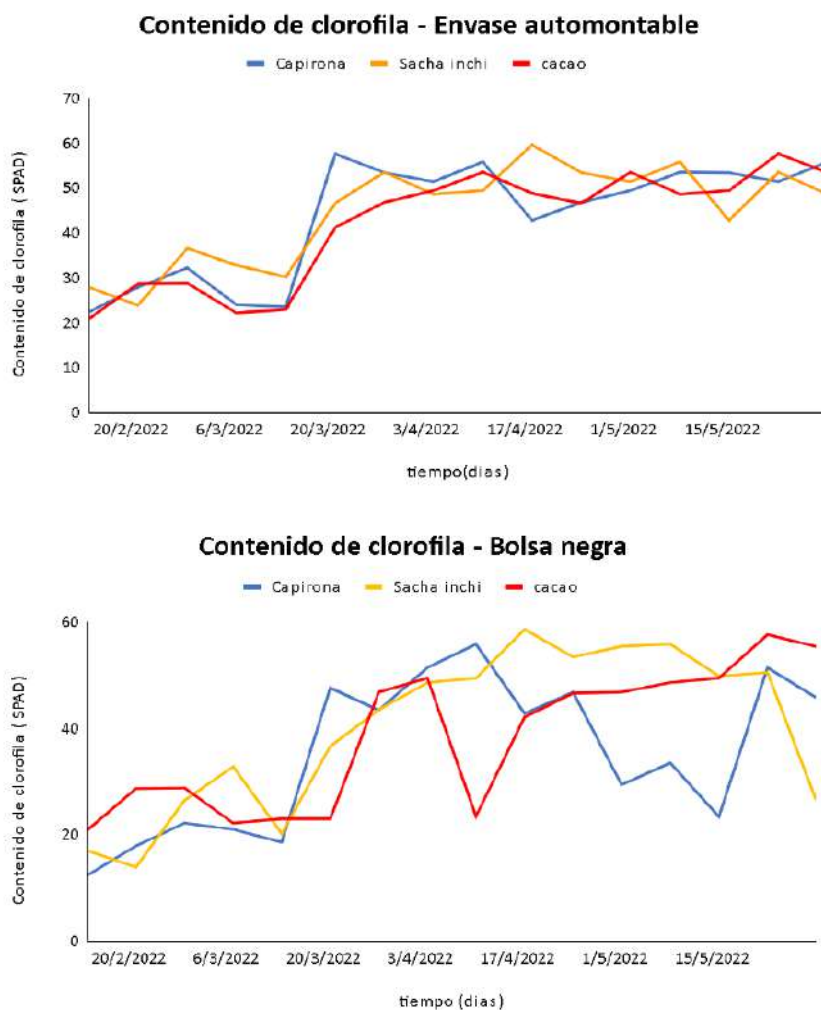


Figura 29

Contenido de clorofila en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra.

4.3. Resultado específico 3: Comparar la biodegradación de envases automontables en vivero y campo

4.3.1. Pruebas de biodegradabilidad del envase automontable

La evaluación de la biodegradación (%) del envase automontable (EASP) evidenció que, en condiciones de vivero, el material alcanzó hasta un 55 % de degradación en cuatro meses sin comprometer su integridad estructural. Este resultado concuerda con los valores de área degradada obtenidos en el presente estudio y con lo reportado por Meza

(2016), quien indica que, según la ISO 17556:2012, la biodegradabilidad aeróbica de un bioplástico puede alcanzar un 64,21 % en 92 días.

En condiciones de campo, el EASP mostró una degradación del 99,5 % a los ocho meses (Figura 30), superando los requisitos de la norma UNE-EN 13432:2001, que establece que un material compostable debe degradarse al menos en un 90 % en un periodo máximo de seis meses.

Asimismo, se evaluó la integridad física del envase durante el cultivo de capirona, desde la etapa de vivero hasta su trasplante a campo (cuatro meses). Se observó una ligera deformación del envase a medida que avanzó la biodegradación; las mediciones del contorno (cm) evidenciaron un incremento en el volumen, cuya inversa representa la curva de degradación (Figura 31 y Figura 32). Dentro de las capacidades evaluadas, el envase automontable de 1 kg utilizado en cacao fue el que mantuvo mayor estabilidad y solidez estructural durante el proceso.

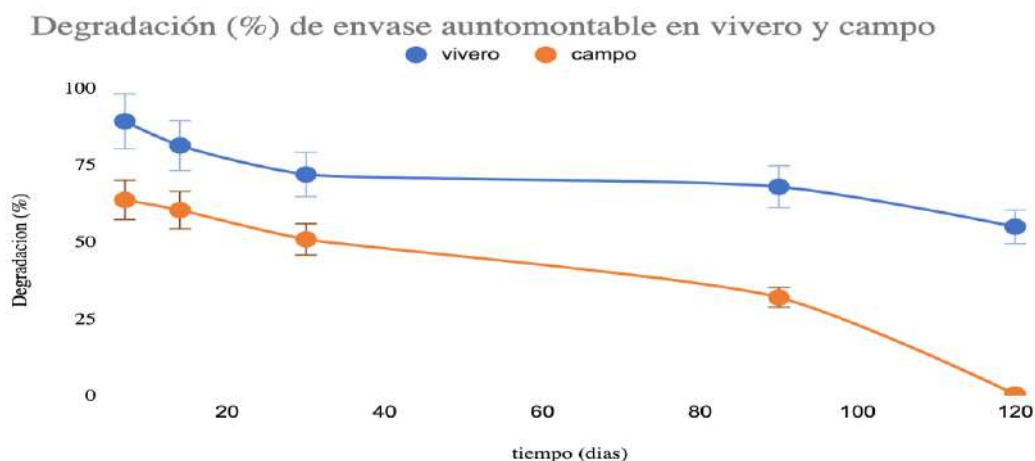


Figura 30

Proceso de degradación de envase automontable en vivero y campo



Figura 31

Integridad del envase automontable en vivero

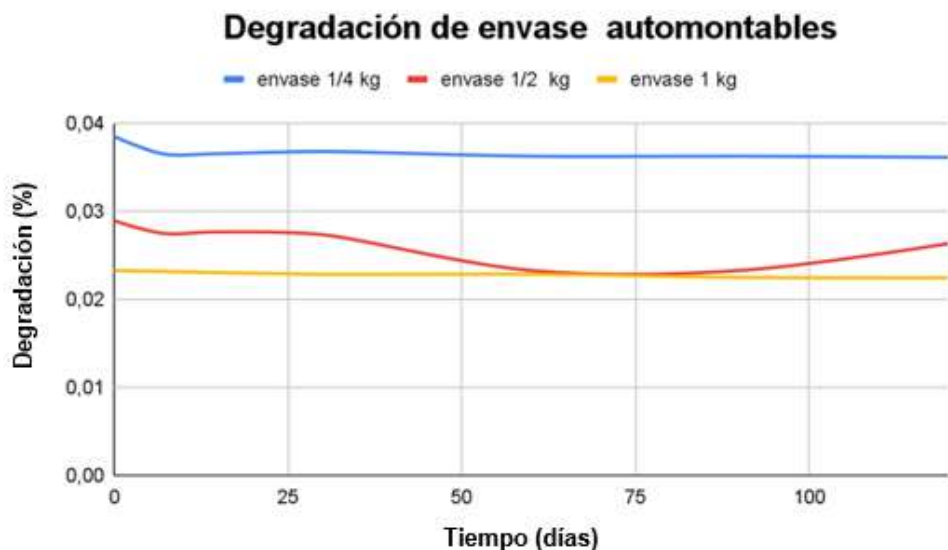
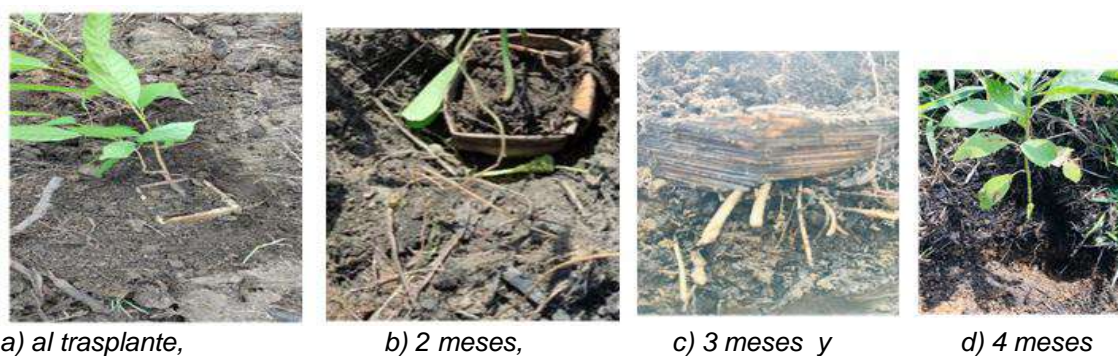


Figura 32

Degradación de envases automontables de capacidad $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y 1kg de capacidad.

