



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Orizaba

División de Estudios de Posgrado e Investigación

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ORIZABA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN MAESTRÍA EN
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

“INCREMENTO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE PLÁTANO ORGÁNICO HARTÓN EN
ZAPOAPAN, VERACRUZ, MÉXICO, APLICANDO LAS BPA”

PRESENTA:

FAUSTINO OMAR CARABARIN RUIZ

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

DIRECTOR DE TESIS

DR. MAURICIO ROMERO MONTOYA

CO-DIRECTOR DE TESIS

DR. MARCOS MEDINA SALAZAR

Orizaba Ver. Octubre de 2026



Educación
Secretaría de Educación Pública



Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado

Orizaba, Veracruz, **29/septiembre/2026**
Dependencia: División de Estudios de
Posgrado e Investigación
Asunto: Autorización de Impresión
OPCION: I

C. FAUSTINO OMAR CARABARIN RUIZ
Candidato(a) a Grado de Maestro en:
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
P R E S E N T E.-

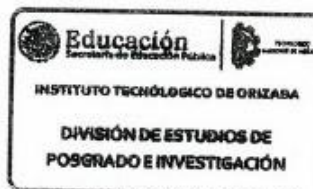
De acuerdo con el Reglamento de Titulación vigente de los Centros e Institutos Tecnológicos Federales del Tecnológico Nacional de México, de la Secretaría de Educación Pública, y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

**"INCREMENTO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE PLÁTANO ORGÁNICO HARTÓN EN
ZAPOAPAN, VERACRUZ, MÉXICO, APLICANDO LAS BPA"**

Comunico a Usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

DR. OSCAR BAEZ SENTIES
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



OG-13-F06



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Oriente 9 #852 Colonia Emiliano Zapata, C.P. 94320
Orizaba, Veracruz. Tel. 01 (272) 1105360
e-mail: info@orizaba.tecnm.mx www.orizaba.tecnm.mx





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Orizaba

Departamento de División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba, Veracruz, **18/Septiembre/2026**

Asunto: **Revisión de trabajo escrito**

C. DR. OSCAR BÁEZ SENTÍES
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
P R E S E N T E.-

Los que suscriben, miembros del jurado, han realizado la revisión de la Tesis del (la) C.

FAUSTINO OMAR CARABARIN RUIZ

La cual lleva el título de:

**"INCREMENTO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE PLÁTANO ORGÁNICO HARTÓN EN ZAPOAPAN,
VERACRUZ, MÉXICO, APLICANDO LAS BPA"**

Y concluyen que se acepta y se autoriza su impresión.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA – TÉCNICA – CULTURA®

PRESIDENTE: DR. MAURICIO ROMERO MONTOYA

SECRETARIO: DR. MARCOS SALAZAR MEDINA

VOCAL: DR. GUILLERMO CORTÉS ROBLES

VOCAL SUP.: M.C. NURIA ORTEGA PETTERSON

FIRMA

FIRMA

FIRMA

FIRMA

TA-09-18



2026
año de
**Margarita
Maza**



Av. Oriente 9 #852 Colonia Emiliano Zapata, C.P. 94320 Orizaba, Veracruz
Tel. 01 (272) 1105360 info@orizaba.tecnm.mx www.orizaba.tecnm.mx

Gratitud

A mi señor Jesucristo, quien me ha dado el aliento para concluir mis sueños y objetivos, ejerciendo su evangelio con respeto y humildad, a mi querida esposa Gisela que es mi compañera de vida y ha sido mi fortaleza para no derrumbarme en los momentos de vulnerabilidad, a mi primogénita mi querida hija Tiara, quien es la razón de mi existir, a mi querida madre Yolanda, a quien le hice la promesa en vida de llegar a ser algún día un profesional comprometido con la sociedad y el medio ambiente, a mis mentores académicos, quienes fortalecieron mi formación profesional, en especial a mi director de tesis el Dr. Mauricio, a mi institución donde pude desarrollar los programas de investigación, y a mis productores, que me dieron la oportunidad de aplicar mis conocimientos profesionales en prácticas viables para el cumplimiento de esta tesis.

Reiterando mi agradecimiento a todos ellos.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo incrementar la producción del cultivo orgánico de plátano Largo Hartón en la comunidad de Zapoapan, Veracruz, México, mediante la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). La región presenta condiciones favorables para el cultivo, con una temperatura promedio de 30° C, una precipitación anual de 1700 mm y una altitud de 787 msnm; sin embargo, los productores enfrentan problemas relacionados con la baja productividad, la presencia de plagas y el limitado aprovechamiento de los recursos orgánicos disponibles.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño cuasi experimental. Se establecieron dos parcelas experimentales bajo manejo BPA y dos parcelas control con manejo convencional. En la evaluación final se compararon 300 plantas del tratamiento experimental y 300 plantas del tratamiento control. Las variables evaluadas fueron altura de la planta, circunferencia del pseudotallo, número de hojas funcionales, emisión de hijuelos y peso promedio del racimo. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) para todas las variables evaluadas. El tratamiento BPA + lixiviado presentó medias superiores en altura de planta (3.90 m), circunferencia de pseudotallo (62 cm), emisión de hijuelos (6.01) y número de hojas funcionales (13 hojas) respecto al manejo convencional. Asimismo, el peso promedio de los racimos alcanzó 26 kg en el tratamiento experimental y 17 kg en el tratamiento convencional, representando un incremento productivo del 52.9 %. La producción total estimada BPA + lixiviado fue de 7,800 kg frente a 5,100 kg respectivamente.

Desde el punto de vista económico, el fruto obtenido bajo BPA fue comercializado como producto orgánico a un precio de \$12.00 kg, mientras que el cultivo convencional alcanzó un valor de \$5.00 kg. Esto generó un ingreso bruto estimado de \$93,600 para el sistema experimental y de \$25,500 para el convencional, reflejando una diferencia económica de \$68,100.

Se concluye que la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas, complementadas con la aplicación de lixiviado orgánico elaborado a partir de residuos del propio cultivo, constituye una estrategia eficaz para incrementar la productividad, mejorar la calidad comercial del fruto y fortalecer la rentabilidad económica del cultivo de plátano orgánico Largo Hartón en la región de Zapoapan, Veracruz.

Palabras clave: Buenas Prácticas Agrícolas, plátano Hartón, agricultura orgánica, productividad agrícola, lixiviado orgánico, sostenibilidad.

Abstract

This research aimed to increase the production of organic Largo Hartón bananas in the community of Zapoapan, Veracruz, Mexico, through the implementation of Good Agricultural Practices (GAP). The region presents favorable conditions for cultivation, with an average temperature of 30°, an annual rainfall of 1700 mm, and an altitude of 787 meters above sea level; however, producers face problems related to low productivity, the presence of pests, and the limited use of available organic resources.

The research was conducted using a quantitative approach with a quasi experimental design. Two experimental plots were established under Good Agricultural Practices (GAP) management. In the final evaluation, 300 plants from the experimental treatment were compared with 300 plants from the control treatment. The variables evaluated were plant height, pseudostem diameter, number of functional leaves, sucker production, and average bunch weight.

The results showed highly significant differences ($p < 0.001$) for all evaluated variables. The GAP+ leachate treatment showed higher averages in plant height (3.90 m), pseudostem diameter (62 cm), sucker production (6.01), and number of functional leaves (13 leaves) compared to conventional management. Furthermore, the average bunch weight reached 26 kg in the experimental treatment and 17 kg in the conventional treatment, representing a 52.9 % increase in yield. The total estimated production was 7,800 kg versus 5,100 kg respectively.

From an economic standpoint, the fruit grown under Good Agricultural Practices (GAP) was marketed as an organic product at a price of \$12.00/kg, while the conventionally grown fruit reached a value of \$5.00/kg. This generated an estimated gross income of \$93,600 for the experimental system and \$25,500 for the conventional system, reflecting an economic difference of \$68,100.

It is concluded that the implementation of Good Agricultural Practices, complemented by the application of organic leachate made from crop residues, constitutes an effective strategy to increase productivity, improve the commercial quality of the fruit, and strengthen the economic profitability of organic Largo Hartón banana cultivation in the Zapoapan region of Veracruz.

Keywords: good agricultural practices, banana, cultivation, productivity, agronomic, soil science.

Contenido	
Capítulo 1. Generalidades	1
1.1 Introducción	1
1.2 Posicionamiento de la tesis	2
1.3 Planteamiento del problema	2
1.4 Objetivo general	3
1.5 Objetivos específicos	3
1.6 Justificación	4
1.6.1 Tecnológico	4
1.6.1.1 Tester digital portátil	4
1.6.1.2 Poka Yoke barrenador	4
1.6.1.3 Poka Yoke herramienta de poda	5
1.6.2 Económico	5
1.6.3 Ambiental	7
1.6.4 Cultural	7
1.6.5 Social	8
1.7 Propuesta de solución	9
Capítulo 2. Marco teórico	12
2.1 BPA Buenas Prácticas de Agricultura	12
2.2 Producción orgánica del plátano (Musa AAB, Hartón)	13
2.2.1 Definición y principios de la producción orgánica	13
2.2.2 El plátano Hartón y su manejo orgánico	13
2.2.3 Certificación y trazabilidad en la producción orgánica	14
2.2.4 Relación con la sostenibilidad y productividad	14
2.2.5 Marco teórico conceptual	14
2.3 Metodología de las Buenas Prácticas de Agricultura	14
2.3.1 Manejo del suelo y fertilización	14
2.3.2 Manejo del agua	15
2.3.3 Producción de cultivos	15
2.3.4 Protección de cultivos	15
2.3.5 Cosecha, procesamiento y almacenamiento de alimentos	16
2.3.6 Gestión de energía y residuos	16
2.3.7 Bienestar humano y salud y seguridad	16
2.4 Sostenibilidad agrícola	17
2.5 Seguridad alimentaria orgánica	17
Capítulo 3. Metodología	18
3.1 Metodología	18
3.1.1 Adaptación de la metodología a usar	18
3.1.2 Acondicionamiento	18
3.2 Etapas de la metodología	21
3.2.1 Bienestar humano, salud y seguridad (capacitación)	21
3.2.2 Manejo del suelo y fertilización (muestreo, análisis, manuales)	27
3.2.2.1 Muestreo del suelo	28
3.2.2.2 Análisis de fertilidad de suelos	32
3.2.2.3 Interpretación del análisis de fertilidad	35

Contenido	
3.2.2.4 Selección de semilla	36
3.2.2.5 Manual de operaciones	37
3.2.2.6 Siembra	40
3.2.2.7 Fertilización	43
3.2.3 Manejo del agua	50
3.2.4 Producción de cultivos	53
3.2.4.1 Cultivos controles	60
3.2.4.2 Control mensual del segundo cultivo control del registro de desarrollo vegetativo y productivo en su ciclo anual	62
3.2.4.3 Propagación de plántulas en cámara térmica en Orizaba y Zapoapan	63
3.2.4.4 Construcción de la cámara térmica en Zapoapan.....	64
3.2.4.5 Elaboración del sustrato.....	65
3.2.4.6 Preparación	66
3.2.4.7 Selección de cormo	66
3.2.4.8 Instalación de cámara térmica en Orizaba.....	73
3.2.4.9 Costo de fabricación de invernadero.....	75
3.2.4.10 Costos de producción.....	76
3.2.4.11 Cultivo de maicera en asociación o cobertura con el cultivo de plátano Hartón	77
3.2.4.12 Costo beneficio del cultivo de cobertura de la planta de ornato maicera	79
3.2.4.13 Cultivo experimental 2.....	80
3.2.4.14 Desmane	84
3.2.4.15 Embolse.....	85
3.2.5 Protección de cultivos	87
3.2.6 Gestión de energía y residuos	87
3.2.6.1 Residuos fibrosos del lixiviado	89
3.2.7 Resultados y seguimiento	90
3.2.7.1 Resultado anual del análisis de varianza ANOVA	92
3.2.7.2 Interpretación general de los resultados.....	93
3.2.7.3 Resultado anual del incremento del peso del racimo de plátano.....	94
3.2.7.4 Conclusión fina de resultados	95
3.3 RECOMENDACIONES	96
Fuente bibliográfica	97

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Zona geográfica de Zapoapan	3
Ilustración 2 Autoridad municipal.....	21
Ilustración 3 Agencia municipal	22
Ilustración 4 Reunión con los productores	22
Ilustración 5 Convenio.....	23
Ilustración 6 Fabricación de pantalla.....	23
Ilustración 7 Curso presencial grupal.....	24
Ilustración 8 Evaluación final.....	25
Ilustración 9 Cierre de cursos	25
Ilustración 10 Prácticas de taller en cultivo externo.....	27
Ilustración 11 Localización de cultivos experimentales	28
Ilustración 12 Localización de cultivos control.....	28
Ilustración 13 Muestreo en zig zag en primer cultivo experimental.....	29
Ilustración 14 Elaboración de un barrenador artesanal Poka Yoke	30
Ilustración 15 Recolección de submuestras.....	31
Ilustración 16 Tipos de muestreo de suelo	31
Ilustración 17 Muestreo en zig zag en primer cultivo control.....	31
Ilustración 18 Recolección de muestras en primer cultivo control.....	32
Ilustración 19 Proceso de análisis de fisicoquímico en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias	33
Ilustración 20 Resultados del análisis del primer cultivo experimental	34
Ilustración 21 Resultados del análisis fisicoquímico del primer cultivo control	35
Ilustración 22 Manual de operaciones	38
Ilustración 23 Manual de procedimientos	39
Ilustración 24 Logística de hijuelos de Dos Ríos Atzacan al campo experimental uno.....	40
Ilustración 25 Distribución de siembra del primer cultivo experimental	41
Ilustración 26 Practicas del taller de lixiviado en el primer cultivo control.....	44
Ilustración 27 Instalación de la biofábrica en Orizaba, Veracruz.....	45
Ilustración 28 Recolección del pseudotallo	47
Ilustración 29 Etapas del proceso de elaboración del lixiviado	48
Ilustración 30 Manantial del primer cultivo experimental.....	52

Ilustración 31 Equipo de bombeo	52
Ilustración 32 Aplicación de riego con trípode	53
Ilustración 33 Medición y registro de crecimiento vegetativo	55
Ilustración 34 Control y monitoreo del primer cultivo experimental de septiembre	56
Ilustración 35 Registro de desarrollo vegetativo del primer cultivo experimental del mes de octubre.....	57
Ilustración 36 Registro de noviembre.....	58
Ilustración 37 Monitoreo en el segundo cultivo experimental.....	60
Ilustración 38 Construcción de cámara térmica en el primer cultivo experimental	65
Ilustración 39 Preparación del sustrato orgánico	66
Ilustración 40 Distribución del sustrato orgánico en la cámara térmica.....	66
Ilustración 41 Extracción de planta madre del segundo cultivo experimental	67
Ilustración 42 Cormo madre	68
Ilustración 43 Proceso de desinfección	68
Ilustración 44 Pelado del cormo	69
Ilustración 45 Corte distribuido del cormo	69
Ilustración 46 Siembra en cámara térmica en el primer cultivo experimental.....	70
Ilustración 47 Visita de la autoridad al segundo cultivo control.....	72
Ilustración 48 Presidente José Luis Cortés y el comité de productores	73
Ilustración 49 Fabricación de la segunda cámara térmica en Orizaba.....	74
Ilustración 50 Cultivo de asociación en cámara térmica en Orizaba.....	74
Ilustración 51 Selección de cobertura en el primer cultivo experimental.....	78
Ilustración 52 Corte y sembrado de maicera en primer cultivo experimental	78
Ilustración 53 Cultivo en su desarrollo vegetativo y productivo	79
Ilustración 54 Segundo cultivo experimental.....	81
Ilustración 55 Insumo y su trazado para el embolsado.....	81
Ilustración 56 Perforado y pegado de la bolsa	82
Ilustración 57 Terminado del maquilado de la bolsa	82
Ilustración 58 Desflore en el segundo cultivo experimental.....	83
Ilustración 59 Desmane de la mano más pequeña y ubicación del dedo castigo.....	84
Ilustración 60 Desprendimiento de la bellota.....	84
Ilustración 61 Embolse del racimo.....	85