En la Figura 33 se aprecia la integridad del envase automontable desde el momento del trasplante (4 meses) hasta su completa integración como material compostable al octavo mes en condiciones de campo. Las exhumaciones realizadas evidencian un proceso de degradación natural del material vegetal que, además de favorecer el enraizamiento y mejorar la retención de humedad en el suelo, finalmente se incorpora como abono orgánico, contribuyendo al crecimiento de las plantas de capirona, sachá inchi y cacao.

Estos resultados se respaldan con las imágenes digitales de la estructura del envase y el conteo microbiano (Tabla 5), que revela una alta actividad microbiológica en el material vegetal. La interacción entre esta actividad microbiana y el sustrato (tierra-arena-humus) podría potenciar el desempeño en las variables de crecimiento tanto en vivero como en campo, lo cual coincide con lo reportado por Cortes et al. (2015), quien evaluó diferentes sustratos para el cultivo de cacao con resultados similares.



a) al trasplante,

b) 2 meses,

c) 3 meses y

d) 4 meses

Figura 33

Degradación del envase automontable de seudotallo de plátano en condiciones de campo.

En la Figura 34 se presenta la secuencia de biodegradación de los envases

automontables elaborados con seudotallo de plátano durante un periodo de 120 días. En el tiempo inicial (T_0), el envase mantiene su estructura íntegra. A los 7 días, no se observan alteraciones visibles en el material; sin embargo, a los 14 días comienza a evidenciarse una fragmentación quebradiza en la superficie. Para los 30 días, se aprecia un agrandamiento de las rupturas en las fibras del seudotallo, mientras que a los 90 días se intensifica la fragmentación y el adelgazamiento progresivo de la pared del envase, indicando un proceso avanzado de descomposición. Finalmente, a los 120 días, el envase se encuentra totalmente integrado al sustrato, completando su ciclo de biodegradación.

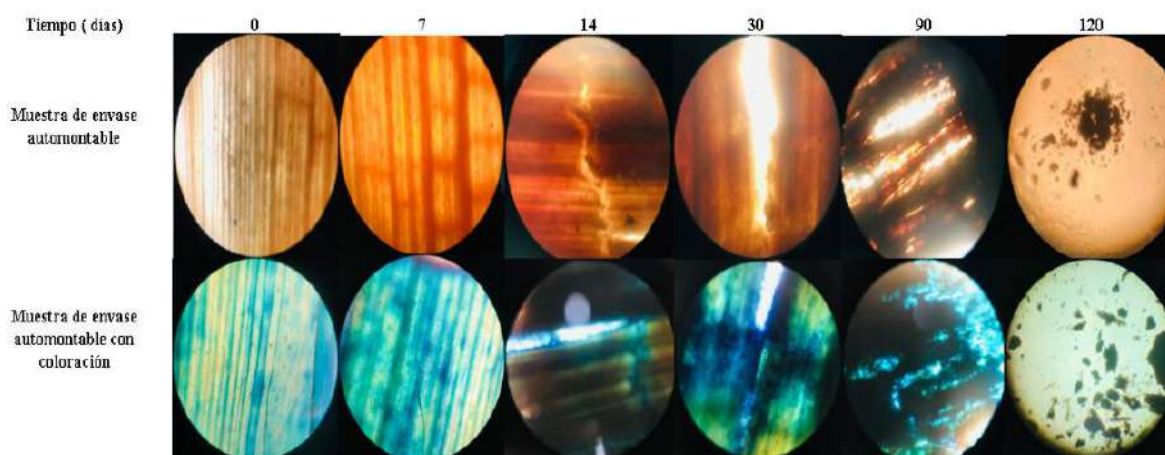


Figura 34

Vista microscópica del envase automontable de seudotallo de plátano.

El análisis microbiológico realizado a los envases automontables en condiciones de vivero y campo definitivo evidenció que el mayor número de microorganismos asociados a los cultivos de capirona, sachu inchi y cacao se registró en la muestra correspondiente a los 180 días (Tabla 5). Inicialmente, el conteo microbiano mostró una baja presencia de organismos adheridos al material; sin embargo, al final del periodo experimental, la cantidad de microorganismos aumentó significativamente.

Este incremento se explica por la composición lignocelulósica del envase automontable, elaborado a base de celulosa y hemicelulosa, que en contacto con el sustrato (tierra) genera condiciones óptimas para el desarrollo de microorganismos degradadores de dichos compuestos. Este proceso no solo acelera la biodegradación del envase, sino que además enriquece el suelo al integrarse como compost, beneficiando el crecimiento de los cultivos evaluados.

Tabla 5

Conteo microbiano en envases automontables en condiciones de vivero y campo para capirona, sachá inchi y cacao.

Tiempo (días)	Numeración de aerobios mesófilos viables (UFC/g)	Numeración de coliformes (NMP/g)	Numeración de E. coli (NMP/g)	Mohos (UFC/g)	Levadura (UFC/g)
0	0.6x10 ⁷	0.93x10 ⁸	0.074x10 ⁷	1.8 x 10 ³	< 10
40	1x10 ⁷	1.5x10 ⁸	7.50x10 ⁷	1.4x10 ⁷	< 10
120	1.58x10 ⁷	2.5x10 ⁸	7.5x10 ⁷	3.9x10 ⁷	< 10
180	1.72x10 ⁷	3x10 ⁸	8.45x10 ⁷	4.2x10 ⁷	< 10

Fuente: Elaboración propia del tesista

Resistencia mecánica

Para evaluar la resistencia mecánica (ensayo de tracción) del envase automontable deseudotallo de plátano, se utilizaron muestras del material sometidas a mediciones cada 30 días. Durante el proceso, se observó una pérdida progresiva de fibras debido a la degradación del material. La primera medición (T_0) registró un espesor inicial de 0,85 mm, mientras que en el segundo control (T_1 , 30 días) el espesor se redujo a 0,4 mm. Posteriormente, a los 60 días (T_2) alcanzó 0,3 mm y finalmente, a los 90 días (T_3) disminuyó hasta 0,2 mm. Para asegurar la fiabilidad de los datos, en cada etapa se analizaron al menos tres muestras del envase automontable (Figura 35).

**Figura 35**

Muestras de envase de pseudotallo de plátano para el ensayo de resistencia mecánica.

En la Figura 36 se observa que la elongación (%) del material alcanzó hasta un 68 % antes de la ruptura, lo cual refleja la degradación progresiva durante los 4 meses de evaluación. El valor máximo de resistencia a la tracción obtenido para las fibras de pseudotallo fue de 15,43 MPa. En comparación, Lady (2013) reportó que las fibras de plátano presentan una resistencia de 30,17 MPa con una elongación de 3,82 %,

mientras que Borja & Remache (2021) señalaron que los biocompuestos reforzados con fibra de seudotallo alcanzan valores de 48 MPa de resistencia y 7 % de elongación.

Los resultados obtenidos indican que la resistencia mecánica del envase automontable se ve afectada por las condiciones climáticas y biológicas del entorno, lo que provoca la reducción del espesor y la descomposición de las fibras. No obstante, esta degradación representa una ventaja ecológica, ya que el material se integra al suelo como compost y mejora las condiciones de supervivencia de las plantas. Además, al degradarse de manera natural, el envase proporciona a los cultivos espacio óptimo para el desarrollo radicular y favorece la liberación gradual de nutrientes para su crecimiento.

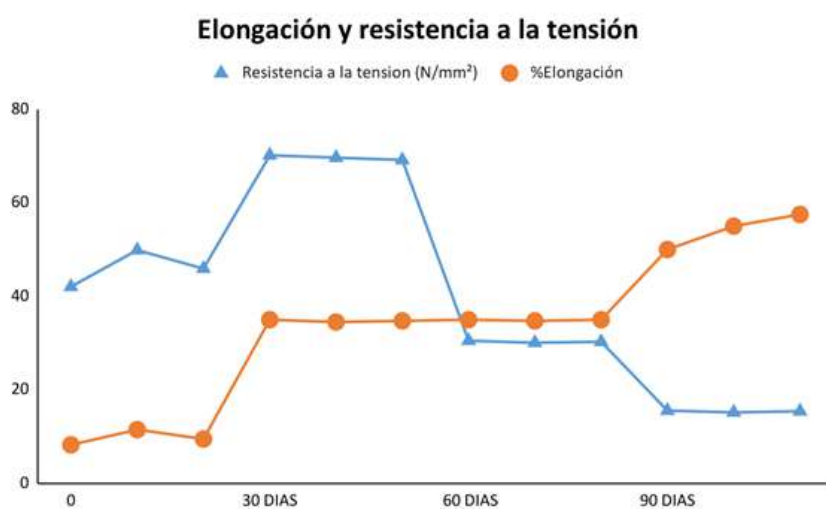


Figura 36
Elongación y resistencia a la tensión del envase automontable de seudotallo de plátano.

4.3.2. Impactos ambientales y económicos

Impacto ambiental

Para identificar los impactos ambientales en esta investigación, se utilizó la matriz de Leopold modificada, considerando la viabilidad técnica de los envases biodegradables automontables elaborados a partir del seudotallo de plátano (*Musa paradisiaca*) como alternativa ecológica a las bolsas almacigueras convencionales. Este enfoque resultó relevante, dado que aproximadamente el 80 % de la biomasa del plátano (raquis, hojas y tallos) era desechada en campo por los agricultores, representando un recurso potencial para su aprovechamiento como materia prima (Silvestre, 2020).

Asimismo, teniendo en cuenta el uso tradicional del seudotallo de plátano como material de embalaje, se elaboraron envases automontables a partir de este residuo agrícola, previamente secado y tratado para garantizar su calidad en el proceso productivo.

El análisis comparativo del impacto ambiental entre el contenedor de polietileno negro (bolsa negra) y los envases automontables deseudotallo de plátano, realizado mediante la matriz de Leopold modificada (Tabla 6), evidenció que los envases deseudotallo generaron menores impactos ambientales en el mediano y largo plazo. Resultados similares fueron reportados por Silvestre (2020), quien al analizar los impactos ambientales de bolsas de yute destacó los beneficios asociados a su composición de base biológica, el proceso artesanal de fabricación y la posibilidad de reutilización.

En este estudio, los impactos ambientales positivos de los envases automontables estuvieron relacionados con su rápida reincorporación al ambiente (tasa de descomposición cercana a seis meses), la naturaleza no tóxica del material, su capacidad de absorción de agua y el aporte de nutrientes al suelo al integrarse como compost orgánico, lo que contribuye a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas evaluados.

Tabla 6

Matriz de impactos ambientales de envases automontables deseudotallo de plátano

Matriz de Leapold			Tipo de Bolsa/envase			
Medio	Componente	Parámetro	Bolsa negra (Polietileno)	Envase automonble deseudotallo de plátano		
		Acidificación	-9			
Físico	Suelo	Estructura y composición	-9	3		
		Eutrofización terrestre	-5	3		
		Clima	Cambio Climático	-10	10	
	Atmósfera	Calidad del aire	-8	10		
		Eutrofización acuática	-5	3		
		Agua	Turbidez	-9	8	
Ecotoxicidad dulce agua	-3		2	-1	-1	
Agotamiento del recurso	-10		8	-3	9	
Biológico	Flora		Estructura y composición de la vegetación	-3	1	
		Hábitat	-4	1		
		Fauna	Variedad de especies	-2	1	
	Territorio	Hábitat	-8	8		
		Consumo de fósiles	-9	10		
		Socioeconómico	Economía	Viabilidad económica	-9	10

Viabilidad Técnica	-9	10	-3	2
Viabilidad Social	-9	10	-5	3
Total Negativos	17		5	
Total Positivos		17		5
TOTAL	-855		-57	

Fuente: Elaboración propia del tesista

4.3.3. Resultados de la encuesta sobre el uso de bolsas almacigueras y la aceptación de envases automontables biodegradables

La encuesta tuvo como objetivo evaluar la percepción de los agricultores sobre el impacto ambiental del uso de bolsas almacigueras tradicionales y su disposición a reemplazarlas por envases automontables biodegradables elaborados a partir deseudotallo de plátano. Se aplicó a 100 agricultores de la localidad de Sisa y zonas aledañas, dedicados principalmente al cultivo de cacao, sachá inchi y otras especies agrícolas.

Para garantizar la validez y confiabilidad del instrumento (Anexo 11), el cuestionario fue revisado previamente por expertos en gestión ambiental y producción agrícola, verificando la claridad, pertinencia y relevancia de cada pregunta. Asimismo, la aplicación se realizó de manera presencial, empleando preguntas cerradas de tipo dicotómico y de selección múltiple, lo que permitió obtener datos precisos y facilitar su análisis estadístico descriptivo.

Los resultados evidenciaron que el 100% de los agricultores encuestados utiliza bolsas almacigueras tradicionales en sus cultivos, lo que demuestra una fuerte dependencia hacia este insumo agrícola. Este hallazgo coincide con Gómez et al. (2020), quienes sostienen que la falta de alternativas sostenibles y la escasa capacitación técnica han limitado la adopción de tecnologías limpias en la agricultura familiar. En cuanto a la frecuencia de uso, el 72% indicó emplearlas de manera continua, mientras que el 28% lo hace de forma estacional, lo que refleja la inexistencia de opciones ecológicas disponibles en el mercado regional.

Respecto al manejo postuso, se observó que un 30% de los agricultores deja las bolsas en el campo, un 25% las quema, un 32% las deposita en basureros y solo un 13% las reutiliza, lo que coincide con Ramírez et al. (2019), quienes advierten que el abandono y la quema de plásticos agrícolas generan contaminación del suelo y del aire. Además, el 71% de los encuestados manifestó conocer los impactos ambientales de las bolsas tradicionales, mencionando como principales efectos la acumulación de residuos en los

campos de cultivo (48%), la contaminación del suelo por lenta degradación del material (38%), el arrastre de bolsas a ríos (14%) y la obstrucción de canales de riego (8%). Estos resultados evidencian la necesidad de capacitar a los agricultores en buenas prácticas ambientales, tal como sugieren Morales y Castañeda (2021), quienes destacan la importancia de la educación ambiental para promover la adopción de tecnologías sostenibles.

Un hallazgo importante fue que el 80% de los agricultores encuestados desconoce la existencia de envases biodegradables para almácigos; sin embargo, el 86% manifestó disposición para reemplazar las bolsas tradicionales por envases elaborados a partir del pseudotallo de plátano, señalando que, con la difusión adecuada y la validación técnica del producto, sería posible eliminar progresivamente el uso de las bolsas plásticas convencionales. Asimismo, el 83% considera que la implementación de estos envases permitirá reducir significativamente el consumo de bolsas almacigueras tradicionales y el 73% está dispuesto a pagar por ellos, siempre que se garantice su calidad, funcionalidad y accesibilidad económica.

Estos resultados reflejan una marcada dependencia hacia las bolsas almacigueras tradicionales y la existencia de prácticas inadecuadas de disposición final, con impactos negativos en el ambiente. No obstante, la alta disposición de los agricultores a adoptar alternativas biodegradables revela un escenario favorable para su implementación, siempre que se acompañe de estrategias de sensibilización ambiental, capacitación técnica y validación del desempeño agronómico de los envases. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Morales y Castañeda (2021), quienes afirman que la adopción de tecnologías limpias en la agricultura depende tanto de la concientización ambiental como de la disponibilidad de alternativas sostenibles y económicamente viables.

4.3.4. Impacto Económico

En primer lugar, este proyecto ofrece nuevas oportunidades de ingreso para los agricultores dedicados a la producción de plátano, quienes actualmente no perciben ningún beneficio económico por la venta del pseudotallo, considerado hasta ahora un residuo agrícola sin valor comercial. Al revalorizar este subproducto como materia prima para la producción de envases biodegradables, los productores podrán diversificar sus fuentes de ingreso y mejorar su rentabilidad, transformando un desecho en un recurso estratégico para la economía local.

Este enfoque coincide con lo señalado por López et al. (2021), quienes destacan que la valorización de residuos agrícolas puede convertirse en una estrategia clave para

impulsar economías rurales más sostenibles. Asimismo, la creación de una nueva cadena de valor asociada a la recolección, procesamiento y fabricación de envases fomentará la dinamización de la economía local, generando oportunidades para pequeños productores, asociaciones y empresas que podrán integrarse en diferentes eslabones del proceso productivo.