Ilustración 62 Cosecha del segundo cultivo experimental	85
Ilustración 63 Cosecha del primer cultivo control.....	86
Ilustración 64 Colocación de trampas artesanales	87
Ilustración 65 Recolección de desechos de hojas contaminadas en el primer cultivo experimental	88
Ilustración 66 Sustratos de residuos de lixiviado	89
Ilustración 67 Cosecha anual del primer cultivo experimental	94

Índice de tablas

Tabla 1 Diseño metodológico.....	18
Tabla 2 Metodología de las actividades de los objetivos	19
Tabla 3 Componentes para la elaboración de un barrenador.....	29
Tabla 4 Distribución de la siembra en el primer cultivo experimental	41
Tabla 5 Datos de los tiempos de siembra y sus costos	42
Tabla 6 Registro de cada plántula con su clave.....	42
Tabla 7 Insumos e instalación de la biofábrica.....	45
Tabla 8 Costo de insumos para la instalación de la biofábrica	46
Tabla 9 Proceso de elaboración de lixiviado	48
Tabla 10 Comparación de costo beneficio de aplicación de lixiviado vs urea y triple 17	49
Tabla 11 Datos hídricos de aplicaciones a cada planta.....	51
Tabla 12 Consumo hídrico	52
Tabla 13 Registro de lixiviado en primer cultivo experimental	54
Tabla 14 Registro de aplicación de lixiviado en primer cultivo experimental	55
Tabla 15 Registro de aplicación de lixiviado en primer cultivo experimental	56
Tabla 16 Registro de aplicación de lixiviado en primer cultivo experimental	57
Tabla 17 Registro de aplicación de lixiviado en primer cultivo experimental	58
Tabla 18 Registro de aplicación de lixiviado en primer cultivo experimental	58
Tabla 19 Registro del desarrollo vegetativo y productivo del segundo cultivo experimental	59
Tabla 20 Registro del desarrollo vegetativo y productivo del primer cultivo control	60
Tabla 21 Registro del desarrollo vegetativo y productivo del segundo cultivo control	62
Tabla 22 Insumos para la fabricación de una cámara térmica en Zapoapan.....	63
Tabla 23 Costo beneficio de semillas compradas vs producidas	70
Tabla 24 Monitoreo y control en cámara térmica.....	71
Tabla 25 Insumos y suministros para la fabricación de la cámara térmica en Orizaba	74
Tabla 26 Costos de fabricación de cámara térmica de Zapoapan.....	76
Tabla 27 Inversión de cultivo de maicera.....	79
Tabla 28 Formulación en interpretación de hipótesis estadísticas de las variables evaluadas.....	90
Tabla 29 Resultados estadísticos ANOVA de BPA + Lixiviado.....	91
Tabla 30 Estadísticos descriptivos de variables de interés.....	91

Tabla 31 Comparación porcentual de variables de interés.....	92
Tabla 32 Intervalos de confianza (95%) e variables de interés	92
Tabla 33 Resultado anual del análisis de varianza ANOVA, cultivo experimental vs cultivo control.....	93
Tabla 34 Comparación productiva y económica de la cosecha final	94

Índice de gráficas

Gráfica 1 Resultados de examen diagnóstico y final.....	26
Gráfica 2 Costos de lixiviados vs agroquímicos.....	50
Gráfica 3 Costos de propagación de plántulas en 1/5 ha.....	71
Gráfica 4 Costo de instalación de cámara térmica	75
Gráfica 5 Costo beneficio de cobertura de cultivo	79
Gráfica 6 Indicador de productividad del segundo cultivo experimental vs primer cultivo control.....	86

Capítulo 1. Generalidades

1.1 Introducción

Según Willer, Travnicek, & Schlatter, (2021) 187 países practican la agricultura orgánica, abarcando 72.3 millones de hectáreas y empleando aproximadamente 3.1 millones de agricultores. En los últimos 25 años, la demanda de banano orgánico certificado en mercados internacionales ha aumentado exponencialmente, alcanzando los 57 millones de cajas en 2016. Esto representa el 8% de las exportaciones totales de banano de América Latina, consolidándose como un sector relevante en la industria agrícola global (Kerma & Drenth, 2018).

En México, Chiapas es el principal productor nacional, con 686 mil toneladas (28.1 %) del total del cultivo nacional. Por otro lado, Tabasco tuvo el segundo lugar como productor nacional (24.9%) y en tercer lugar Veracruz con 315 mil toneladas (12.9%) de producción nacional. Vázquez (2024).

Actualmente los cultivos orgánicos de plátano de la región Zapoapan, Veracruz, presentan una baja productividad. El peso actual de sus racimos es en promedio de entre 15 y 17 kilogramos (kg) por racimo, este deficiente peso se debe a diversos factores. Entre estos pueden ser el desconocimiento de las prácticas y metodologías actuales, el cambio climático, el uso excesivo de agroquímicos, entre otros.

Los cultivos orgánicos de plátano de la variedad Hartón largo se cultivan con la finalidad de abastecer algunos mercados y cubrir las necesidades alimenticias del consumidor. Por otro lado, las Buenas Prácticas de Agricultura (BPA) se diseñaron con algunas finalidades como pueden ser; programar y controlar los procesos, conocer y monitorear la trazabilidad, supervisar y tomar acciones sobre el desarrollo de los cultivos de hortalizas y frutos. De este modo las BPA son recomendaciones y normas, en este sentido pueden ayudar a cerrar brechas de productividad de esta región. El aplicar técnicas adecuadas en un cultivo que ha prevalecido con prácticas ancestrales puede ser una opción para aumentar la producción de los racimos.

Las BPA son particularmente importantes en la industria del banano, no solo para la sostenibilidad de la producción y reducción del impacto ambiental, sino también para asegurar que las actividades de cosecha, empaque y transporte se lleven a cabo en condiciones higiénicas y seguras para ofrecer una fruta inocua y de buena calidad a los consumidores. FAO, (2025). En este sentido, las BPA son una guía importante para una eficiente y efectiva cosecha para el cultivo de plátano.

Para resultados de mejora, la metodología de las BPA está constituida por cuatro etapas, a su vez estas se ramifican en siete pasos, mismos que se tomaron de estudios de caso de éxito de otros países.

Por ello, la aplicación de las BPA en estos cultivos permitió que esta investigación llevara a cabo el cumplimiento de su objetivo general que fue incrementar la productividad de los racimos de plátano largo en esta zona, asimismo, los objetivos específicos, que fueron:

diagnóstico del suelo, recopilación de antecedentes de producción de los cultivos, elaboración de herramientas Poka Yoke (para muestreo de suelo y poda), diseño e impartición de cursos virtuales de BPA en modalidad presencial y de talleres en campo, aplicación de dos pruebas experimentales y dos control en campo en diferentes parcelas para implementar las BPA durante el proceso vegetativo y reproductivo, y finalmente, los resultados al comité de Zapoapan y académico.

La aplicación de esta metodología aportó mejores resultados en los siguientes aspectos: un mayor peso en los racimos, regeneración de los suelos, mejores competencias en los productores, mayor uso de biofertilizantes, reducción de la presencia de plagas, así como una economía más estable.

Se dejan las recomendaciones necesarias, las cuales se espera puedan continuar con la apertura de otros proyectos habilitados en esta investigación.

1.2 Posicionamiento de la tesis

El presente proyecto se desarrolla en la línea de investigación administración de los sistemas de producción, y dentro de la sección del Pronace a la soberanía alimentaria, el cual es *“Incidir en la conformación de sujetos sociales capaces de generar nichos de transformación alimentaria bajo un sistema de prácticas”* CONAHCYT, Programas Nacionales Estratégicos, (2025). SECIHTI, (2025).

1.3 Planteamiento del problema

Uno de los principales desafíos que enfrenta la producción bananera a nivel global es el incremento sostenido de los costos de producción. A ello se suma la intensa competencia entre los actores del comercio internacional y las grandes cadenas minoristas, cuya influencia tiende a ejercer una presión descendente sobre los precios del mercado. FAO, (2025).

La producción bananera en México enfrenta problemáticas técnicas, meteorológicas, financieras y sociales, siendo las plagas y enfermedades las principales limitantes del rendimiento y la calidad del fruto.

Actualmente los cultivos orgánicos y convencionales de plátano de la región Zapoapan, Veracruz, presentan una baja productividad. Teniendo antecedentes productivos promedio de entre 15 y

17 kilogramos por racimo. Además, se observó que en 25 cultivos, donde 15 de ellos tienen presencia de plagas, como la sigatoka amarilla, sigatoka negra, el picudo negro, artrópodos, pudrición, inadecuada distribución de plantas, falta de poda y acumulación de desechos orgánicos en los suelos. Finalmente, en porcentaje, esto representa un promedio global de 62.5%, y por cada cultivo un 30% de afectación.

De continuar así, se puede perder este tipo de cultivo, lo que repercutiría en lo siguiente; perder inestabilidad económica, abandono de los hijos a la educación, migración a otras fuentes de empleo, desintegración de las familias, migración a otro país, aumento a la delincuencia. Culminando en una posible crisis económica comunitaria.

Capítulo 1. Generalidades

La región de Zapopan tiene una población mayor a los 3000 habitantes, y se caracteriza por sus prácticas ancestrales, así como, su actividad económica agrícola, misma que se enfoca en el cultivo de plátano orgánico y convencional.

Como lo muestra la ilustración 1.



Ilustración 1 Zona geográfica de Zapopan

Fuente: <https://www.google.com/maps>

1.4 Objetivo general

Incrementar la producción del cultivo de plátano orgánico Hartón en Zapopan, Veracruz, México a través del uso de las BPA.

1.5 Objetivos específicos

- Diseñar e impartir las BPA en modalidad de cursos en una sala de capacitación, y en modalidad de talleres las prácticas en el campo.
- Elaborar manuales, seleccionar el terreno, diagnosticar el suelo, muestrear en zigzag y analizar la fertilidad de un cultivo experimental y un cultivo control, basado en la NOM 021.
- Instalar una biofábrica de lixiviados de pseudotallo y dos cámaras térmicas de propagación de plántulas.
- Realizar 2 pruebas experimentales, una en el primer campo experimental aplicando BPA y otra en campo control sin BPA durante su desarrollo vegetativo y productivo.
- Presentar los resultados al comité de productores y académico.

1.6 Justificación

El cultivo de plátano Largo Hartón representa una actividad agrícola de gran importancia económica para los productores de la región de Zapoapan, Veracruz. Sin embargo, hasta la fecha no existen antecedentes documentados de investigaciones científicas e intervención gubernamental que evalúen este cultivo bajo las condiciones particulares de la zona, lo que evidencia un escaso conocimiento agronómico. En este contexto, la presente investigación busca generar información científica mediante la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) integradas a los principios de los sistemas de gestión de calidad (SGC), con el propósito de; evaluar su efecto sobre la productividad del cultivo a través del peso de los racimos. En este sentido, los resultados se espera contribuyan al fortalecimiento de las capacidades productivas locales, proporcionando evidencia que apoye la toma de decisiones, la transferencia de tecnología y el desarrollo de estrategias orientadas a una producción; eficiente, sostenible y competitiva.

De acuerdo con Aguilea, (2019) “las BPA son un conjunto de principios, prácticas y normativas diseñadas para garantizar la seguridad alimentaria, la protección ambiental y la mejora de las condiciones laborales y la producción”.

Se cree que la aplicación de las BPA cerrará la brecha a la problemática en esta región. Asimismo, que este proyecto aporte a los agricultores una mejor percepción de las BPA y por ende, mejore sus cultivos, además de fortalecer la biodiversidad, la soberanía alimentaria y el encause a una agricultura regenerativa.

1.6.1 Tecnológico

Existe un área de los cultivos que se encuentran en caminos poco accesibles, ubicados en laderas, donde se podría implementar el uso de drones, esto sería muy útil para identificar con más eficiencia la presencia de plagas en las hojas.

Particularmente en Latinoamérica, desde 2014 se ha evidenciado un auge en su utilización motivado por la necesidad de documentar y reportar impactos territoriales para mejorar la defensa de las comunidades, y por la ausencia de un mapeo detallado, preciso y actualizado para la toma de decisiones informadas. Paneque, Vargas, Napoletano, & Cummings, (2017).

Por otro lado, existen otros dispositivos electrónicos que sirven para muestreo de suelos que pueden agilizar la obtención de registros edafológicos.

1.6.1.1 Tester digital portátil

Estos dispositivos proporcionan análisis fisicoquímicos en tiempo real y permiten tomar decisiones importantes en el desarrollo vegetativo y productivo de este cultivo. Existen también otras herramientas tecnológicas mecánicas que pueden usarse como son:

1.6.1.2 Poka Yoke barrenador

Se elaboran bajo la técnica Poka Yoke (a prueba de errores), herramienta que se puede elaborar de forma artesanal, y que es esencial como barrenador para la recolección de muestras y sub muestras en la parcelas.

Los productores pueden aprovechar la tecnología, por ello, el desarrollo de nuevas herramientas pueden agilizar y facilitar las tareas de los productores en sus cultivos, tal es el caso del levantamiento de análisis de muestreo de suelos, que normalmente se realiza cavando hoyos, esto aplaza los tiempos de la jornada laboral de los productores, en este sentido, se puede fabricar un barrenador elaborado con herramientas de corte que facilitará la toma de las muestras en los suelos, además, esta herramienta se elabora con un insumo resistente (acero inoxidable) para que en lo postrero su vida útil sea prolongada, contribuyendo a su sostenibilidad y reduciendo su obsolescencia programada.

La obsolescencia programada ocurre cuando un producto se diseña con una duración limitada desde su fabricación, de modo que llegue a un punto en que falle de manera intencional y requiera reparación o remplazo Repsol, (2025).

1.6.1.3 Poka Yoke herramienta de poda

También se puede elaborar una herramienta de depósito de solución inocua, elaborada de PVC, con ranura en la parte superior, donde el productor puede con mayor facilidad sacar y meter su herramienta (machete), el depósito está diseñado para preparar una solución inocua (agua 99% y yodo agrícola al 1%), el productor sumerge el machete en el depósito cilíndrico. Respecto a su función, es para usar el machete desinfectado y realizar los cortes necesarios sumergiendo la herramienta cada vez que cambie de planta, con la finalidad de evitar una contaminación cruzada entre cada planta, además esta actividad reduce tiempos de ocio. Respecto a la elaboración de esta herramienta, tiene componentes resistentes a condiciones extremas de impacto y climáticas, esto permite que tenga un periodo de vida alto, lo que se puede ver como un instrumento de innovación sostenible.

Por otro lado, el uso adecuado en los dispositivos tecnológicos para la transferencia del conocimiento fueron: los proyectores, los formatos en Power Point (PPT) y micrófono, que permitieron a los productores visualizar los temas de forma interactiva. De acuerdo con Sallinas, (2021), el éxito de un plan de formación efectivo radica en estructurar contenidos enfocados al

contexto laboral, usando metodologías activas en entornos digitales de aprendizaje, lo que genera la adquisición de conocimientos técnicos. Así, la capacitación no solo transfiere habilidades, sino que construye capacidades sostenibles en el tiempo.

1.6.2 Económico

Según Willer, Travnicsek, & Schlatter, (2021) 187 países practican la agricultura orgánica, abarcando 72.3 millones de hectáreas y empleando aproximadamente 3.1 millones de agricultores. En los últimos 25 años, la demanda de banano orgánico certificado en mercados internacionales ha aumentado exponencialmente, alcanzando los 57 millones de cajas en 2016. Esto representa el 8% de las exportaciones totales de banano de América Latina, consolidándose como un sector relevante en la industria agrícola global (Kerma & Drenth, 2018).

Capítulo 1. Generalidades

En México, Chiapas es el principal productor nacional, con 686 mil toneladas (28.1 %) del total del cultivo nacional. Por otro lado, Tabasco tuvo el segundo lugar como productor nacional (24.9%) y en tercer lugar Veracruz con 315 mil toneladas (12.9%) de producción nacional. Vázquez (2024).

Dentro de sus ingresos económicos, los productores en la venta del racimo de plátano lo comercializan a sus intermediarios con un precio de 5 a 7 pesos el kilo de la variedad del plátano largo, actualmente los registros indican que tuvieron una producción de 15 kilos por racimo en cada planta respecto del año 2024. Por otro lado, considerando que la cosecha es anual, sus ingresos dependen en gran medida de la cantidad de plantas sembradas, así como del peso del racimo.

Menciona Maxwell, (2024) la asociación de comercio orgánico (OTA) con matriz en Washington

D.C. revela que las bananas orgánicas mostraron un mayor crecimiento en ventas y volumen en 2023 que las bananas convencionales, y el recuento en dólares de la fruta vendida en EE.UU. en 2023 incremento un 4.3% respecto al año anterior a \$423 millones. Como pionero en las importaciones de banano orgánico de México desde mediados de la década de 1970, con sede en San Diego, California “Orgánicos Ilimitados” tiene una respaldada experiencia en el mercado y sólidos motivos para el optimismo, según su directora general, Daniella Velázquez de León. Uno de los aspectos más importantes dentro de esta investigación, sin duda es la parte económica, la productividad de los cultivos de los productores se pretende abone monetariamente para cubrir sus necesidades económicas, por ello si hablamos del posible aumento del peso de un racimo de cada planta, será necesario aplicar las BPA que es una metodología práctica y rentable. Por consiguiente el productor podría tener un mejor desarrollo agrícola, la expansión agropecuaria debe darse de forma consciente y la economía debe ser un

regulador para que toda la comunidad prospere sin desfase, es decir un crecimiento económico

a la par, de esta manera los productores podrán con facilidad cubrir otras necesidades que alberguen dentro de sus propósitos.

La activación económica a través de la productividad se puede mantener por periodos prolongados, es menester mencionar que el flujo financiero es un cimiento que buscan los productores de Zapoapan. La inversión adecuada de sus recursos prolongará el poder adquisitivo en cada familia. Y esto puede abarcar el aumento de fuentes de empleo, asimismo del PIB y la posible incidencia delictiva.

1.6.3 Ambiental

Los cultivos orgánicos de Zapoapan son manejados con base a una cultura agrícola ancestral y convencional. El presente trabajo enfoca el uso de prácticas de las BPA dentro de un sistema orgánico, esto permite que los suelos puedan ser sostenibles, asimismo, la asociación de cultivos es viable en este sistema, y podría reducir la presencia de plagas, además de fortalecer los suelos y la diversidad de los ecosistemas, esto promueve también una agricultura regenerativa. Cabe mencionar que la asociación de cultivo, es un método que se puede usar en aras de reforzar los nutrientes de los suelos y trabajar en simbiosis con otros cultivos dentro de la misma parcela. En consecuencia, y de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) el objetivo número 12 indica que es crucial que apoyen un cambio hacia las prácticas sostenibles y desvinculen el crecimiento económico del uso de los recursos.

En este sentido, ofrece un modelo para ser amigable con el medio ambiente ayudando a reducir la huella de carbono, también reducir el uso de agroquímicos sintéticos que es parte medular de esta investigación. Además este proyecto cumple con uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS). El número 13, que propone medidas inmediatas para evitar consecuencias catastróficas y garantizar un futuro sostenible a las generaciones futuras.

Reducir el uso de la aplicación de fertilizantes sintéticos contribuye a la sostenibilidad edafológica. Los cultivos asociados consisten en la utilización simultánea del terreno con dos o más especies vegetales de interés agronómico, con el objetivo de que se beneficien entre sí. A esta relación se le da el nombre de simbiosis. Los beneficios están representados en la mejora en absorción de nutrientes, aumento de productividad, ayuda en el control de plagas y enfermedades, SADER, (2023).

1.6.4 Cultural

Los cultivos de plátano se pueden considerar un recurso de agricultura renovable si se aplican las prácticas necesarias sostenibles, de este modo se puede ver que los ancestros han cultivado por generaciones y ha prevalecido en las familias como una costumbre que se aferra a un arraigo cultural.

“Desde los primeros tiempos del dominio colonial español y portugués hasta finales del siglo XIX, el cultivo del banano en América era realizado principalmente por pequeños agricultores” Coleman, (2020).

Los agricultores de la región de Zapoapan se han dedicado al cultivo de plátano orgánico de forma artesanal. Es decir, que su técnica agrícola está basada en una tradición, transmitida de generación en generación.

“Estas prácticas no solo preservan el conocimiento ancestral, sino que también responden a la creciente demanda de productos orgánicos en mercados nacionales e internacionales, posicionando a México como uno de los principales productores de alimentos orgánicos a nivel mundial”. (www.gob.mx, s.f.).

Capítulo 1. Generalidades

De acuerdo con el Diario Oficial, (2025) su objetivo general es: Aportar al bienestar de las personas sujetas de derecho que se encuentran en localidades con Rezago Social, mediante la producción de 2.5 hectáreas cultivadas con Sistemas Agroforestales y/o Milpa Intercalada entre Árboles Frutales, para cubrir sus necesidades alimenticias básicas.

En este sentido, implementar las prácticas actuales agrícolas junto a las técnicas ancestrales puede traer un gran aporte al desarrollo productivo, el fortalecimiento de una cultura agrícola es muy importante porque permitirá que en esta región las adopte como un estilo de vida.

Por ello, es importante difundir las BPA y que los agricultores tengan acceso a estas prácticas, mismas que se pueden impartir a través de las diferentes modalidades como son; cursos, talleres, conferencias, pláticas, seminarios, entre otros. Así lo describe Carrillo, (2015) “la capacitación tiene como fin motivar al recurso humano para que se sienta en un ambiente laboral idóneo y de esta manera pueda desarrollar su capacidad creativa y productiva”.

1.6.5 Social

Esta investigación pretende cerrar la brecha de conocimiento de prácticas agrícolas en los productores, a través de cursos y talleres, mismos que permitirán a los productores obtener las habilidades y competencias agrícolas pertinentes, además que esta transferencia les permitirá socialmente integrarse como unidad de trabajo en equipo, de esta manera la difusión de estas temáticas podría alentar a que otros productores pretendan pertenecer a este grupo.

Según Santos et al., (2021), un enfoque efectivo en la elaboración de cursos debe considerar la identificación de brechas de conocimiento, la selección de contenidos relevantes de acuerdo al nivel de competencias virtuales y la incorporación de metodologías activas.

La agrupación de una sociedad es muy importante para esta comunidad, de ella pueden surgir no solo el progreso productivo de sus cultivos, sino también la convivencia entre productores, lo que puede facilitar las gestiones de diferenciación de personalidades y propósitos. Las relaciones

son muy importantes debido a que fortalecen alianzas, y generan prosperidad en los diferentes ámbitos dentro de una sociedad. La investigación tiene también un enfoque social, visionariamente la comunidad podría relacionarse con miras a una mejor relación interpersonal y grupal. De esta forma, existe la posibilidad de una participación en equipo que genere una mejor productividad. Esto puede alentar a un grupo de productores desde un aspecto más organizacional.

Respecto a la productividad del plátano a nivel nacional, Según Tepetlan et al., (2017) “En México se cultivan diferentes variedades de bananos y plátano en 15 estados, siendo Veracruz el tercer lugar en producción de banano”.

1.7 Propuesta de solución

Se pretende que al aplicar BPA mejore la productividad en los cultivos y también se reduzca la presencia de plagas bajo un Manejo Integral de Plagas MIP. Este proyecto se enfoca al uso de metodologías basadas en los Sistemas de Gestión de calidad (SGC), bajo la aplicación de fertilizante orgánico y la rotación de cultivos. Las BPA garantizan sostenibilidad, reducen el uso de productos químicos y mejoran la salud de los agrosistemas, aumentando la productividad. **Diseño metodológico**

La presente investigación se sustenta bajo una metodológica que cumple los objetivos del proyecto, las cuales son referidas como recomendaciones de las BPA. Mismas que están posicionadas en la etapa del “marco teórico”. Estas recomendaciones se ajustan a los criterios de la investigación y se pretende tengan el efecto esperado.

Comparación inicial

A continuación se mencionan algunos proyectos de investigación, los cuales están relacionados con esta investigación.

El pseudotallo del plátano es la estructura similar a un tronco que se forma por la superposición de las vainas de las hojas del plátano macho; una vez realizada la cosecha, este material puede reutilizarse para la elaboración de lixiviados. El lixiviado de pseudotallo es un fertilizante líquido rico en nutrientes, obtenido mediante la fermentación de residuos orgánicos provenientes del pseudotallo. Su aplicación permite reincorporar nutrientes al suelo de forma económica, estimula el desarrollo radicular y promueve la actividad microbiana beneficiosa Ramos, et al. (2025).

En el artículo de investigación *Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero* (Ramos Agüero, y otros, 2016) mencionan que, una alternativa para reducir las dosis de fertilizantes químicos en los cultivos es el uso de abonos orgánicos, como el Compost, los Biosólidos o el Bocashi, en

particular, mejora las propiedades físicas del suelo, incrementa su microbiota y aporta nutrientes esenciales. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto combinado del abono orgánico tipo Bocashi y fertilizante mineral en la etapa de vivero del plátano variedad Cuerno Rosado. El estudio se llevó a cabo en Bocas del Toro, Panamá, entre octubre y diciembre de 2011, mediante un diseño en bloques al azar con seis tratamientos. Los resultados indicaron que el uso de una mezcla de 50:50 de suelo y Bocashi, complementada con 1,5 g de fosfato diamónico (DAP) por bolsa, favorece el crecimiento de las plantas, logrando adelantar la producción de plántulas en siete días respecto al tratamiento convencional, y obteniendo resultados similares en variables como altura, diámetro del pseudotallo y número de hojas.

Otro artículo de investigación aporta el tema de “*Análisis de los beneficios económicos y ambientales: Producción de banano Orgánico*” mencionan (Quevedo Carranza, Prado Carpio, Valerozo Macías, & Renteria Minuche, 2024) la producción de banano en Ecuador ha sido históricamente una de las actividades agrícolas más relevantes, posicionando al país entre los principales productores y exportadores a nivel mundial. Aunque la mayor parte de esta producción se realiza bajo esquemas convencionales, un número reducido de agricultores ha optado por sistemas orgánicos. En el contexto actual de transformaciones globales, tanto los productores como los consumidores muestran un creciente interés por alternativas más sostenibles, que ofrezcan productos libres de químicos, de mayor calidad y con beneficios para la salud y el medio ambiente. La producción orgánica en Ecuador representa aproximadamente el 9% del total y constituye una fuente importante de ingresos para muchas familias, generando empleo, divisas y contribuyendo al Producto Interno Bruto (PIB). Esta investigación, de carácter descriptivo y explicativo, se llevó a cabo mediante revisión documental, con el objetivo de analizar los beneficios económicos y ambientales asociados a la producción de banano orgánico en el país.

Además en el artículo de investigación denominado “*Logros de los sistemas de cultivos intercalado basados en banano (Musa sp.) En la mejora de la sostenibilidad de los cultivos*” (Leonel, y otros, 2024) afirman que, la búsqueda constante de prácticas agrícolas sostenibles es fundamental para lograr una adopción más amplia por parte de los productores, especialmente considerando desafíos como la seguridad alimentaria, la eficiencia en el uso del suelo y el cambio climático. En este contexto, el cultivo intercalado, que consiste en el establecimiento simultáneo de dos o más especies en un mismo terreno, representa una alternativa viable para incrementar la diversidad en el agro ecosistema. No obstante, para que este sistema sea adoptado de manera generalizada, es necesario demostrar de forma clara sus ventajas tanto en términos de productividad como de rentabilidad frente al monocultivo.

Asimismo, en el artículo “*Alternativas Nutricionales Eficientes en Banano Orgánico en la Provincia El Oro, Ecuador*” argumentan (Valverde Fonseca, García Batista, Moreno Herrea, & Socorro Castro, 2019) la incorporación de alternativas nutricionales en plantaciones bananeras representa una prioridad productiva, social, y ambiental, especialmente en el contexto de la agricultura orgánica, que limita el uso de fertilizantes químicos. El cultivo convencional del banano depende de altas dosis de nitrógeno y potasio, lo que impulsa la búsqueda de métodos más sostenibles. La producción orgánica implica cambios tecnológicos y un aumento en los costos, por lo que es fundamental implementar estrategias que mantengan la nutrición del cultivo y aseguren una buena calidad del producto. En este marco, los objetivos son identificar fuentes de residuos orgánicos como alternativas nutricionales y describir opciones de fertilización orgánica adecuadas para este tipo de producción.

En consecuencia, en el artículo *“Evaluación de la sostenibilidad en el cultivo de plátano, Caribe Sur, Costa Rica”* asumen (Sánchez Brenes & Arboleda Julio, 2021) esta investigación se desarrolló en el Caribe Sur de Costa Rica, distritos de Bratsi y Sixaola, pertenecientes al cantón de Talamanca. Esta región cuenta con una precipitación de 2387 mm anuales y una temperatura promedio de 26.5 °c. Se estudiaron dos sistemas productivos tradicionales y dos convencionales, con una extensión de 2500 m², cada uno. Se aplicó SAFA, herramienta holística para medir sostenibilidad en sistemas de producción agrícolas mediante 41 indicadores de integridad ambiental, resiliencia económica y bienestar social.

Por otro lado, menciona (Landini, 2022) *“Formación de extensionistas rurales latinoamericanos a partir de procesos de mentoría”* la extensión rural es una actividad compleja que lleva a los extensionistas a buscar diversos medios de aprendizaje, más allá de la formación académica tradicional en la que suelen centrarse los investigadores. Este artículo analiza cómo los extensionistas rurales aprenden mediante procesos de mentoría e interacción con colegas más experimentados. Se llevaron a cabo 68 entrevistas individuales y 18 grupales en seis países de América Latina. Las prácticas de mentoría observadas son variadas e informales, sin institucionalización en los casos estudiados. Este aprendizaje incluye la observación de mentores en el campo, orientación práctica, ensayo del nuevo rol y retroalimentación constante. Se destaca la necesidad de reconocer estas dinámicas y promover programas formales de mentoría desde las instituciones.

Finalmente, otra investigación mencionada como *“Casos exitosos en Buenas Prácticas Agrícolas en el desarrollo territorial de Manabí”* aludida por (Andrade Naveda & Cedeño Menéndez, 2025) expresan que, las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) constituyen un conjunto de principios y técnicas que promueven el uso eficiente y responsable de los recursos en el sector agrícola, con

un enfoque en la sostenibilidad y la seguridad. Además buscan un uso eficiente y responsable de los recursos en la agricultura, priorizando la sostenibilidad y la seguridad. Este estudio analiza cómo se implementan las BPA en proyectos agrícolas impulsados por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Manabí, utilizando un enfoque cualitativo con análisis descriptivo y exploratorio. La información se obtuvo mediante revisión documental y bibliográfica. Los resultados muestran que los proyectos promueven activamente las BPA y proponen mejoras en los procesos vinculados a la seguridad alimentaria, generando beneficios directos en las comunidades participantes pasar al marco teórico

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 BPA Buenas Prácticas de Agricultura

Los principios de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) fueron introducidos por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) en la guía para la industria de 1998 para minimizar los riesgos microbianos en la inocuidad de los alimentos para frutas y verduras frescas (FDA 1998). (Jaysankar De et al., 2024).

Jaysankar De et al., (2024). Food Safety on the Farm: Good Agricultural Practices and Good Handling Practices an Overview. *Askifas* <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FS135>

En términos generales, las BPA integran aspectos de manejo del suelo, fertilización, control de plagas, higiene en la cosecha y pos cosecha, trazabilidad y bienestar de los productores. Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), también mencionadas como Good Agricultural Practices (GAP), edifican un conjunto de principios y recomendaciones técnicas que buscan asegurar la producción de alimentos inocuos, de alta calidad y ambientalmente sostenibles. Estas prácticas consideran la salud de los consumidores, la protección del medio ambiente, la seguridad de los trabajadores y la sostenibilidad productiva del cultivo. FAO, Good Agricultural Practices (GAP) in a easy way, (2023).

El proceso que va desde la producción hasta el consumo de alimentos implica diversas etapas; como la siembra, cultivo, cosecha, transporte, empaque, almacenamiento y distribución. En las cuales los productos están expuestos a distintos manejos y al contacto con equipos o materiales que pueden representar riesgos de contaminación o deterioro. Para reducir estos riesgos, se establecen las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) (Buenas prácticas agrícolas en pro de la agricultura y el medio ambiente, 2022). Estas prácticas se sustentan en cuatro principios fundamentales: viabilidad económica, sostenibilidad ambiental, aceptabilidad social y seguridad y calidad alimentaria. Tal como lo describe la FAO, estos pilares permiten a los agricultores ofrecer productos seguros y de calidad, mantener su competitividad y responder adecuadamente a las exigencias del mercado (Buenas prácticas agrícolas (BPA), 2024).