Adicionalmente, la formalización de la cadena productiva no solo permitirá el desarrollo de actividades económicas con mayor valor agregado, sino que también contribuirá a la recaudación fiscal mediante la tributación derivada de la venta de envases y del incremento en la actividad económica regional. Tal como plantean Morales y Sánchez (2020), los proyectos agroindustriales con enfoque sostenible no solo mitigan impactos ambientales, sino que también potencian el crecimiento económico a través de la generación de empleos y el fortalecimiento de la base tributaria.

Finalmente, el hecho de que el 73% de los agricultores esté dispuesto a pagar por envases biodegradables respalda la viabilidad económica del proyecto, siempre que se mantengan precios accesibles y se difundan sus beneficios. Esto demuestra que la adopción de prácticas agrícolas sostenibles es posible no solo técnica y ambientalmente, sino también económicamente, cuando se acompaña de capacitación, incentivos y estrategias de comercialización adecuadas.

CONCLUSIONES

1. Los envases automontables elaborados a partir del seudotallo de plátano demostraron un comportamiento favorable para el crecimiento de sachá inchi y cacao en la etapa de vivero, aunque no mostraron los mismos resultados en la especie forestal capirona.
2. La viabilidad técnica de los envases automontables se evidenció tanto en vivero, al mantener su integridad estructural durante el crecimiento de las plántulas, como en campo, al integrarse al suelo como material compostable, favoreciendo su reincorporación al ambiente.
3. Los envases automontables de seudotallo de plátano son de un solo uso, ya que, tras cumplir su función en vivero y campo, no es posible su reutilización debido a su proceso natural de degradación.
4. El uso de envases automontables biodegradables constituye una alternativa sostenible para reducir el consumo de plásticos convencionales en la agricultura, contribuyendo a la mitigación del impacto ambiental generado por los residuos agrícolas.
5. La producción y uso de envases automontables a base de seudotallo de plátano representan una oportunidad con alto potencial económico, al transformar un residuo agrícola en un insumo con valor comercial, generando beneficios para agricultores y la cadena productiva asociada.

RECOMENDACIONES

- A la Universidad Nacional de San Martín, se recomienda continuar impulsando investigaciones innovadoras orientadas al desarrollo sostenible, promoviendo además la creación de una conciencia ambiental en la población y fortaleciendo la vinculación entre la investigación académica y las necesidades del sector agrícola.
- A los agricultores y a la población en general, se sugiere reducir progresivamente el uso de bolsas negras almacigueras, reemplazándolas por envases automontables elaborados a partir de seudotallo de plátano u otras alternativas biodegradables, como una medida concreta para la conservación del medio ambiente.
- A los medios de comunicación, se recomienda desarrollar campañas educativas y de sensibilización que, mediante un lenguaje claro y accesible, promuevan el conocimiento sobre las alternativas de envases biodegradables, informen sobre los impactos negativos de las bolsas plásticas tradicionales y motiven a la población a asumir un compromiso ambiental activo.
- En cuanto al uso de los envases automontables de seudotallo de plátano, se aconseja establecer un tiempo máximo de permanencia en almácigo de hasta cinco meses, de modo que los cultivos puedan ser trasplantados al campo con el envase incluido, garantizando así su función como material compostable y la adecuada adaptación de las plantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abaunza, & Yacomelo. (2019). Producción de plantones en viveros forestales y frutales.
- Adú-Berko, et al. (2011). Citado por Angulo et al. (2021). Producción de plántulas de cacao en vivero.
- Amaya, L., & Bautista, M. (2020). Envases biodegradables a partir de materiales lignocelulósicos.
- Angulo, R., Pérez, J., & Torres, L. (2021). Evaluación del crecimiento de plántulas de cacao en vivero con diferentes volúmenes de sustrato.
- Arias, A. (2020). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de clorofila en cacao.
- Arreiro, P., & Coronel, C. (2021). Development of biodegradable plates from sugarcane bagasse and cassava starch: A sustainable alternative to polystyrene. *Journal of Polymers and the Environment*, 29(3), 1123–1135.
- Bailón, M. (2008). Crecimiento y desarrollo de plantas en vivero. [Fuente no especificada].
- Bartley, R. (2005). Citado por Angulo et al. (2021). Diversidad de cacao en la Amazonía peruana.
- Blomsmaa, A., & Tennant, J. (2020). Citado por Oblitas et al. (2019). Economía circular y valorización de residuos.
- Borja, R., & Remache, E. (2021). Biocompuestos reforzados con fibra de seudotallo de plátano.
- Boz, B., Demirbas, A., & Khan, A. (2020). Principios de desarrollo sostenible aplicados a envases ecológicos.
- Calero, F., & Lapo, M. (2021). Producción de envases biodegradables a partir de bioplástico de plátano.
- Carchi, J. (2014). Potencial industrial del seudotallo de plátano: Composición química y aplicaciones tecnológicas. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(1),

34–45.

- Castellón, L., Tejada, J., & Tejada, F. (2016). Biodegradabilidad de bolsas plásticas degradables versus bolsas convencionales de polietileno. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(2), 195–205.
- Chuquista, P., & Uriarte, R. (2020). Elaboración de bioplástico a partir de cáscara de *Musa paradisiaca*.
- Comisión Europea. (2018). Estrategias sobre plásticos y economía circular.
- Conesa, J. A. (2010). Evaluación de impactos ambientales.
- Cortes, M., et al. (2015). Evaluación de diferentes sustratos para el cultivo de cacao.
- Díaz, J. (2019). Efecto de la distancia entre hileras en el crecimiento de plantas de tabaco.
- Díaz, P., Gómez, R., & Morocho, A. (2020). Citado por Morocho (2018). Impactos ambientales y economía lineal.
- Domingues, L., Silva, P., & Castro, M. (2020). Uso de seudotallo de plátano como recurso orgánico.
- Ellen MacArthur Foundation. (2015). Principios de economía circular.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Jones, C. A. (1997). Citado por Osorio, J. (2017). Relación entre crecimiento radicular y parte aérea en plántulas.
- FAO. (2017). Manual de producción en viveros forestales y agrícolas.
- Flores, F. (2015). Agroecología y optimización de agroecosistemas: uso de composta de residuos de hongo Shiitake en *Pinus pseudostrobus*.
- Freddi, F., et al. (2006). Efecto de la compactación del suelo en la penetración radicular.
- Gaitán, J., Pérez, L., & Torres, M. (2013). Efectos del tamaño de la bolsa en el crecimiento radicular de plantones.
- García, F. (2004). Métodos de evaluación de impactos ambientales.
- García, P., et al. (2016). Proceso de pregerminación de semillas de capirona, sachá inchi y cacao.

- González, R. (2001). Uso de bolsas y tubetes en la producción de plantas de café (*Coffea arabica*) en vivero. *Agronomía Mesoamericana*, 12(1), 23–32.
- Guerrero, L. (2020). Biodegradabilidad de bioplásticos elaborados con almidón de plátano verde.
- Guimarães, R., Silva, P., & Castro, M. (2022). Nanopapeles y películas biológicas a partir de residuos de seudotallo de plátano.
- Hamlet, J., Torres, M., & Pérez, L. (2017). Producción de bioplástico a partir de cáscara de plátano verde en Piura.
- Haro, C., Romero, D., & López, A. (2017). Aprovechamiento de residuos de plátano para producir plásticos biodegradables.
- Hernández, L. (2013). Medición de área degradada de envases biodegradables.
- Hernández, M. (2013). Bioplásticos: Características y aplicaciones en la industria. *Revista de Materiales Avanzados*, 28(4), 214–225.
- Hernández, M., & Gutiérrez, J. (2020). Uso de bolsas negras almacigueras en viveros.
- Huiyan, T., et al. (2022). Secondary microplastics and nanoplastics formation from biodegradable plastics under environmental aging. *Environmental Pollution*, 292, 118430.
- Jiménez, P. (2013). Propiedades ópticas y degradabilidad de polímeros plásticos. *Revista de Ciencia y Tecnología de Materiales*, 45(2), 89–97.
- Jiménez, R. (2015). Producción de plátano en Perú: regiones y rendimientos.
- Lady, P. (2013). Propiedades mecánicas de fibras de plátano.
- Lleras, C., & Moreno, D. (2001). Fabricación de bolsas biodegradables con cartón reciclado y fibras naturales para almácigos de café. *Cenicafé*, 52(3), 201–210.
- Llerena, A., & Monzón, R. (2017). Elaboración de envases biodegradables a partir de residuos agrícolas y comerciales. *Revista de Tecnología e Innovación*, 14(2), 56–67.
- López, A. (2017). Evaluación emergética de bandejas biodegradables frente a bandejas de poliestireno expandido. *Journal of Cleaner Production*, 149, 12–20.