El marco actual de BPA abarca las buenas prácticas agrícolas para la inocuidad alimentaria, la seguridad ambiental, la calidad de la producción y la salud de los trabajadores. FAO, (2023).

La implementación de las BPA surge como respuesta a los desafíos de la agricultura moderna, caracterizada por la degradación de los suelos, la contaminación del agua y el uso excesivo de agroquímicos. Estas prácticas promueven un manejo racional del suelo del agua, el control biológico de las plagas, la reducción del uso de agroquímicos, la adecuada gestión de residuos agrícolas y la mejora continua de los procesos productivos. Según SENASICA, (2022) su adopción permite garantizar la trazabilidad del producto, mejorar la competitividad del productor y contribuir al desarrollo sustentable del sector agrícola.

En el ámbito de la producción orgánica del plátano, las BPA adquieren especial relevancia, ya que la calidad del fruto y la sustentabilidad del sistema dependen directamente del manejo responsable de los recursos naturales. Aplicar BPA en cultivos como el plátano Hartón (Musa AAB) implica prácticas como la preparación adecuada del terreno, el uso de semillas o hijuelos sanos, la fertilización orgánica con bioinsumos locales (como bocashi o lixiviados), el control natural de plagas y enfermedades, y la protección de las fuentes de agua cercanas. Estas acciones no solo mejoran el rendimiento del cultivo, sino que también regeneran la fertilidad del suelo y fortalecen la resiliencia del agro ecosistema tropical. Altieri, (2022).

2.2 Producción orgánica del plátano (Musa AAB, Hartón)

2.2.1 Definición y principios de la producción orgánica

La producción orgánica es un sistema de manejo agrícola que busca mejorar los procesos naturales de crecimiento y desarrollo de las plantas, evitando el uso de agroquímicos sintéticos, fertilizantes inorgánicos y pesticidas de síntesis química. Su enfoque se centra en preservar la fertilidad del suelo, proteger la biodiversidad y garantizar alimentos sanos y sostenibles Buenas Prácticas Agrícolas, (2023).

IFOAM – Organics International. (2008). *Sistemas Participativos de Garantía: Compartiendo un paradigma común*. Bonn: IFOAM. En este sentido, la producción orgánica combina prácticas agroecológicas y técnicas de manejo sostenible, promoviendo la salud del ecosistema y la resiliencia de los cultivos frente a plagas, enfermedades y cambios climáticos. Entre los principales destacan: reciclaje de nutrientes, uso eficiente de agua, mantenimiento de la biodiversidad, protección de los suelos y el entorno natural, además la documentación de las prácticas agrícolas para asegurar trazabilidad y certificación Altieri, (2018).

2.2.2 El plátano Hartón y su manejo orgánico

El plátano Hartón (AAB) es una variedad de alto valor comercial en la región tropical y subtropical de México, caracterizada por tallos robustos, racimos de buen tamaño y fruta de alta calidad. Su cultivo requiere un manejo cuidadoso, especialmente cuando se producen de forma orgánica, ya que las prácticas convencionales intensivas no son compatibles con la filosofía agroecológica.

En la producción orgánica de plátano, los agricultores implementan prácticas como:

- a) Selección de material vegetal sano: Uso de hijuelos o semillas certificadas libres de enfermedades y plagas.
- b) Fertilización orgánica: Aplicación de compost, lixiviados, bocashi y otros bioinsumos elaborados a partir de residuos vegetales y subproductos de cosechas anteriores.
- c) Control biológico y manejo integrado de plagas (MIP): Uso de enemigos naturales de plagas, trampas y manejo cultural, evitando pesticidas químicos.

d) Manejo del suelo y conservación del agua: Técnicas de cobertura vegetal, acolchado y control de erosión, para mantener la humedad y la fertilidad del terreno.

Estas prácticas se alinean con las BPA y garantizan que el cultivo mantenga una producción estable, alta calidad de fruta y respeto al medio ambiente Pérez & López, (2020).

2.2.3 Certificación y trazabilidad en la producción orgánica

La producción orgánica requiere cumplir normas de certificación nacional e internacional, que aseguren la autenticidad del producto y su procedencia sostenible. Para pequeños productores rurales. Los sistemas participativos de garantía (SPG) se presentan como una alternativa viable, basada en la transparencia, la participación comunitaria y el control social, permitiendo documentar todas las prácticas aplicadas desde la siembra hasta la cosecha. IFOAM, (2008).

La trazabilidad en este contexto incluye el registro de origen de los hijuelos, preparación y aplicación de bioinsumos, fechas de fertilización, control de plagas y cosecha, lo que asegura que el producto final cumpla con los estándares orgánicos y las expectativas de los consumidores conscientes del cuidado ambiental Buenas Prácticas, (2023).

2.2.4 Relación con la sostenibilidad y productividad

La producción orgánica de plátano integra prácticas que favorecen la productividad sostenible entendida como la capacidad de obtener rendimientos estables sin degradar los recursos naturales. Según Altieri, (2018) los sistemas agroecológicos basados en principios orgánicos permiten mejorar el uso de nutrientes, conservar la estructura del suelo, aumentar la biodiversidad y reducir pérdidas por plagas o enfermedades. De esta manera, la productividad se concibe no solo en términos de cantidad de fruto, sino también de eficiencia, calidad y sostenibilidad del sistema productivo.

2.2.5 Marco teórico conceptual

Desde el punto de vista teórico, la producción orgánica se sustenta en la agroecología y el enfoque de capital natural, que consideran al suelo, el agua y la biodiversidad como recursos que deben ser gestionados de forma responsable para garantizar la producción futura Costanza, et al, (1997). Así, el manejo orgánico del plátano Hartón se convierte en un ejemplo de sistema agrícola sustentable, donde las BPA, la trazabilidad y la regeneración del suelo actúan de manera integrada para mantener la productividad y la calidad de los alimentos.

2.3 Metodología de las Buenas Prácticas de Agricultura

2.3.1 Manejo del suelo y fertilización

- Implementar la rotación de cultivos y otras prácticas de uso del suelo para conservar la materia orgánica del suelo.
- Cultivo de cobertura para evitar la erosión. Establecer un cultivo de cobertura permanente siempre que sea posible.

- Definir el tiempo, la cantidad y el método de aplicación apropiado para fertilizantes orgánicos y mineral.

2.3.2 Manejo del agua

- Manejar el suelo y el agua en el suelo ajustando el drenaje y la infiltración.
- Mejorar la estructura y aumentar la materia orgánica del suelo.
- Evitar la contaminación de los recursos hídricos con insumos de producción orgánicos o inorgánicos.
- Monitorear el estado de los cultivos y del agua en el suelo y programar el riego de forma correspondiente.
- Adoptar prácticas de ahorro y reciclaje del agua.

2.3.3 Producción de cultivos

- Seleccionar las variedades en función de sus factores productivos y nutricionales, así como su respuesta a los fertilizantes y pesticidas.
- Aplicar fertilizantes orgánicos e inorgánicos, con un manejo, equipos e intervalos adecuados para reemplazar los nutrientes perdidos durante la cosecha o la producción.
- Reciclar los cultivos y los residuos orgánicos para estabiliza los nutrientes del suelo.
- Cumplir con los reglamentos y normas de seguridad relativos al equipo y la maquinaria.

2.3.4 Protección de cultivos

- Llevar a cabo encuestas regulares e implementar técnicas de pronóstico y sistemas de alerta temprana donde sea posible.
- Preparar planes de contingencia, mejorar la preparación e implementar procedimientos de respuesta rápida y contención en caso de brotes de plaga y enfermedades.
- Utilizar variedades resistentes a plagas y enfermedades cuando sea posible y utilizar material vegetal libre de plagas y enfermedades.
- Utilizar agentes o productos biológicos u opciones mecánicas como métodos preferentes de control de plagas, enfermedades y malezas.
- Promover prácticas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), evaluando los efectos de los pesticidas sobre la productividad agrícola, la salud y el medio ambiente.
- Asegurar que los pesticidas sean aplicados, manipulados y almacenados sólo por personal capacitado y de acuerdo con los requisitos legales.
- Utilizar solo pesticidas registrados en el país para el cultivo específico. Evitar el uso de pesticidas altamente peligrosos. Contaminantes orgánicos persistentes (COP),

pesticidas de la clase La y Lb y clase II de la OMS; y pesticidas que figuran en el anexo 3 de la convención de Rotterdam y en el convenio de Estocolmo.

- Asegurarse de que el personal use Equipo de Protección Personal apropiado localmente al fumigar y manejar pesticidas. Cumplimiento de los equipos utilizados para el manejo y la aplicación de pesticidas con normas de seguridad y mantenimiento.
- Registrar el uso de pesticidas.

2.3.5 Cosecha, procesamiento y almacenamiento de alimentos

- Respetar los intervalos antes de la cosecha
- Proporcionar condiciones limpias y seguras para el procesamiento de productos
- Usar detergentes recomendados y agua limpia para el lavado
- Almacenar los productos bajo condiciones ambientales higiénicas y apropiadas
- Empacar los productos en recipientes limpios y apropiados

2.3.6 Gestión de energía y residuos

- Asegurar el uso y eliminación eficiente y segura de energía, nutrientes y tanques y recipientes de pesticidas vacíos
- Registrar el consumo de energía
- Implementar prácticas de ahorro energético en el diseño de construcciones, tamaño, mantenimiento y uso de la maquinaria
- Explorar fuentes de energía alternativas a los combustibles fósiles (eólica, solar, biocombustibles)
- Minimizar los residuos no reciclables y reciclar los materiales orgánicos e inorgánicos
- Almacenar de manera segura los fertilizantes y pesticidas de acuerdo con la legislación y las buenas prácticas del código de conducta internacional sobre pesticidas
- Establecer procedimientos de emergencia para limitar el riesgo de contaminación en caso de accidente

2.3.7 Bienestar humano y salud y seguridad

- Proporcionar salarios dignos e ingresos familiares
- Establecer horarios y descansos aceptables
- Capacitar a los trabajadores en el uso seguro y eficiente de herramientas y maquinaria

Agricultura sustentable y sostenible

La agricultura sustentable y sostenible busca atender las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. Esta visión se refleja en acciones como la conservación de la biodiversidad, la protección de

semillas nativas y la promoción de prácticas orgánicas. En ejemplo destacado es la reserva de la biosfera de Calakmul, en la península de Yucatán, donde la actividad agrícola convive armónicamente con el ecosistema selvático. En el contexto Mexicano, la sostenibilidad agrícola implica prácticas como la rotación de cultivos, el uso racional del agua y la disminución del uso de agroquímicos, con el objetivo de preservar la productividad a largo plazo sin degradar los recursos naturales. Cultivando el Futuro: Agricultura Sostenible y Sustentable, (2023).

2.4 Sostenibilidad agrícola

La agricultura sustentable en México tiene una visión a más largo plazo centradas en satisfacer las necesidades actuales sin poner en peligro el bienestar de las futuras generaciones. Aquí, la protección y la diversidad, la conservación de las semillas nativas y la promoción de la agricultura orgánica son elementos fundamentales.

2.5 Seguridad alimentaria orgánica

La agricultura orgánica no certificada ha recibido selectivos aportes por parte de campesinos de bajos recursos y comunidades indígenas, cuya experiencia y prácticas tradicionales han sido importantes en su desarrollo. Diversos estudios muestran cómo este tipo de agricultura no solo mejora la productividad, sino también las condiciones de vida en zonas rurales. Experiencias documentadas en países como Brasil, India, Irán, Tailandia y Uganda evidencian que la integración de saberes tradicionales, la organización comunitaria y el enfoque agroecológico han permitido recuperar ecosistemas degradados mientras se asegura la producción de alimentos, fortaleciendo así la seguridad alimentaria en contextos vulnerables. Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria, (2003).

Capítulo 3. Metodología

3.1 Metodología

Para formar la estructura del proyecto, se acomodaron las cuatro etapas, las cuales están constituidas en la metodología de las BPA en el cultivo orgánico de plátano FAO, (2016), mismas que han sido implementadas en estudios de caso de éxito y se toman también como referencia para su aplicación. En orden se definirán sus funciones, con la intención de cumplir el objetivo general, así como los objetivos específicos.

3.1.1 Adaptación de la metodología a usar

Se toman como base alguna de las estructuras, experiencias y resultados de los estudios de caso mencionados anteriormente, y se muestra una tabla con las aportaciones más perfiladas a las necesidades del proyecto, para poder fortalecer el proceso metodológico a poner en práctica en este trabajo de investigación.

3.1.2 Acondicionamiento

La tabla 4 muestra las etapas de la metodología, las cuales están apegadas a las recomendaciones de las BPA, y en relación a los aspectos que encajan en las diferentes áreas de las BPA se encontró que de las siete se afilian a la estructura del proyecto. Mismas que estarán siendo interpretadas, así como sus alcances dentro de este proyecto.

Tabla 1 Diseño metodológico

Metodología de BPA en el cultivo orgánico de plátano (FAO, BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA BANANOS, 2016))	Manejo del suelo y fertilización	Manejo del agua	Producción de cultivos	Protección de cultivos	Cosecha, procesamiento de alimentos	Gestión de energía y residuos	Bienestar humano o salud seguridad
Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero.	X	X	X			X	
Elaboración de lixiviados con pseudotallo de plátano macho	X						
Análisis de los beneficios económicos y ambientales:				X		X	X

Producción de Orgánico.							
Logros de los sistemas de cultivos intercalado basados en banano (Musa sp.) en la mejora de la sostenibilidad de los cultivos		X		X			X
Alternativas	X	X	X	X		X	
nutricionales eficientes Ecuador							
Evaluación de la sostenibilidad en el cultivo de plátano, Caribe Sur, Costa Rica		X	X	X			
Casos exitosos en Buenas Prácticas Agrícolas en el desarrollo territorial de Manabí	X	X	X	X	X	X	X
Formación de							X
extensionistas rurales latinoamericanos a partir de procesos de mentoría							

Fuente: <https://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/good-agricultural-practices/es>

Tabla 2 Metodología de las actividades de los objetivos

ETAPAS	ACTIVIDADES	EVALUACIÓN E INSTRUMENTO
Bienestar humano, salud y seguridad (3 meses)	Identificar el número de productores y aplicarles una entrevista Aplicar la matriz DNC Elaborar los formatos del taller de modelo de impartición ECO 217 Desarrollar los talleres (objetivos, actividades, instrucciones técnicas e instrumentos de evaluación)	Lista de participantes inicial y final. Método cuantitativo Registro en la matriz DNC. Matriz de requerimientos Check list de la carta descriptiva. Rubrica de carta descriptiva Llenado de la carta descriptiva Prácticas Evaluación diagnóstica y final del taller

	Impartir la transferencia en modalidad curso-taller Evaluaciones y registro de resultados	
Manejo del agua	Surcar en los suelos el drenaje de las superficies planas y de hundimiento	Revisión In situ y registro. Diagrama de flujo
Manejo del suelo y fertilización (3 meses)	Selección de cultivos Elaboración de un procedimiento de compostaje Preparación del fertilizante orgánico Bocashi	Revisión Insitu y registro. Diagrama de flujo Revisión del procedimiento Bitácora
Producción de cultivos (3-6 meses)	Selección de parcelas Elaboración de un procedimiento de producción de cultivo Aplicación del compostaje (cada 2 semanas durante 2 meses) Monitoreo del crecimiento vegetativo	Revisión In situ Revisión del procedimiento Check List Formato
Protección de cultivos (3-6 meses)	Elaboración de un procedimiento mantenimiento Deshoje Deshije Desherm ane Poda Desflores Desbellot e Apuntalamiento Embolse Corte del racimo	Revision del procedimiento Check List Check List Check List Check List Check List Check List Check List Check List Check List Check List Check List
Gestión de energía y residuos	Elaboración de un procedimiento de residuos orgánicos Recolección Confinamiento	Revisión del procedimiento Bitácora Bitácora
Resultados	Reporte final Recomendación	Reporte técnico

y seguimiento (1 mes)	es	
-----------------------	----	--

Fuente: FAO

3.2 Etapas de la metodología

3.2.1 Bienestar humano, salud y seguridad (capacitación)

En esta apartado se busca la integración de los productores y detectar sus necesidades para su capacitación. Asimismo, se preparan los cursos y talleres de forma presencial grupal usando herramientas de apoyo digitales como el proyector, la computadora, la pantalla, los archivos en Power Point (PPT), Para facilitar la transferencia de la información y cumplir el objetivo número uno.

El proyecto de investigación inicia con la búsqueda del apoyo de la autoridad competente de la región de Zapoapan. El Sr. Erasto Alberto Sánchez quien funge su papel como Agente Municipal y representante legal de esta comunidad aceptó conciliar una cita y posteriormente una reunión con los productores, donde se les expuso la problemática de los cultivos del plátano de esta localidad.

La gestión de una reunión consiste en planificar y conducir encuentros de manera que el tiempo se utilice eficazmente, aplicando acciones previas, durante y posteriores que aseguren su correcto desarrollo Caeleigh, (2025).

La siguiente ilustración muestra el día de la reunión interpersonal fechada en febrero de 2025 con el agente municipal de Zapoapan, Veracruz.

Como lo muestra la ilustración 2.



Ilustración 2 Autoridad municipal

Fuente: Ilustración propia, tomada con teléfono móvil Motorola G7

En consecuencia, se programan juntas en la sala del campesino ubicada en la zona centro de esta comunidad, asistiendo en promedio 27 productores, a quienes se les explico que el objetivo del proyecto se basa en reducir la incidencia de plagas y mejorar la producción de sus racimos de plátano Hartón aplicando las BPA. Además, se les hizo ver

Capítulo 3. Metodología

la problemática que están viviendo sus cultivos, y que de continuar así, están vulnerables sus cosechas de tener pérdidas significativas.

Como lo muestra la ilustración 3.



Ilustración 3 Agencia municipal

Fuente: Propia

Este tejido socioeconómico, que abarca las instituciones informales de la comunidad rural, es también una red de intercambios de bienes y de información de importancia vital para un proyecto que pretende intervenir y mejorar esa realidad. Durston, (1995).

Las siguientes imágenes muestran la asistencia de los productores y su participación activa, dichas reuniones se llevaron a cabo en marzo. Se trataron las posibles soluciones para resolver las problemáticas, así como, la alternativa de lo que el proyecto pudiera aportar. Bajo esta base, los productores se interesaron por rescatar sus cultivos, además de querer mejorar el peso productivo del racimo.

Como lo muestra la ilustración 4.



Ilustración 4 Reunión con los productores

Fuente: Ilustración propia

También se tomaron en consideración quienes iban a participar en el proyecto de la aplicación de las BPA, de esta manera se tomaron como referencia sus datos generales, su nombre y firma en una hoja enlistada.

Capítulo 3. Metodología

Como lo muestra la ilustración 5.

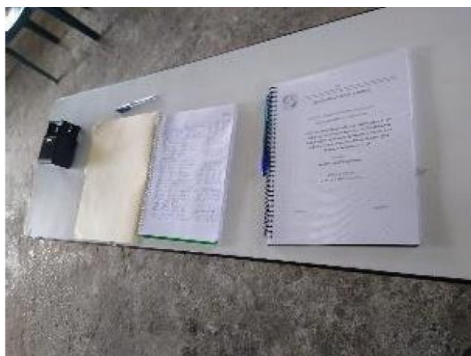


Ilustración 5 Convenio

Fuente: propia

En consecuencia, se les especifica a los participantes la modalidad de la capacitación y se establece la fecha considerando viable en la siguiente semana. La impartición incluyó los temas de; “Aplicación de las BPA en Cultivos Orgánicos de Plátano”, “Selección de semilla”, “selección del terreno”, “análisis de suelos”, “muestreo de suelos”, “reproducción de lixiviados orgánicos”, “reproducción de plantas enanas”, “control de plagas”, “embolsado en floración”. Los cuales se establecieron por fechas. El total de sesiones fue de tres días, considerando cuatro horas por cada día, el total de horas de capacitación fue de 12 horas abarcando los temas antes mencionados.

Dada la importancia de las imparticiones de los cursos presenciales, fue necesario diseñar, hacer un patrón y coser la tela para elaborar una pantalla de tela, con dimensiones de 3 metros de largo por 2.5 metros de altura, asimismo se diseñó una estructura de pvc de $\frac{1}{2}$ pulgada de diámetro.

Para ello, se requirió de una tela especial para proyector, la cual fue cocida con máquinas industriales. Además de material de pvc para elaboración de la base.

Como lo muestra la ilustración 6.



Ilustración 6 Fabricación de pantalla

Fuente: propia

Capítulo 3. Metodología

Previo a la impartición del curso, se aplicó un examen diagnóstico oral de cinco preguntas a todos los productores en cada sesión bajo esta técnica se les evaluó.

El entrenamiento adecuado de estas áreas favorece el proceso de aprendizaje y mejora el rendimiento Ruiz, (2020).

Como lo muestra la ilustración 7.

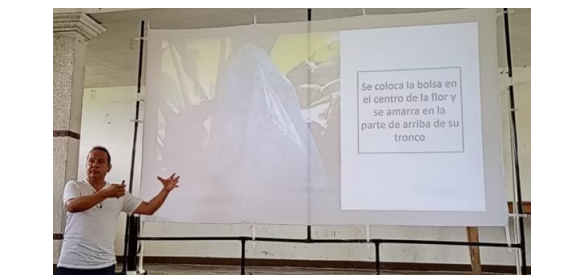


Ilustración 7 Curso presencial grupal

Fuente: propia

Por otro lado, la modalidad de impartición fue a través de cursos, estos se proyectaron de forma digital en la sala del campesino, se contó con una asistencia promedio de 27 productores, las sesiones tuvieron un horario de 10:00 a.m. a 2:00 p.m. los temas a tratar fueron; las cuatro etapas de las BPA. La siguiente ilustración muestra la impartición de uno de los cursos. La ilustración 7 lo muestra.

Una vez culminada la etapa de los cursos, se aplicó una evaluación final a todos los productores para considerar el grado de dominio adquirido. En el contexto educativo actual, el propósito esencial de la evaluación es proporcionar una retroalimentación continua dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, desempeñando un papel clave en la mejora del rendimiento de los participantes. De esta manera, un enfoque evaluativo se orienta a

identificar las dificultades que enfrenta durante su aprendizaje, con el fin de diseñar las intervenciones necesarias que fortalezcan la adquisición de conocimientos. Ancess, Falk, & Darling, (1995). Las siguientes imágenes muestran la aplicación del examen final.

Capítulo 3. Metodología

Como lo muestra la ilustración 8.



Ilustración 8 Evaluación final

Fuente: propia

Examen final, como lo muestra la ilustración 9.



Ilustración 9 Cierre de cursos

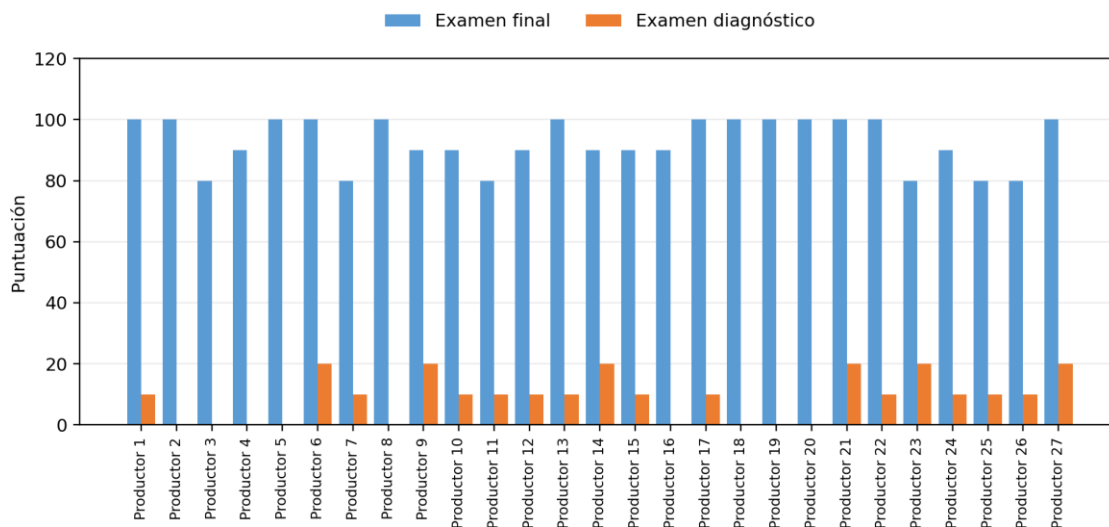
Fuente: propia

El cierre de los cursos se concretó siendo las 2:40 p.m. del día 1 de mayo de 2025, como lo muestra la ilustración 9.

Se registraron los datos de la evaluación final de cada uno de los productores en un archivo en Word, y la siguiente gráfica de barras agrupadas muestra el nivel de conocimiento adquirido por cada uno en comparación con lo obtenido en la evaluación diagnóstica, esta información queda como antecedente para las siguientes evaluaciones de desempeño en campo a través de talleres. La gráfica 1 muestra que **92.59** es el promedio de la media de aprovechamiento en la evaluación final, de esta manera se registra la participación de competencias adquiridas durante la modalidad de este curso. .

Gráfica 1 Resultados de examen diagnóstico y final

Resultados de la evaluación diagnóstico y final a 27 productores de plátano orgánico



Fuente: propia

La continuidad de las BPA se realizó a través de diversos talleres, de este modo se determinó realizar las prácticas en un cultivo externo al cultivo experimental y al cultivo control, en este caso, el Agente municipal Erasto Alberto Sánchez prestó una de sus parcelas para realizar las actividades, las cuales consistieron en que los productores pudieran identificar el tipo de suelo, su pH, las condiciones adecuadas para un drenaje efectivo, la técnica de poda, el control de plagas como son: (picudo negro, sigatoka amarilla, sigatoka negra), la desinfección de herramientas, la elaboración de trampas artesanales, el corte quirúrgico, el desecho de las hojas infectadas, el deshoje, el deshoje y el embolsado (desflore, desbellote y desmane). Las imágenes muestran las labores realizadas en campo.

Como lo muestra la ilustración 10.



Ilustración 10 Prácticas de taller en cultivo externo

Fuente: Propia

3.2.2 Manejo del suelo y fertilización (muestreo, análisis, manuales)

La disponibilidad de un área adecuada para un terreno se enfoca en tener las condiciones y suministros aptos para el inicio de un cultivo, para ello, es importante que reúna ciertos criterios considerar su viabilidad. De esta manera, los aspectos que tienen un impacto positivo en el desarrollo de un cultivo para plátano son los siguientes; un suelo franco y arenoso capaz de drenar el recurso hídrico que evite encharcamientos, otro aspecto importante es que exista un desnivel para permitir en sistemas pluviales naturales el desfogue del agua, además de contar con una fuente hídrica a la mano, como por ejemplo, puede ser el suministro de agua como un manantial, río, agua de la red pública, contenedores, o cisternas; es una prioridad, puesto que este tipo de cultivos necesita agua en abundancia. La siguiente ilustración a la izquierda muestra la localización geográfica del primer cultivo experimental con las coordenadas 18.832702, -96.991899 perteneciente al productor C. Aniceto Quechulpa Campos. Asimismo, se muestra a la derecha la ilustración del segundo cultivo experimental con las coordenadas 18.836754, -96.988789 perteneciente a la productora la Sra. Emma Quechulpa Campos. Las coordenadas digitales

de campo son datos geoespaciales precisos que permiten definir con exactitud los límites y zonas de una parcela. Gracias a herramientas tecnológicas avanzadas, es posible obtener información detallada de la ubicación y tamaño de los cultivos, facilitando decisiones y una planificación agrícola más eficiente AGROFORESTA, (2023). Las

Capítulo 3. Metodología

siguientes imágenes muestran la localización de los cultivos experimentales.

Como lo muestra la ilustración 11.



Ilustración 11 Localización de cultivos experimentales

Fuente: Google maps

A continuación se muestran los cultivos control, el primero del lado izquierdo con las siguientes coordenadas 18.8261113, -97.002110 pertenece al productor Eusebio Aguilar. Y a la derecha con las siguientes coordenadas 18.836487,-96.988201 del cultivo control del productor el agente municipal el C. Erasto Alberto Sánchez.

Como lo muestra la ilustración 12.

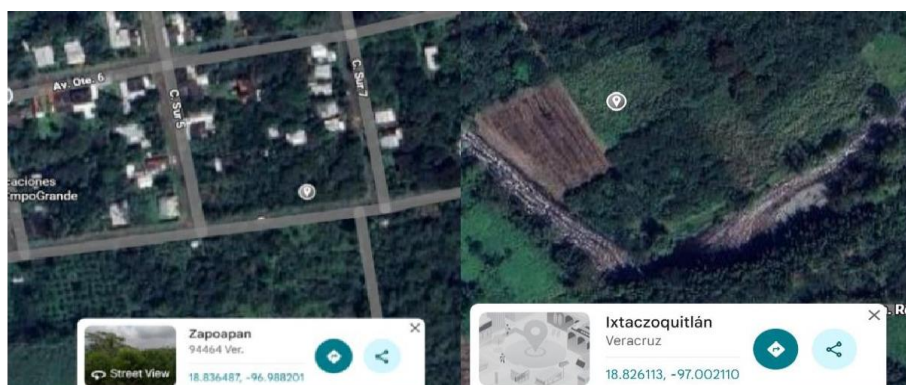


Ilustración 12 Localización de cultivos control

Fuente: Google maps

3.2.2.1 Muestreo del suelo

Se requirió del levantamiento de dos muestreos, a través de la NOM 021. Los muestreos se seleccionaron de la siguiente manera; el primero que se muestreó fue el cultivo experimental uno del productor Aniceto Quechulpa Campos. El segundo muestreo correspondió al cultivo control uno del productor Eusebio Aguilar, en este orden se realizaron dichos muestreos. El análisis de suelo es vital ya que si el agricultor conoce la fertilidad del suelo, esto le permite tomar decisiones. El suelo es el cimiento para el establecimiento de cualquier proyecto agrícola. Antes de invertir en cualquier cultivo, es recomendable conocer sus características, (fertilab.com.mx).

Capítulo 3. Metodología

Para ello, fue necesario programar un día para la recolección de las muestras. Se recolectaron 15 submuestras y se usó el método Zigzag en la parcela del productor Aniceto Quechulpa, con un área de 1/5 parte de hectárea (ha) o su equivalente a 2000 metros cuadrados.

Como lo muestra la ilustración 13.



Ilustración 13 Muestreo en zig zag en primer cultivo experimental

Fuente: Google maps

Fue imprescindible el uso de una herramienta adecuada para la extracción de las muestras, para ello se elaboró un barrenador artesanal. Como lo describe la tabla 3.

Tabla 3 Componentes para la elaboración de un barrenador

Objetivo	Función	Insumos	Técnica a desarrollar	Inversión	Herramientas	EEP
Elaboración de un barrenador artesanal con indicador	Extraer muestras de forma más práctica	50 cm de pvc de ½ pulgada 1 "T" de pvc de ½ pulgada	Poka Yoke	200 pesos	Arco con segueta Mini pulidora Minidisco de desbaste	Gafas de protección y Guantes de carnaza
para no errar en la toma de muestras	en cualquier tipo de suelo	50 cm de tubo inoxidable de ½ pulgada			Taladro de 600 watts de potencia Broca de 1/8 de pulgada para metal	

Fuente: propia

Respecto a los costos que requirió este Poka Yoke, prácticamente fueron muy bajos, además se capacitó a los productores para que lo pudieran elaborar, considerando tengan las herramientas necesarias, respecto a la inversión, fue de 200 pesos, ahorrándose un

Capítulo 3. Metodología

70%, ya que en el mercado tiene un precio por encima de los 500 pesos y con una baja calidad. A continuación se muestra su elaboración, la cual fue basada en los sistemas de calidad de Lean, el Poka Yoke, tuvo una distinción, se marcó una línea sobre el tubo, la cual permite que el productor al momento de tomar la muestra no rebase la profundidad permitida por la NOM 021, y bajo este criterio se consideró que esta herramienta se diseñó a prueba de error.

El Poka Yoke, o método a prueba de errores, que consiste en detectar los puntos del proceso donde pueden ocurrir fallos y modificarlo para impedirlos. Es una herramienta clave en Lean para reducir desperdicios y en Six Sigma para evitar errores que generen defectos, Shigeo Shingo y control de calidad cero, (2022).