- López, F., et al. (2021). Agricultural residue valorization for rural economic development: A circular economy approach. *Sustainability*, 13(14), 7951.
- López, M. (2017). Sostenibilidad de bandejas biodegradables a base de almidón de camote y bagazo de caña.
- López, M., & Montaña, R. (2014). Citado por Pedraza (2019). Morfología y estructura del plátano.
- Martínez, R. (2009). Evaluación de resistencia mecánica de materiales biodegradables. [Fuente no especificada].
- Matallana, E., & Montero, S. (1995). Uso de plásticos en agricultura tropical: Estado del arte. *Agroecología*, 3(2), 44–59.
- Mazzon, M., et al. (2021). Biodegradable plastics influence soil microbial activity and nutrient cycling. *Applied Soil Ecology*, 163, 103911.
- Mazzon, P. (2021). Impacto ambiental de bolsas de polietileno en agricultura y forestal.
- Meza, C., et al. (2019). Biodegradabilidad de plásticos a base de almidón según la norma ISO 17556:2012. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental*, 20(1), 11–22.
- Meza, R. (2016). Biodegradabilidad aeróbica de bioplásticos según ISO 17556:2012. [Fuente no especificada].
- Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (2020). Producción de plátano y banano en Perú.
- Morales, P., & Castañeda, E. (2021). Educación ambiental y adopción de tecnologías sostenibles en comunidades agrícolas. *Revista Educación Ambiental*, 18(1), 55–68.
- Morales, R., & Sánchez, L. (2020). Impacto económico y ambiental de proyectos agroindustriales sostenibles. *Revista de Economía y Desarrollo*, 162(1), 33–49.
- Mozombite, A. (2019). Generalidades del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*).
- Muñoz, L., et al. (2013). Crecimiento de *Tabebuia rosea* y *Enterolobium cyclocarpum* en envases biodegradables y plásticos. *Revista Forestal Mesoamericana*, 10(2),

45–56.

Novoa, R., & Villagrán, J. (2002). Medición de contenido de clorofila con medidor SPAD 502. [Fuente no especificada].

Núñez, C. (2016). Crecimiento inicial de plantas en vivero y factores que lo afectan.

Oblitas, R., Torres, M., & Pérez, J. (2019). Citado por Blomsmaa & Tennant (2020). Economía circular: innovación y valorización de residuos.

Ortiz, P., Ramírez, J., & Villacorta, L. (2021). Economía circular y regulaciones internacionales para la industria.

Osorio, F., Pérez, R., & Gómez, A. (2017). Influencia del volumen de sustrato en el desarrollo de raíces de plántulas en vivero.

Osorio, J. (2017). Influencia del volumen de sustrato en el desarrollo radicular de plántulas de cacao. [Fuente no especificada].

Paponov, I. (2005). Citado por Núñez, C. (2016). Efecto de auxinas en elongación de tallos.

Parrales, J., Torres, M., & Villacorta, L. (2021). Presiones de consumidores y regulaciones para la adopción de economía circular en empresas exportadoras.

Pedraza, J. (2019). Caracterización delseudotallo de plátano como material compuesto.

Pérez, F. (2021). Estrés post-trasplante en plántulas de cacao.

Plastivida. (2013). Manual de degradación y reciclaje de plásticos. Lima: Asociación Plásticos y Medio Ambiente.

Ponce, M. (2011). Matriz de Leopold: identificación y evaluación de impactos ambientales.

ProMusa. (2020). Información general sobre el plátano y su cultivo.

Rada, J. (2014). Uso y manejo de bolsas plásticas en viveros tropicales. *Agroforestería en las Américas*, 47, 22–30.

Ramírez, J., et al. (2019). Contaminación ambiental por quema de plásticos agrícolas: Riesgos y soluciones. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 119–128.

- Ramírez, J., Torres, L., & Pérez, M. (2018). Uso de bolsas negras almacigueras en viveros.
- Real Academia Española. (s.f.). Definición de biodegradable.
- Rendón, L., et al. (2018). Relación entre concentración de clorofila y disponibilidad de nitrógeno.
- Requiso, A., et al. (2018). Polihidroxialcanoatos como sustitutos de plásticos derivados del petróleo: Avances y retos. *Polymer Degradation and Stability*, 155, 276–291.
- Reyes, J. (2008). Gestión de residuos plásticos en agricultura: reciclaje y valorización energética.
- Reyes, M. (2008). Evaluación de tecnologías agrícolas sostenibles en sistemas tropicales. *Revista Agroecología*, 5(1), 77–85.
- Rivera, L., Gómez, P., & Pérez, J. (2019). Envases biodegradables y sostenibilidad ambiental.
- Romero, A. (2018). Contenido de clorofila en cultivos de café. [Fuente no especificada].
- Sánchez, R., Torres, M., & Villacorta, L. (2021). Impacto ambiental de bolsas negras plásticas.
- Schwarcz, H. (2012). Biodegradación de polímeros por acción biológica.
- Silvestre, V. (2020). Impacto ambiental de envases de yute y alternativas biodegradables.
- Tharanathan, R. (2003). Biodegradable films and composite coatings: Past, present and future. *Trends in Food Science & Technology*, 14(3), 71–78.
- Umba, J. (2020). Plan de negocios para la fabricación de productos biodegradables a partir de residuos orgánicos. *Revista de Emprendimiento Sostenible*, 5(2), 44–59.
- Val Siqueira, L., et al. (2021). Starch-based bioplastics: Properties, biodegradability, and applications. *Carbohydrate Polymers*, 252, 117117.
- Vásquez, P. (2017). Residuos del cultivo de plátano: composición y aprovechamiento.

- Vazques, R., López, M., & Torres, A. (2005). Citado por Mozombite (2019). Descripción morfológica de la planta de plátano.
- Villacorta, L. (2021). Preparación del terreno y siembra definitiva de plantones.
- Villada, D., et al. (2007). Biopolímeros naturales: Alternativas sostenibles para la industria. *Revista de Ciencias Químicas*, 18(2), 103–115.
- Weaber, H. (1976). Citado por Núñez, C. (2016). Acción de auxinas en crecimiento vegetal.
- Wilts, H. (2017). Economía lineal vs economía circular.
- Yan, W., Chen, P., & Li, R. (2022). Degradación anaeróbica de plásticos biodegradables bajo condiciones mesófilas y termófilas.
- Yarupoma, J. (2018). Desarrollo foliar y radicular de especies forestales tropicales en vivero.
- Zenner, J., & Peña, M. (2013). Uso de elementos plásticos en agricultura y alternativas sostenibles.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico en vivero - Anova de altura de planta, número de hojas, Volumen radicular, número de raíces sanas, contenido de clorofila de capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

Anova de altura de planta de capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	14	0.29	0.24	82.83

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2782.21	1	2782.21	5.01	0.0449
TRATAMIENTOS	2782.21	1	2782.21	5.01	0.0449
Error	6661.62	12	555.14		
Total	9443.84	13			

Test: Tukey Alfa=0.05

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Envase automontable de seu..	14.35	7	8.91 A
Bolsa negra	42.54	7	8.91 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANOVA Número de hojas en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE HOJAS	14	0.15	0.08	48.51

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	86.50	1	86.50	2.17	0.1669
TRATAMIENTOS	86.50	1	86.50	2.17	0.1669
Error	479.33	12	39.94		
Total	565.83	13			

Test: Tukey Alfa=0.05

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Envase automontable de seu..	10.54	7	2.39 A
Bolsa negra	15.51	7	2.39 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANOVA Volumen radicular en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VOLUMEN RADICULAR	14	0.36	0.30	2.52

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	746.06	1	746.06	6.61	0.0245

TRATAMIENTOS	746.06	1	746.06	6.61	0.0245
Error	1354.08	12	112.84		
Total	2100.14	13			