A continuación la ilustración 14 muestra la elaboración del barrenador artesanal.



Ilustración 14 Elaboración de un barrenador artesanal Poka Yoke

Fuente: Propia

Para que se efectuaran los estudios pertinentes previos a la siembra. Se realizó un taller para el levantamiento de muestras, en las siguientes imágenes se observa la participación de los productores y la secuencia de cada etapa del proceso de muestreo, la metodología que se utilizó fue “métodos estandarizados de campo y laboratorio para diagnóstico de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos”, las siguientes imágenes muestran la secuenciación realizada durante el periodo de junio.

Los productores fueron participativos durante el taller, la ilustración 15 muestra el levantamiento de las 15 sub muestras de acuerdo a la NOM 021.



Ilustración 15 Recolección de submuestras

Fuente: propia

De acuerdo a la NOM 021 existen diferentes formas de levantar los muestreos, se deja la opción para que el productor considere la más viable, a continuación la siguiente ilustración muestra algunos de los más usados en el sector agrícola. Como lo muestra la ilustración 16.

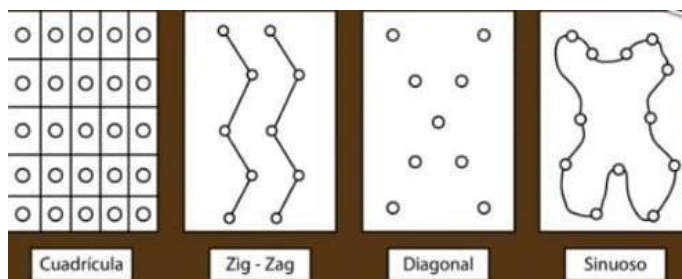


Ilustración 16 Tipos de muestreo de suelo

Fuente: Laboratorios Fertilab

Otra recolección de muestreo se efectuó en el cultivo control del productor Eusebio Aguilar, el cual se le empleó el mismo método denominado en Zigzag. Como lo muestra la ilustración 17.



Ilustración 17 Muestreo en zig zag en primer cultivo control

Fuente: Google maps

La actividad se apegó a la NOM 021, las siguientes imágenes muestran la práctica de la actividad en el cultivo control, bajo la metodología tradicional (con el uso de la pala). Ambas muestras quedaron etiquetadas con la siguiente información:

- Nombre del agricultor
- Tipo de cultivo
- Fecha de recolección
- Peso de la muestra

Capítulo 3. Metodología

- Localidad
- Tipo de análisis
- Área del terreno

Como muestra la ilustración 18.

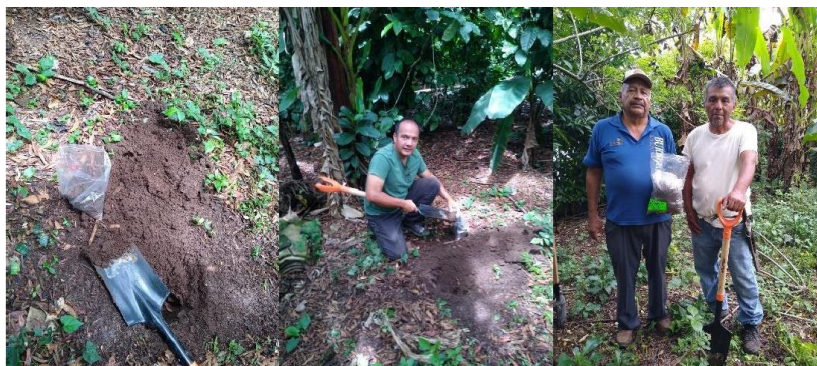


Ilustración 18 Recolección de muestras en primer cultivo control

Fuente: propia

3.2.2.2 Análisis de fertilidad de suelos

Una vez obtenida las dos muestras, se llevaron al laboratorio de la Universidad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana (U.V.). Los componentes de cada suelo deben de ser estudiados previamente ante la toma de decisión de una inversión en un cultivo, ya sea frutal u hortaliza, en este sentido los productores decidieron que era más conveniente la realización de este estudio, sin ningún estudio edafológico en esta región fue innovador para quienes participaron en este proceso.

El suelo, al ser un recurso no renovable, necesita un manejo sostenible para garantizar su conservación. Analizar sus propiedades de fertilidad permite entender con precisión su condición y capacidad productiva, así como definir las acciones necesarias para mejorar la fertilidad y aumentar el rendimiento agrícola Ramírez, (2022). Como lo muestra la ilustración 19.



Ilustración 19 Proceso de análisis de fisicoquímico en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Fuente: Laboratorio de la Universidad Veracruzana. Amatlán, Veracruz

Los resultados de fertilidad del primer cultivo experimental, dejaron en claro las características que tiene este tipo de suelo, un elemento que mostró niveles bajos, fue el nitrógeno total y de acuerdo a ello, se tomó la decisión para continuar con un proyecto que ya se estaba trabajando, el cual está enfocado en la reproducción de biofertilizante (lixiviados). Para agregar los nutrientes necesarios en las etapas de fertilización. Además se puso en práctica la tarea de extraer el pasto y las raíces que estuvieran a un diámetro de 1 metro alrededor de la planta, con el objetivo de que el nitrógeno del suelo fuera absorbido por las raíces secundarias del rizoma de la planta y no por el pasto y maleza.

A continuación se muestran las hojas técnicas de análisis de fertilidad de ambos cultivos experimentales con su respectiva información, estos análisis se recopilaron dentro de los lineamientos de los sistemas de gestión de calidad SGC, apegándose a la norma 021, como lo muestran las ilustraciones 20 y 21.

Capítulo 3. Metodología



Ilustración 20 Resultados del análisis del primer cultivo experimental

Fuente: Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Universidad Veracruzana

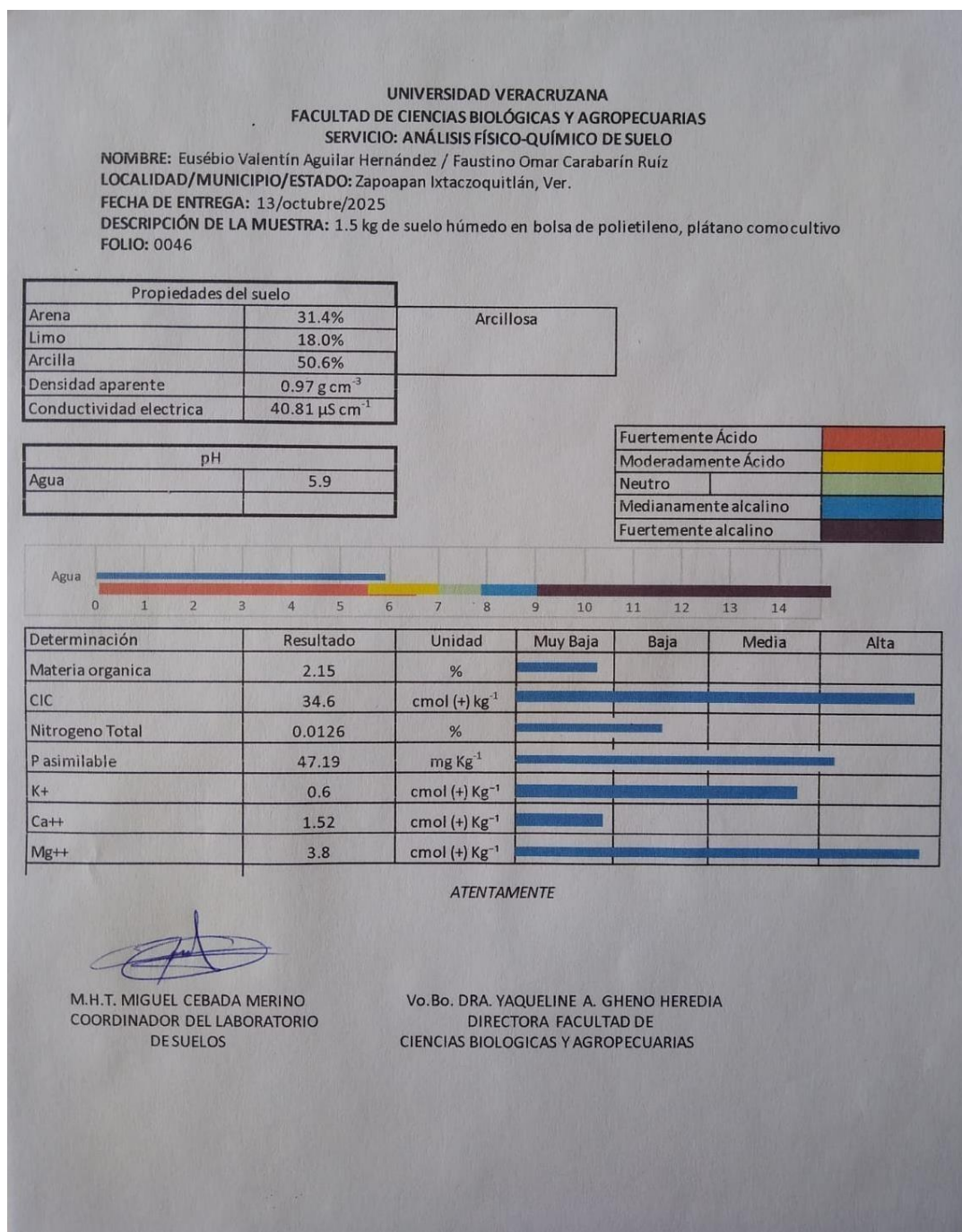


Ilustración 21 Resultados del análisis fisicoquímico del primer cultivo control

Fuente: Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Universidad Veracruzana

3.2.2.3 Interpretación del análisis de fertilidad

El análisis físico-químico del suelo realizado en el cultivo experimental del señor Aniceto Quechulpa Campos ubicado en Zapoapan, Ixtaczoquitlán, Veracruz, muestra que el terreno tiene una textura arcillosa, compuesta por 38.1 % de arena, 14.0 % de limo y 47.9

% de arcilla. Este tipo de suelo retiene bien el agua y los nutrientes, lo cual es favorable para el cultivo del plátano, aunque puede presentar problemas de drenaje o compactación si no se maneja adecuadamente. La densidad aparente de 1.45 g/cm³ indica que el suelo está algo compacto, por lo que sería conveniente mejorar su estructura con materia orgánica o realizando labores que favorezcan la aireación. Al solicitar un análisis de suelo, es esencial considerar varios factores. A menudo se priorizan los resultados sin tomar en cuenta otras acciones que influyen en la decisión final más acertada (Garrido, 1994).

El pH obtenido fue de 6.3, lo que significa que el suelo es ligeramente ácido, una condición ideal para el desarrollo del plátano. Además, la conductividad eléctrica de 55.71 μ S/cm confirma que no existen problemas de salinidad. En cuanto a la fertilidad, el contenido de materia orgánica (3.09 %) y la capacidad de intercambio catiónico es 32 cmol(+)/kg, lo cual indica que son altos, esto revela que el suelo tiene buena capacidad para retener y suministrar los nutrientes que la planta necesita. Es importante destacar que el pH del suelo influye en múltiples características que condicionan el desarrollo vegetal. La mayoría de los cultivos crece óptimamente en suelos con pH ligeramente ácido a neutro, entre 6.0 y 7.0 SADER, (2023).

No obstante, el nitrógeno total (0.0189 %) se encuentra en niveles bajos, lo que puede limitar el crecimiento vegetativo del cultivo. El fósforo asimilable (20.61 mg/kg) es medio, suficiente para un buen desarrollo radicular, aunque podría reforzarse con fuentes fosfatadas. Respecto a los cationes intercambiables, los valores de potasio (0.9 cmol(+)/kg), calcio (1.5 cmol(+)/kg) y magnesio (1.5 cmol(+)/kg) se sitúan en rangos medios, adecuados pero mejorables, especialmente el potasio, nutriente clave para la producción y calidad del fruto del plátano. A diferencia de otros nutrientes, el nitrógeno no proviene directamente de la roca madre del suelo, sino de la atmosfera. Su incorporación al suelo ocurre mediante diversos procesos de fijación, predominando la fijación biológica Domene, (2024).

En general, el suelo presenta condiciones favorables tanto físicas como químicas para el cultivo de plátano.

También se realizaron estudios de fertilidad al cultivo control, el cual permitió tener un panorama más amplio de las condiciones edafológicas de este suelo, con los datos

arrojados se hicieron comparativos con el cultivo experimental y se pretende continuar con las aplicaciones de fertilización convencional, es decir, a través de agroquímicos. La siguiente hoja de análisis de muestra las condiciones de este cultivo.

3.2.2.4 Selección de semilla

La selección de plántulas de plátano, así como su plantación requiere de una guía, bajo esta requisito se elaboró un manual el cual está basado en la NOM 021, NOM 138, Ley Agraria, Ley federal de variedades y vegetales, Ley federal y reglamento de producción, certificación y comercio de semillas. Dicho manual esta acoplado a la aplicación de técnicas que se perfilen al desarrollo de los cultivos orgánicos. La elección adecuada de semillas es clave para asegurar una cosecha eficiente y apoyar el rendimiento agrícola. No obstante, este proceso puede ser complejo, pues implica considerar diversos factores

Avesa, (2024). La elaboración de este manual principalmente tiene un enfoque orgánico y muy específico al desarrollo del cultivo experimental del productor Aniceto Quechulpa Campos y el cultivo experimental de la Sra. Emma Quechulpa Campos. Esta guía fue clave para preparar las etapas adecuadas de acuerdo a los insumos y herramientas que se consideraron viables ante la selección y el sembrado de las plántulas de plátano orgánico.

Un manual de procedimientos es un documento que explica de forma clara y ordenada las acciones y pasos requeridos para ejecutar las funciones de una organización, empresa o un área específica dentro de ella (Hurtado, 2021).

3.2.2.5 Manual de operaciones

Los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) establecen que en las actividades agrícolas es necesario elaborar una guía de procedimientos que sirvan como base para el productor, por ello la importancia de usar un manual es muy rentable. De acuerdo con (FAO, 2007) las Buenas Prácticas Agrícolas constituyen una guía técnica basada en procedimientos y recomendaciones aplicadas durante todas las etapas del proceso productivo, permitiendo una ejecución eficiente, documentada y orientada a la calidad e inocuidad de los cultivos. Asimismo estos manuales fueron normalizados y certificados por la autoridad. Las siguientes imágenes muestran las portadas de los manuales de operaciones y procedimientos, debidamente normalizados por la autoridad de Zapoapan. Como lo muestra la ilustración 22 y 23.