Test: Tukey Alfa=0.05

<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
Envase automontable de seu..	413.40	7	4.01	A
Bolsa negra	428.00	7	4.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANOVA número de raíces sanas en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
NUMERO DE RAICES SANAS	14	0.16	0.09	82.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	4039.20	1	4039.20	2.28	0.1567
TRATAMIENTOS	4039.20	1	4039.20	2.28	0.1567
Error	21231.47	12	1769.29		
Total	25270.67	13			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=48.98751

Error: 1769.2893 gl: 12

<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
A	33.97	7	15.90	A
B	67.94	7	15.90	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANOVA contenido de clorofila en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CONTENIDO DE CLOROFILA	14	0.02	0.00	34.51

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32.19	1	32.19	0.18	0.6756
TRATAMIENTOS	32.19	1	32.19	0.18	0.6756
Error	2100.81	12	175.07		
Total	2133.00	13			

Test: Tukey Alfa=0.05

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Envase automontable de seu..	36.82	7	5.00 A
Bolsa negra	39.86	7	5.00 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 2. Análisis estadístico en campo - Anova de altura de planta, número de hojas, Volumen radicular, número de raíces sanas, contenido de clorofila de capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

Anova de altura de planta de capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
ALTURA DE PLANTA	27	0.98	0.97	8.66

Cuadro de Análisis de la Varianza

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	20020.52	8	2502.56	127.01	<0.0001
TRATAMIENTOS	20020.52	8	2502.56	127.01	<0.0001
Error	354.67	18	19.70		
Total	20375.19	26			

Test: Tukey Alfa=0.05

<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T3= Capirona Sin Envase	19.33	3	2.56 A
T2= Capirona Bolsa negra	24.33	3	2.56 A B
T9= Cacao Sin Envase	35.67	3	2.56 B C
T1= Capirona con Envase	35.67	3	2.56 B C
T8= Cacao con bolsa negra	36.33	3	2.56 B C
T7= Cacao con Envase	47.33	3	2.56 C
T5= Sachá inchi con Bolsa	75.00	3	2.56 D

T6= Sacha inchi Sin Envase 91.00 3 2.56 E

T4= Sacha inchi con Envase 96.67 3 2.56 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANOVA número de hojas en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

Variable N R² R² Aj CV

NUMERO DE HOJAS 27 0.87 0.81 16.55

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo 652.74 8 81.59 14.89 <0.0001

TRATAMIENTOS 652.74 8 81.59 14.89 <0.0001

Error 98.67 18 5.48

Total 751.41 26

Test: Tukey Alfa=0.05

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

T5= Sacha inchi con bolsa negra 5.00 3 1.35 A

T6= Sacha inchi Sin Envase 9.33 3 1.35 A B

T8= Cacao con bolsa negra 11.00 3 1.35 A B

T9= Cacao Sin Envase 13.00 3 1.35 B C

T7= Cacao con Envase 14.00 3 1.35 B C D

T2= Capirona Bolsa negra 15.67 3 1.35 B C D

T3= Capirona Sin Envase	18.67	3	1.35	C	D
T1= Capirona con Envase	20.00	3	1.35		D
<u>T4= Sacha inchi con Envase</u>	<u>20.67</u>	<u>3</u>	<u>1.35</u>		<u>D</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANOVA volumen radicular en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
<u>VOLUMEN RADICULAR</u>	<u>27</u>	<u>0.95</u>	<u>0.93</u>	<u>0.90</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	6070.30	8	758.79	44.54	<0.0001
TRATAMIENTOS	6070.30	8	758.79	44.54	<0.0001
Error	306.67	18	17.04		
<u>Total</u>	<u>6376.96</u>	<u>26</u>			

Test: Tukey Alfa=0.05

<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T2= Capirona Bolsa negra	428.67	3	2.38 A
T3= Capirona Sin Envase	438.33	3	2.38 A
T1= Capirona con Envase	452.33	3	2.38 B
T9= Cacao Sin Envase	459.00	3	2.38 B
T8= Cacao con bolsa negra	460.33	3	2.38 B

T5= Sacha inchi con Bolsa	462.67	3	2.38	B	C
T4= Sacha inchi con Envase	473.00	3	2.38		C
T7= Cacao con Envase	473.67	3	2.38		C
<u>T6= Sacha inchi Sin Envase</u>	<u>473.67</u>	<u>3</u>	<u>2.38</u>		<u>C</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANOVA número de raíces sanas en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
<u>NUMERO DE RAICES SANAS</u>	<u>27</u>	<u>0.98</u>	<u>0.97</u>	<u>9.93</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	43459.63	8	5432.45	96.37	<0.0001
TRATAMIENTOS	43459.63	8	5432.45	96.37	<0.0001
Error	1014.67	18	56.37		
<u>Total</u>	<u>44474.30</u>	<u>26</u>			

Test: Tukey Alfa=0.05

<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T2= Capirona Bolsa negra	28.00	3	4.33 A
T6= Sacha inchi Sin Envase	41.33	3	4.33 A B
T3= Capirona Sin Envase	42.33	3	4.33 A B
T5= Sacha inchi con bolsa negra	54.67	3	4.33 B C

T8= Cacao con bolsa negra	67.33	3	4.33	C	D
T1= Capirona con Envase	77.33	3	4.33		D
T4= Sacha inchi con Envase	83.00	3	4.33		D
T9= Cacao Sin Envase	133.33	3	4.33		E
<u>T7= Cacao con Envase</u>	<u>153.33</u>	<u>3</u>	<u>4.33</u>		<u>E</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANOVA contenido de clorofila en capirona, sachá inchi y cacao en envase automontable y bolsa negra

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
<u>CONTENIDO DE CLOROFILA</u>	<u>27</u>	<u>0.74</u>	<u>0.63</u>	<u>23.43</u>

Cuadro de Análisis de la Varianza

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	3980.63	8	497.58	6.52	0.0005
TRATAMIENTOS	3980.63	8	497.58	6.52	0.0005
Error	1373.64	18	76.31		
<u>Total</u>	<u>5354.27</u>	<u>26</u>			

Test: Tukey Alfa=0.05

<u>TRATAMIENTOS</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
T8= Cacao con bolsa negra	22.90	3	5.04 A
T6= Sacha inchi Sin Envase	24.43	3	5.04 A
T5= Sacha inchi con bolsa negra	25.67	3	5.04 A

T3= Capirona Sin Envase	28.77	3 5.04	A B
T2= Capirona Bolsa negra	36.53	3 5.04	A B C
T9= Cacao Sin Envase	38.10	3 5.04	A B C
T4= Sacha inchi con Envase	52.20	3 5.04	B C
T1= Capirona con Envase	52.77	3 5.04	B C
<u>T7= Cacao con Envase</u>	<u>54.13</u>	<u>3 5.04</u>	<u>C</u>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 3. Validez y confiabilidad del instrumento



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.



I.- Datos Generales

Apellidos y nombres del experto:

Institución donde labora :

Especialidad :

Instrumento de evaluación : Encuesta – Uso de envases y bolsas biodegradables en viveros

Autor de Instrumento : Juan William Ramírez Culquicondor

II.- Aspectos de validación

Muy Deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

INDICADORES	CRITERIOS	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acordes con los sujetos muestrales.					
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems permiten recoger información objetiva sobre el uso de bolsas almacigueras tradicionales y envases biodegradables.					
ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia y pertinencia con respecto a los conocimientos actuales sobre envases biodegradables y prácticas sostenibles en viveros.					
ORGANIZACIÓN	Los ítems están estructurados según dimensiones y categorías del estudio, permitiendo inferencias sobre uso, manejo y percepción de los envases.					
SUFICIENCIA	La cantidad y calidad de los ítems es suficiente para cubrir todas las dimensiones de la variable objeto de estudio.					
INTENCIONALIDAD	Los ítems son coherentes con los objetivos, hipótesis y variables del estudio sobre envases y bolsas biodegradables en viveros.					
CONSISTENCIA	La información recolectada permitirá analizar, describir y explicar el comportamiento y la percepción de los agricultores respecto al uso de envases biodegradables.					
COHERENCIA	Cada ítem se relaciona con los indicadores de las dimensiones de la variable, facilitando la interpretación de los resultados.					
METODOLOGÍA	La técnica y el instrumento aplicados son adecuados para los objetivos de investigación y para la obtención de datos confiables y válidos.					
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala de valoración propuesta y es relevante para los objetivos del estudio.					
Total						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable.)

Opinión de aplicabilidad:

Promedio de valoración:



FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.