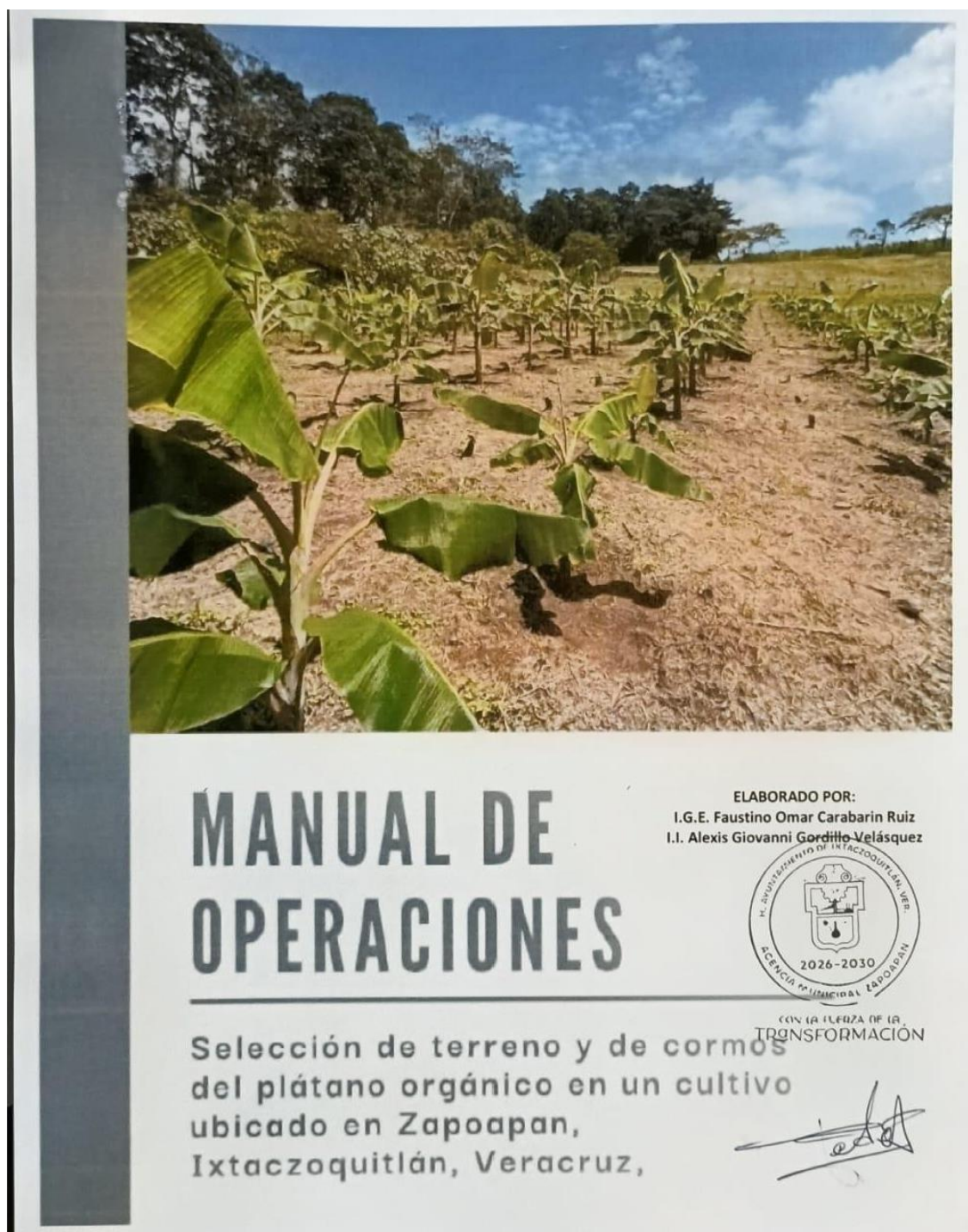


Ilustración 22 Manual de operaciones Fuente: Elaboración propia

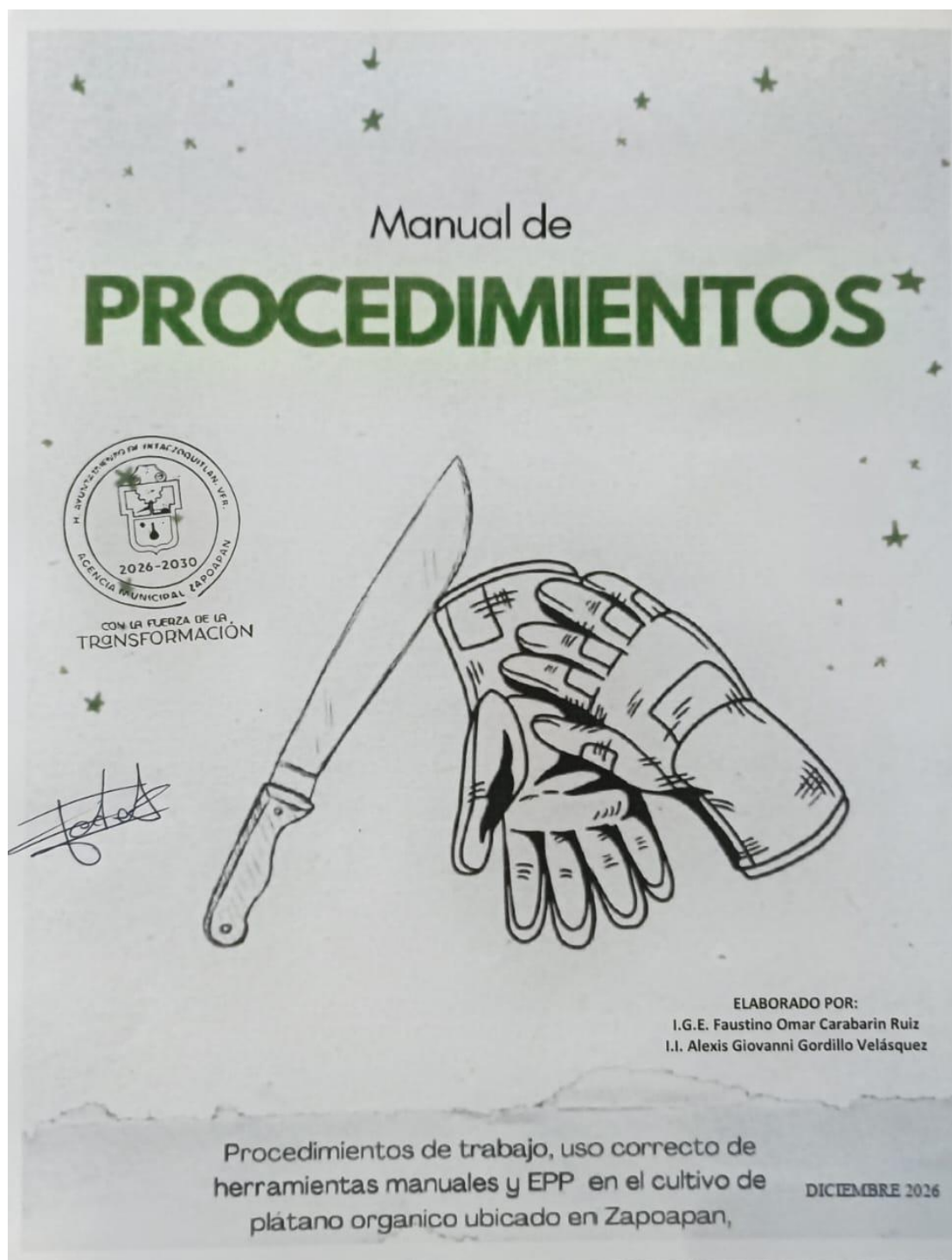


Ilustración 23 Manual de procedimientos Fuente: Elaboración propia

La nueva generación de producción de semillas debe de manejarse con antelación, por ello la selección de estas debe ser precedida de una calidad de producción vigorosa y de buena genética. De esta manera se puede pronosticar un posible cultivo productivo.

Capítulo 3. Metodología

Cuando la planta de banano llega a su altura máxima, la base de la nervadura central se transforma y engrosa las vainas foliares inferiores, dando origen al pseudotallo. Se reporta que estos pseudotallos pueden presentar tonalidades rojas, rojo-verdosas o amarillentas Pillai, et al. (2024). Teniendo el pseudotallo una buena apariencia se predice que el cormo es candidato para la reproducción de semillas de plátano.

Para ello fue necesario adquirir las plántulas de plátano de la variedad Hartón en un vivero que se ubica en la localidad de Dos Ríos, perteneciente al municipio de Atzacan, Veracruz, a 10 kilómetros de distancia de Zapoapan. La distancia entre las dos comunidades se presenta como lo muestra la ilustración 24.

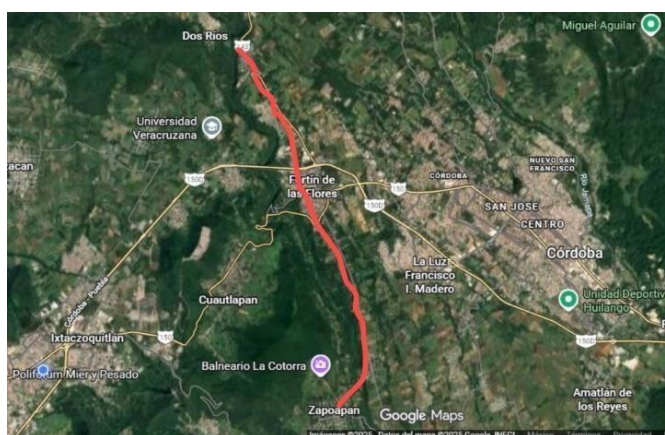


Ilustración 24 Logística de hijuelos de Dos Ríos Atzacan al campo experimental uno

Fuente: Google maps

3.2.2.6 Siembra

La siembra se efectuó solamente en el primer cultivo experimental, la adquisición de las plántulas fue de 340 en total, todas de la misma variedad y se sembraron en distancia de 2 metros por planta en alineamiento de columna, y a 3 metros de alineamiento por fila. Es decir, 2 metros por planta por 3 metros de calle. La siembra consiste en introducir semillas en el suelo para permitir su germinación y el crecimiento de nuevas plantas Rivera, (2015). La siguiente grafica muestra la distribución entre cada columna y calle. La línea blanca es la columna y la separa una calle de 3 metros de distancia. Como lo muestra la ilustración 25.



Ilustración 25 Distribución de siembra del primer cultivo experimental

Fuente: Google maps

Para iniciar la siembra se distribuyó en su área de 2000 metros cuadrados o lo que equivale a 1/5 parte de hectárea (ha), el cultivo del productor Aniceto Quechulpa Campos tiene en total una superficie de 1 ha la cual tiene destinada a sembrar en el siguiente año con la misma variedad de plátano. Para realizar la actividad del sembrado primero se trazaron los 2000 metros cuadrados en forma de un rectángulo tomando 9 filas, cada una con 38 plantas y con una separación de 2 metros entre cada planta, se sembraron 9 filas y cada una con una calle de 3 metros de distancia.

La agricultura es una de las principales actividades que aprovechan los recursos naturales y debe practicarse en las zonas que presenten mejores condiciones para su desarrollo García, et al. (2000).

Para la medición se usó un flexómetro de capacidad de 10 metros de distancia, así, en cada estirada de 10 metros se fueron marcando 5 hoyos, cada hoyo con una apertura de 40 centímetros sobre tierra por 40 centímetros de profundidad para sembrar cada planta. Además se requirió del uso de una pala cavadora (plana alargada), asimismo el productor y dos jornaleros fueron quienes se les capacito previamente para que pudieran realizar esta actividad, los tiempos promedio de cada sembrada de plántula se registró con 4 minutos de tiempo. La siguiente tabla muestra la distribución de las plántulas en el cultivo experimental de 1/5 de ha. Así como los tiempos que serán datos importantes para la siguiente plantación. Como lo muestra la tabla 4.

Tabla 4 Distribución de la siembra en el primer cultivo experimental

Área del cultivo	Número de plantas	Edad de la plántula	Profundidad del hoyo	Distancia entre planta	Distancia entre cada calle	Trabajadores	Tiempo de siembra	Tiempo total
							o por hoyo	
2000 metros	340	3 meses	40 cm x 40 cm	2 metros	3 metros	4	4 minutos	10 hora

cuadras								s/hombre
---------	--	--	--	--	--	--	--	----------

Fuente: Propia

Además, se consideraron los tiempos de jornada, así como los costos que se requirieron para el sembrado en este cultivo experimental. La siguiente tabla muestra los elementos que se necesitaron. Como lo muestra la tabla 5.

Tabla 5 Datos de los tiempos de siembra y sus costos

Trabajadores	Tiempo de sembrado por plántula	Herramientas e insumos	costos
4	4 minutos	3 palas 1 flexómetro 340 plántulas Transporte de las plántulas	\$1200 \$300 \$50 \$6,800 \$500
Total			\$8,850

Fuente: Propia

Se registraron por clave cada planta, la cual se usó en los procedimientos, formatos y registros para llevar un control más exacto y facilitar su trazabilidad. La siguiente tabla muestra la localización de cada una de ellas, en adelante estas claves son identificadas con marcas, esto facilitó el registro de las actividades del productor. Podemos considerarlos registros o documentos de apoyo del sistema productivo que permiten dejar evidencia de la información relevante en los procesos de un cultivo. A través de ellos, los productores pueden demostrar la implementación de un sistema de calidad y de inocuidad química, física y biológica en sus cultivos Sánchez, (2025).

La siguiente tabla muestra el formato que se usó como herramienta para registrar en lista de cotejo las actividades realizadas In Situ. Como lo muestra la tabla 6.

Tabla 6 Registro de cada plántula con su clave

No.	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9
1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3
4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4
5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
7	P7	P7	P7	P7	P7	P7	P7	P7	P7
8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8	P8
9	P9	P9	P9	P9	P9	P9	P9	P9	P9
10	P10	P10	P10	P10	P10	P10	P10	P10	P10

11	P11	P11	P11	P11	P11	P11	P11	P11	P11
12	P12	P12	P12	P12	P12	P12	P12	P12	P12
13	P13	P13	P13	P13	P13	P13	P13	P13	P13
14	P14	P14	P14	P14	P14	P14	P14	P14	P14
15	P15	P15	P15	P15	P15	P15	P15	P15	P15
16	P16	P16	P16	P16	P16	P16	P16	P16	P16
17	P17	P17	P17	P17	P17	P17	P17	P17	P17
18	P18	P18	P18	P18	P18	P18	P18	P18	P18
19	P19	P19	P19	P19	P19	P19	P19	P19	P19
20	P20	P20	P20	P20	P20	P20	P20	P20	P20
21	P21	P21	P21	P21	P21	P21	P21	P21	P21
22	P22	P22	P22	P22	P22	P22	P22	P22	P22
23	P23	P23	P23	P23	P23	P23	P23	P23	P23
24	P24	P24	P24	P24	P24	P24	P24	P24	P24
25	P25	P25	P25	P25	P25	P25	P25	P25	P25
26	P26	P26	P26	P26	P26	P26	P26	P26	P26
27	P27	P27	P27	P27	P27	P27	P27	P27	P27
28	P28	P28	P28	P28	P28	P28	P28	P28	P28
29	P29	P29	P29	P29	P29	P29	P29	P29	P29
30	P30	P30	P30	P30	P30	P30	P30	P30	P30
31	P31	P31	P31	P31	P31	P31	P31	P31	P31
32	P32	P32	P32	P32	P32	P32	P32	P32	P32
33	P33	P33	P33	P33	P33	P33	P33	P33	P33
34	P34	P34	P34	P34	P34	P34	P34	P34	P34
35	P35	P35	P35	P35	P35	P35	P35	P35	P35
36	P36	P36	P36	P36	P36	P36	P36	P36	P36
37	P37	P37	P37	P37	P37	P37	P37	P37	P37
38	P38	P38	P38	P38	P38	P38	P38		

Fuente: Propia

3.2.2.7 Fertilización

En esta etapa se capacitaron a los productores en la modalidad de taller, enfocado al tema de la reproducción de biofertilizante (lixiviado). Para ello se aprovecharon los residuos orgánicos de cultivos cercanos, aplicando así una economía circular. El uso de biofertilizante ofrece una oportunidad para mejorar la productividad del suelo, aportando alimentos de alto valor nutritivo sin afectar el ambiente. Además, estos insumos pueden elaborarse con recursos disponibles en el entorno del productor Bizzozero, (2006).

La imagen 26 muestra la participación de los productores.



Como lo muestra la ilustración 26.



Ilustración 26 Practicas del taller de lixiviado en el primer cultivo control

Fuente: Propia

Capítulo 3. Metodología

Este proyecto de la elaboración de lixiviados se efectuó en un cultivo control, asimismo se requirió de la instalación de una biofábrica que se instaló en Orizaba. El primer paso fue adquirir los insumos necesarios, los cuales fueron reciclados, el segundo paso las herramientas, el tercer paso determinar el lugar y el cuarto reunir las condiciones normativas para la elaboración.

Podemos mencionar que los beneficios para la elaboración de lixiviado son múltiples, este biofertilizante es amigable al medio ambiente, se aprovechan los residuos orgánicos, se evita la emisión de gases en descomposición, se interactúa con sistemas orgánicos, se reduce la propagación de plagas, se reestablece la materia orgánica y se promueve una agricultura regenerativa. El pseudotallo de banano, constituye cerca del 80% de la masa de la planta, generan una gran cantidad de residuos en las fincas al ser cortados tras cada

cosecha, mismos que podrían ser aprovechados en la producción de lixiviados Castillo, et al. (2023).

La ilustración 27 muestra los insumos que se requirieron para la instalación de la biofábrica.



Ilustración 27 Instalación de la biofábrica en Orizaba, Veracruz

Fuente: Propia

Este biofertilizante aporta grandes beneficios a los cultivos de plátano Hartón, su promedio de elaboración aproximado fue de 35 +/- 5 días. Para realizar el proceso de este biofertilizante la siguiente tabla muestra contablemente los insumos, su instalación y el proceso operativo que se requirió para producirlo. Como lo muestra la tabla 7.