I.- Datos Generales

Apellidos y nombres del experto: **HAVARDO RAMÍREZ ENRIQUE**
 Institución donde labora : **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN.**
 Especialidad : **INGENIERO AGRICOLA INDUSTRIAL**
 Instrumento de evaluación : **Encuesta – Uso de envases y bolsas biodegradables en viveros**
 Autor de Instrumento : **Juan William Ramírez Culquicondor**

II.- Aspectos de validación

Muy Deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

INDICADORES	CRITERIOS	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acordes con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems permiten recoger información objetiva sobre el uso de bolsas almacigueras tradicionales y envases biodegradables.					X
ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia y pertinencia con respecto a los conocimientos actuales sobre envases biodegradables y prácticas sostenibles en viveros.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems están estructurados según dimensiones y categorías del estudio, permitiendo inferencias sobre uso, manejo y percepción de los envases.					X
SUFICIENCIA	La cantidad y calidad de los ítems es suficiente para cubrir todas las dimensiones de la variable objeto de estudio.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems son coherentes con los objetivos, hipótesis y variables del estudio sobre envases y bolsas biodegradables en viveros.					X
CONSISTENCIA	La información recolectada permitirá analizar, describir y explicar el comportamiento y la percepción de los agricultores respecto al uso de envases biodegradables.					X
COHERENCIA	Cada ítem se relaciona con los indicadores de las dimensiones de la variable, facilitando la interpretación de los resultados.					X
METODOLOGÍA	La técnica y el instrumento aplicados son adecuados para los objetivos de investigación y para la obtención de datos confiables y válidos.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala de valoración propuesta y es relevante para los objetivos del estudio.					X
Total						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable.)

Opinión de aplicabilidad:

Promedio de valoración: 49

Fecha: 13/03/2023



**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.**



I.- Datos Generales

Apellidos y nombres del experto: **KAREN GABRIELA DOCKMET PETELIK**
 Institución donde labora : **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**
 Especialidad : **INGENIERO AGRÍCOLA INDUSTRIAL**
 Instrumento de evaluación : **Encuesta – Uso de envases y bolsas biodegradables en viveros**
 Autor de Instrumento : **Juan William Ramírez Culquicondor**

II.- Aspectos de validación

Muy Deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

INDICADORES	CRITERIOS	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acordes con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems permiten recoger información objetiva sobre el uso de bolsas almacenadoras tradicionales y envases biodegradables.					X
ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia y pertinencia con respecto a los conocimientos actuales sobre envases biodegradables y prácticas sostenibles en viveros.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems están estructurados según dimensiones y categorías del estudio, permitiendo inferencias sobre uso, manejo y percepción de los envases.					X
SUFICIENCIA	La cantidad y calidad de los ítems es suficiente para cubrir todas las dimensiones de la variable objeto de estudio.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems son coherentes con los objetivos, hipótesis y variables del estudio sobre envases y bolsas biodegradables en viveros.				X	
CONSISTENCIA	La información recolectada permitirá analizar, describir y explicar el comportamiento y la percepción de los agricultores respecto al uso de envases biodegradables.					X
COHERENCIA	Cada ítem se relaciona con los indicadores de las dimensiones de la variable, facilitando la interpretación de los resultados.				X	
METODOLOGÍA	La técnica y el instrumento aplicados son adecuados para los objetivos de investigación y para la obtención de datos confiables y válidos.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala de valoración propuesta y es relevante para los objetivos del estudio.					X
Total						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable.)

Opinión de aplicabilidad:

Promedio de valoración:

48

Fecha: 16/03/23





FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.



I.- Datos Generales

Apellidos y nombres del experto: *Rojas García José Carlos*
 Institución donde labora : *Universidad Nacional de San Martín*
 Especialidad : *Ingeniero Agrónomo*
 Instrumento de evaluación : *Encuesta - Uso de envases y bolsas biodegradables en viveros*
 Autor de Instrumento : *Juan William Ramírez Culquicondor*

II.- Aspectos de validación

Muy Deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

INDICADORES	CRITERIOS	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acordes con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems permiten recoger información objetiva sobre el uso de bolsas almacigueras tradicionales y envases biodegradables.					X
ACTUALIDAD	El instrumento evidencia vigencia y pertinencia con respecto a los conocimientos actuales sobre envases biodegradables y prácticas sostenibles en viveros.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems están estructurados según dimensiones y categorías del estudio, permitiendo inferencias sobre uso, manejo y percepción de los envases.					X
SUFICIENCIA	La cantidad y calidad de los ítems es suficiente para cubrir todas las dimensiones de la variable objeto de estudio.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems son coherentes con los objetivos, hipótesis y variables del estudio sobre envases y bolsas biodegradables en viveros.					X
CONSISTENCIA	La información recolectada permitirá analizar, describir y explicar el comportamiento y la percepción de los agricultores respecto al uso de envases biodegradables.					X
COHERENCIA	Cada ítem se relaciona con los indicadores de las dimensiones de la variable, facilitando la interpretación de los resultados.				X	
METODOLOGÍA	La técnica y el instrumento aplicados son adecuados para los objetivos de investigación y para la obtención de datos confiables y válidos.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala de valoración propuesta y es relevante para los objetivos del estudio.					X
Total						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera el instrumento no válido ni aplicable.)

Opinión de aplicabilidad:

Promedio de valoración:

49

Fecha: 13/03/2023

Anexo 4. Cuestionario

Cuestionario

Datos generales:

N° de cuestionario

Fecha de recolección:/...../.....

Nombre: _____ DNI: _____

Introducción:

El presente cuestionario tiene como finalidad conocer el uso, conocimiento y percepción de los agricultores sobre las bolsas biodegradables deseudotallo de plátano y su sustitución frente a las bolsas almacigueras tradicionales en viveros.

Instrucción:

Lea atentamente cada pregunta y seleccione la alternativa que mejor refleje su opinión o práctica, usando la escala del 1 al 5. Marque con un aspa (X) la opción elegida.

No existen respuestas correctas o incorrectas; se solicita sinceridad y honestidad. Todas las respuestas serán confidenciales.

Escala de conversión

Muy en desacuerdo / Muy poco / Nunca	1
En desacuerdo / Poco / Rara vez	2
Neutral / Regular / A veces	3
De acuerdo / Bastante / Frecuentemente	4
Muy de acuerdo / Totalmente / Siempre	5

N°	Criterio de Evaluación	Escala de Calificación				
		1	2	3	4	5
1	¿Usted utiliza bolsas almacigueras tradicionales?					
2	¿Con qué frecuencia utiliza la bolsa almaciguera tradicional?					
3	Una vez utilizada la bolsa almaciguera tradicional, ¿qué hace con este material?					
4	¿Conoce los impactos ambientales que genera el uso de bolsas almacigueras tradicionales?					

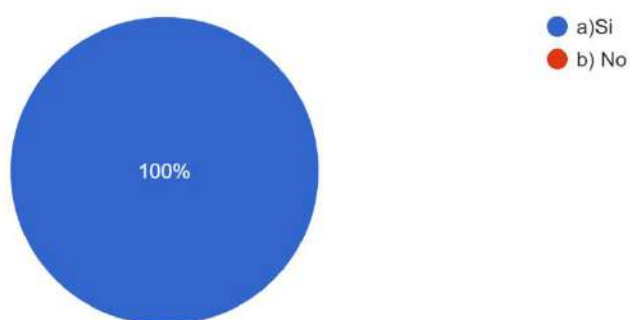
5	¿Podría citar algún ejemplo de las consecuencias negativas del uso de bolsas almacigueras tradicionales?					
6	¿Reutiliza las bolsas almacigueras tradicionales?					
7	¿Conoce qué son las bolsas o envases biodegradables para almácigo?					
8	Con el fin de proteger el medio ambiente, ¿reemplazaría las bolsas almacigueras tradicionales por bolsas biodegradables de seudotallo de plátano?					
9	¿Cree que el uso de envases biodegradables a base de seudotallo de plátano reducirá el consumo de bolsas almacigueras tradicionales?					
10	¿Estaría dispuesto a pagar por bolsas o envases biodegradables de seudotallo de plátano en mercados o establecimientos agrícolas?					

Anexo 5. Resultado de encuestas

A continuación se reporta los resultados que se obtuvieron de la encuesta realizada a agricultores sobre el impacto ambiental sobre que tendría la utilización de bolsas almacigueras tradicionales y envases automontables biodegradables a base de pseudotallo de plátano que sería de gran beneficio para disminuir los problemas de contaminación.

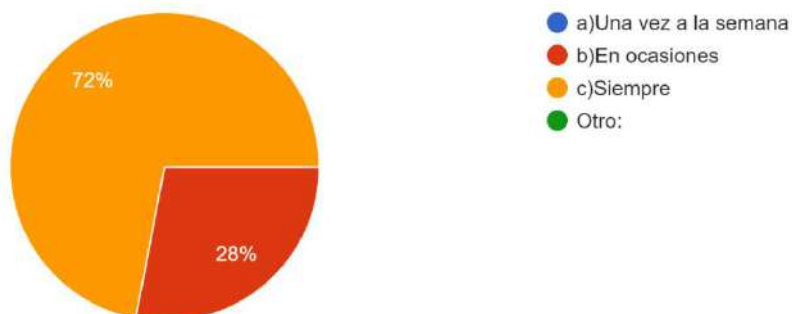
1. ¿Usted utiliza bolsas almacigueras tradicionales?

100 respuestas



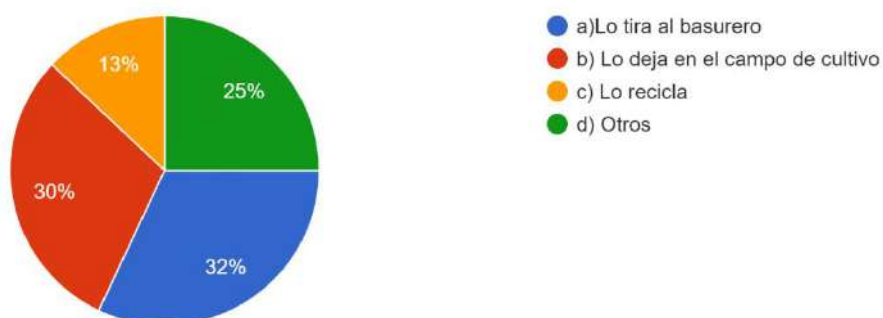
2. ¿Con que frecuencia utiliza la bolsa almaciguera tradicional?

100 respuestas



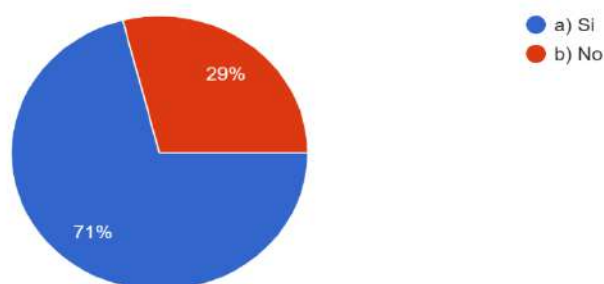
3. ¿Una vez utilizado la bolsa almaciguera tradicional, que hace con éste material?

100 respuestas

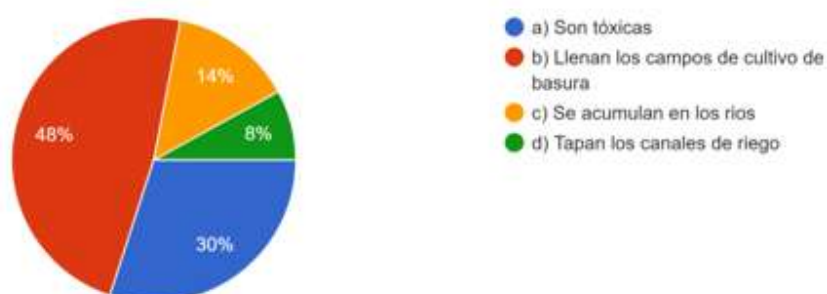


4. ¿Conoce los impactos en el medio ambiente que genera el uso de bolsas almacigueras tradicionales?

100 respuestas

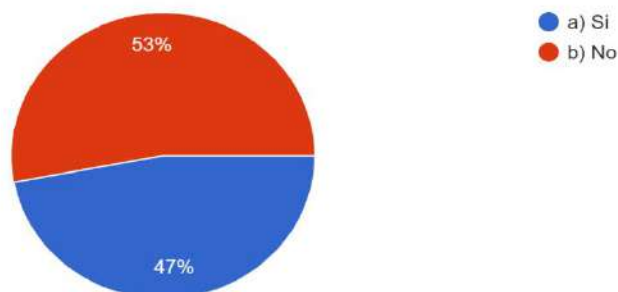


5. ¿Podría citar algún ejemplo de las consecuencias negativas del uso de bolsas almacigueras tradicionales?



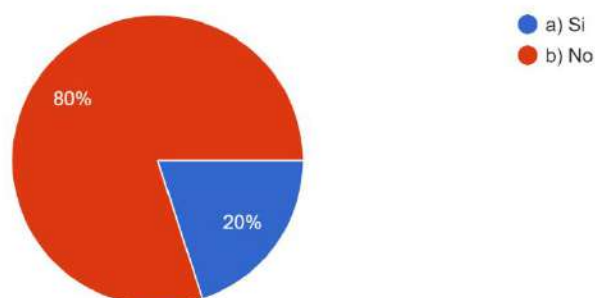
6. ¿Reutiliza las bolsas almacigueras tradicionales?

100 respuestas



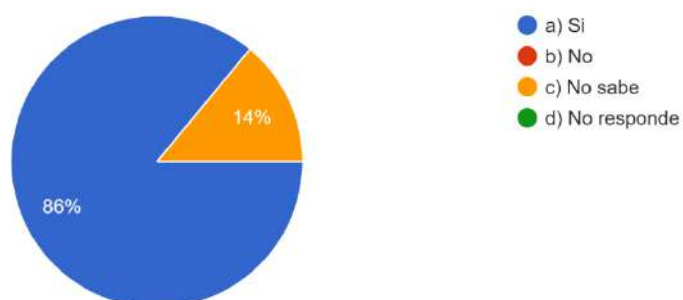
7. ¿Conoce Ud. que son las bolsas o envases biodegradables para almacigo?

100 respuestas



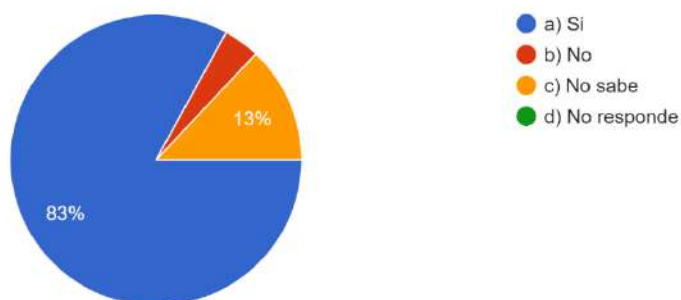
8. ¿Con el fin de proteger el medio ambiente, usted reemplazaría las bolsas almacigueras tradicionales por bolsas o envases biodegradables a base de seudotallo de plátano?

100 respuestas



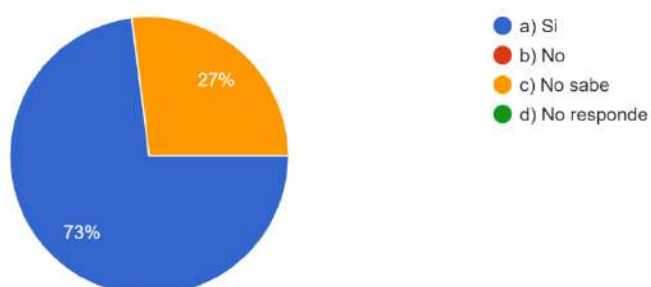
9. Cree usted, que con el uso bolsas o envases biodegradables a base de seudotallo de plátano para almácigos se logrará reducir el consumo de bolsas tradicionales, para la siembra de cultivos.

100 respuestas



10. Estaría dispuesto a pagar por las bolsas o envases biodegradables a base de seudotallo de plátano para almácigos en los mercados o establecimientos agrícolas

100 respuestas



Juan William Ramirez Culquicondor

Biodegradación de envases automontables deseudotallo de plátano para uso almaciguero en condiciones de vivero y cam...

Revisión Repositorio Institucional de la UNSM

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117525991006

Fecha de entrega

10 nov 2025, 15:13 GMT-5

Fecha de descarga

10 nov 2025, 15:17 GMT-5

Nombre del archivo

BIODEGRADACIÓN DE ENVASES AUTOMONTABLES DE SEUDOTALLO DE PLÁTANO PARA USO ALM...pdf

Tamaño del archivo

2.8 MB

104 páginas

20.673 palabras

120.376 caracteres

12% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 10%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y lo revise.