Tabla 7 Insumos e instalación de la biofábrica

Insumos fijos)	(costos	Herramie ntas (costo indirecto	EPP (costo indirecto de	Técnica (costo indirecto fabricación)	Proceso (costo de producción)

	de fabricación)	fabricación)		
- Tambo de plástico de 200 litros 1 llave de 1/2 de plástico 1 metro de maya o franela	- Taladro - Brocas de metal de 1/8	- Gafas de protección - visual - Gautes de	Se perforo con una broca de 1/8" un orificio posteriormente, con otra broca se amplió a 3/8 y se	Se picó el pseudotallo en trozos de 5 a 10 cm y se llenó el tambo, se cubrió con la malla, se agrega 10 litros de agua limpia, y cada
- Broche de cierre para tambo 2 metros de tubo de pvc de 1 1/2 " de diámetro 3 blocks - Un pseudotallo de planta madre cosechada	" y 3/8 " - Extensión eléctrica - Nivel - Banco de trabajo	carnaza	adaptó una llave de 1/2 ". Se cortaron dos tubos de 1 metro cada uno con perforaciones de 3/8" y se colocaron dentro del tambo en lados extremos	dos días se recircula durante 40 días, posteriormente se retira lo obtenido y se almacena por 30 días para su aplicación al 50 de lixiviado-50 de agua, con una cantidad de 250 ml por planta cada 20 días durante tres aplicaciones

Fuente: Propia

La tabla 8 muestra los costos fijos de la instalación de esta biofábrica:

Tabla 8 Costo de insumos para la instalación de la biofábrica

Insumo	Precio	Total
2 Tambos de 200 litros	\$600	\$ 600
2 Llaves de plástico de 1/2"	\$20	\$ 40
2 metros de pvc de 1 1/2"	\$60	\$ 60
4 blocks	\$10	\$ 40
		\$ 740

Fuente: Propia

Capítulo 3. Metodología

La recolección del pseudotallo depende en gran medida de la disponibilidad de plantas madres que ya hayan cosechado, en este sentido, cuando se obtiene el lixiviado se puede usar para fines propios o para comercializar. Por otro lado, para la obtención de los pseudotallos de plátano Hartón, se cortaron los troncos de plantas madre ya cosechadas y de buena genética. Como lo muestra la ilustración 28.

Como lo muestra la ilustración 28.



Ilustración 28 Recolecta del pseudotallo

Fuente: Propia

En consecuencia, los desechos de la biomasa de los cultivos de plátano son aproximadamente del 80% de su proceso vegetativo, considerando que de materia productiva solo se toma el 20%. Es conveniente saber qué hacer con el 80% restante ya que se sabe que este desecho orgánico se puede considerar como un residuo que genera gases ambientales, así como, del incremento de plagas en los cultivos de plátano. Por ello, este proyecto se enfoca en mejorar no solo al desarrollo vegetativo y restauración del suelo, sino también cómo controlar las plagas que es una de las problemáticas que enfrenta esta investigación. Por ello con el aprovechamiento de los residuos orgánicos del pseudotallo y del raquis se elaboró este lixiviado que ayudo a reducir la presencia de plagas, así como el uso de las cantidades hídricas, esto coadyuva con la sustentabilidad. Aplicar estrategias de uso sostenible de los recursos puede ofrecer nuevas fuentes de ingreso para las comunidades dedicadas a la agricultura Rana, et al. (2024).

Capítulo 3. Metodología

La reproducción de estos lixiviados se trabajó de forma manual y se siguió la metodología de Ramos, et al. (2025) este proyecto ha tenido éxito experimentalmente en invernadero.

Como lo muestra la ilustración 29.



Ilustración 29 Etapas del proceso de elaboración del lixiviado

Fuente: Propia

El plátano Macho requiere una alta cantidad de nutrientes, lo que puede provocar el desgaste del suelo y llevar a los agricultores a usar más fertilizantes comerciales, cuyos precios en la última década han incrementado. Esta situación afecta sobre todo a los pequeños productores, que en ocasiones no pueden cubrir dichos costos, disminuyendo la rentabilidad y elevando la posibilidad de que abandonen sus parcelas. Ramos, et al. (2025). La siguiente tabla muestra el primer registro de esta reproducción de lixiviado, que agrego valor nutricional para el cultivo experimental durante su primera fertilización en agosto. Como lo muestra la tabla 9.

Tabla 9 Proceso de elaboración de lixiviado

Días	Recirculación	Volumen en litros	Colorimetría	% de material restante	observaciones
0	no	10	transparente	100%	Inicio de PEA
2	si	10.5	Muy claro	97%	Inicia goteo lento
4	si	11	Muy claro	95%	Se acelera fermentación
6	si	12	Amarillo claro	93%	Aumento de temperatura
8	si	13.5	Amarillo claro	90%	Primer olor fermentativo
10	si	14	Amarillo medio	87%	Material comenzando a compactarse
12	si	14.5	Amarillo medio	84%	Burbujeo leve
14	si	15	Amarillo intenso	81%	Mezcla homogénea
16	si	15.5	Amarillo intenso	78%	Lixiviado más denso
18	Si	16	Amarillo oscuro	74%	Fuerte

					actividad microbiana
20	si	16.5	Amarillo oscuro	70%	Mayor extracción de jugos
22	si	17	Ámbar claro	66%	Se reduce material fibroso
24	si	17.5	Ámbar claro	63%	Ph estabilizado (se reduce el burbujeo y el olor se vuelve menos acido)
26	si	18.5	Ámbar medio	59%	Mezcla más viscosa
28	si	19.5	Ámbar medio	55%	Olor acido estable
30	si	20	Ámbar oscuro	50%	Material
					vegetal colapsado
32	si	21.5	Ámbar oscuro	46%	Filtración más limpia
34	si	22.5	Ámbar oscuro	42%	Restos más finos
36	si	23.5	Ámbar	38%	Sedimentos en fondo
			muy oscuro		
38	si	24	Ámbar muy oscuro	33%	Lixiviado sin viscosidad (casi completo)
40	si	25	Ámbar muy oscuro	25%	Fin del proceso, se destina este ¼ de residuos fibrosos para sustratos de semilleros

Fuente: Propia

La reproducción total obtenida del pseudotallo de una planta cosechada y su raquis fue de 25 litros por periodo. Considerando que la concentración adecuada al momento de la aplicación a la planta y la lámina foliar es de 80 agua y 20 lixiviado, bajo esta dilución se obtiene en total de 225 litros. Sin embargo para estudios futuros en lixiviado almacenado se reserva un porcentaje, y solo se usan 100 litros diluidos en agua, posteriormente se aplicaron alrededor de cada planta en toda la parcela. De acuerdo con una dosificación de 200 ml por planta y 50 ml a las hojas. Esto alcanzaría a cubrir una dosificación de 340 plantas. Por otro lado, respecto al precio de la urea y triple 17 que son agroquímicos, en la primera dosificación se requirió costear 600 pesos para igualar la dosificación del lixiviado. La siguiente tabla muestra el beneficio costo del lixiviado comparado con la fertilización de agroquímicos para este cultivo experimental. Como lo muestra la tabla 10.

Tabla 10 Comparación de costo beneficio de aplicación de lixiviado vs urea y triple 17

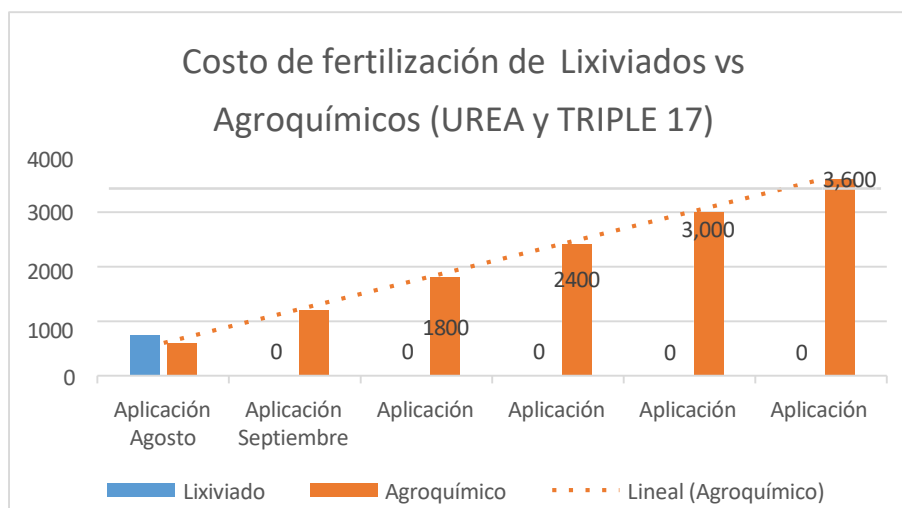
Producto	Costo	Presentación	Riesgos al	Riesgos de	Beneficios
----------	-------	--------------	------------	------------	------------

fertilizante			suelo	aplicación	
Lixiviado	\$726 solo en la primera aplicación	Líquido	Ninguno	Ninguno	A mediano y largo plazo
Urea y Triple 17	\$600 en cada aplicación	Granulado	Altos	Medios	Solo a corto plazo

Fuente: Propia

El costo y manejo de los fertilizantes tiene un impacto periódicamente muy distinto, se asume que el uso del lixiviado tiene más rentabilidad, ante los agroquímicos.

La siguiente gráfica muestra el consumo monetario anual del lixiviado en el cultivo experimental uno y los agroquímicos urea y triple 17 para el cultivo control 2. Como lo muestra la gráfica 2.



Gráfica 2 Costos de lixiviados vs agroquímicos

Fuente: Propia

Fue conveniente usar lixiviados, debido a que solo se requirió una inversión de \$740.00 MXN. Por otro lado, se concluye que en un periodo de 11 meses el **79.44%** es el excedente de costos al usar los agroquímicos.

Además, el uso de los lixiviados beneficia orgánicamente a los suelos, considerándolo como sostenible y sustentable.

3.2.3 Manejo del agua

El uso adecuado del agua es imprescindible para cualquier cultivo, deben de tener un sistema hídrico y de drenaje adecuado para el uso de este vital líquido. En los cultivos de esta región la dosificación del agua es a través del sistema natural pluvial, sin la necesidad de un sistema de captación de agua. Sin embargo, y como se sabe los cultivos de plátano requieren de un buen suministro de agua. El manejo adecuado del agua en el

Capítulo 3. Metodología

campo es esencial para asegurar la producción de alimentos y sostener el empleo de las familias mexicanas que dependen de la agricultura Álvarez, (2011).

Durante su desarrollo, el plátano requiere entre 100 y 250 mm de agua mensuales, pero el exceso de humedad puede provocar daños en las raíces, por lo que es indispensable contar con un drenaje adecuado. Es recomendable establecer el cultivo en zonas con una humedad relativa del 70 al 80%, ya que este nivel favorece una temperatura apropiada y reduce la pérdida de agua por evapotranspiración. Cherlinka, (2025). Para calcular el recurso hídrico con 2 metros entre plantas del cultivo experimental, se asume un marco aproximado de $2\text{ m} \times 2\text{ m} = 4\text{ m}$ cuadrados por planta, de esta forma el riego mensual fue de:

- Mínimo: $100\text{ L/m cuadrados} \times 4\text{ m cuadrados} = 400\text{ L/planta/mes}$
- Máximo $250\text{ L/m cuadrados} \times 4\text{ m cuadrados} = 1000\text{ L/planta/mes}$

En el riego diario: se divide entre 30 días, como lo muestra la tabla 11:

Tabla 11 Datos hídricos de aplicaciones a cada planta

Requerimiento hídrico en promedio	Litros/mes por planta	Litros/día por planta
En edad de 0 a 4 meses	120 L	4 L/día
En edad de 5 a 8 meses	240 L	8 L/día
En edad de 7 a 12 meses	360 L	12 L/día

Fuente: propia

La fuente hídrica natural proviene de la misma parcela como lo muestra la ilustración 30.



Ilustración 30 Manantial del primer cultivo experimental

Fuente: propia

En este sentido, cada planta de plátano variedad Hartón requirió de entre 4 y 12 litros de agua diarios, mismos que fueron suministrados para evitar la deshidratación de cada planta. Además, en este cultivo existe un manantial el cual en temporada de lluvia suele crecer, se decidió que lo más conveniente fue desviar la dirección del mismo, a través de un surco que se realizó con el uso de herramientas manuales lo que permitió Re direccionarlo a 10 metros de distancia del cultivo, ya que su trayectoria original atravesaba $\frac{1}{4}$ parte del cultivo. También este manantial se ha usado para realizar la limpieza y desinfección de las herramientas, asimismo, para el suministro hídrico de un invernadero de reproducción de semillas de

Capítulo 3. Metodología

plántulas que se encuentra a 20 metros del manantial. La ilustración 30 muestra el origen del agua.

Respecto a la temporada de sequía o calores prolongados, se requirió suministrar el agua por bomba, la cual funciona a gasolina, su presión de 3 caballos (HP) tiene la capacidad para regar el cultivo de 1/5 ha durante dos horas. Por otro lado, en el mes de julio se requirió hacerle un riego derivado de las altas temperaturas y escasas lluvias. La fuente de agua se encuentra en el cultivo, de esta manera el productor teniendo este manantial facilita la tarea del riego, el método manual fue poner la manguera flexible de 2 pulgadas de diámetro dentro del manantial y encender la bomba para que abasteciera a las plántulas. La ilustración 31 muestra el tipo de bomba que se necesitó para regar el cultivo experimental.



Ilustración 31 Equipo de bombeo

Fuente: propia

La ilustración 12 muestra las capacidades de la bomba.

Tabla 12 Consumo hídrico

Equipo	Plantas a regar	Clase	Consumo por hora	Horas trabajadas	Consumo de gasolina	Costo total	Días requeridos
Antarix	340	Motor a gasolina	500 ml	2	2 litros	\$50 pesos	2 días

Fuente: propia

El suministro de riego fue importante durante el periodo del cultivo, se requirió del uso de una bomba de motor a gasolina para abastecer al primer cultivo experimental.

Capítulo 3. Metodología

Se utilizó un trípode de riego que abarco un diámetro de 10 metros en su circunferencia, y se fue colocando por secciones hasta cubrir el área total del cultivo, como lo muestra la siguiente ilustración. El costo que requirió el cultivo para suministrarle agua, implico solo un litro de gasolina, con tan solo dos horas se logró hidratar de aproximadamente 13 litros por planta al cultivo experimental de 340 plantas. La siguiente tabla muestra los días y el proceso de aplicación.

Considerando desde la etapa de siembra junio hasta su desarrollo vegetativo en noviembre, solo se requirió el uso de esta planta por dos días. Con un costo de \$100 pesos.

La ilustración 32 muestra el sistema de riego.



Ilustración 32 Aplicación de riego con trípode

Fuente: propia

3.2.4 Producción de cultivos

La agricultura es un proceso productivo definido por factores históricos y sociales, donde el ser humano emplea sus conocimientos y herramientas para modificar el entorno físico y biológico. De esta interacción obtiene productos útiles provenientes de plantas y animales Parra, et al. (1986).

Las actividades realizadas dentro del proceso de producción vegetativa de los cultivos se registró, monitoreo y controló con herramientas de campo como el flexo metro, bitácora de campo, formatos de registro y digitalmente con aplicaciones de paquetería office. Las etapas de desarrollo vegetativo del primero, segundo, tercero y cuarto mes del año 2025, así como, el desarrollo productivo de los meses de abril y mayo del año 2026 tuvieron consumos constantes.

Capítulo 3. Metodología

Para la obtención de los datos del primer cultivo experimental se requirió diluir los lixiviados al 80% con agua alcanzando a producir 100 litros de lixiviados. Los cuales se utilizaron con una aplicación de 200 mililitros por cada planta y con esta producción de lixiviado se pudo cubrir la primer etapa de fertilización, asimismo el resto de las etapas de aplicación. Los datos de esta BPA se registraron como lo muestran a continuación las siguientes tablas.

Como lo muestra la tabla 13.

Tabla 13 Registro de lixiviado en primer cultivo experimental

Control mensual del primer cultivo experimental de fertilización y registro de desarrollo vegetativo del mes de Agosto 2025							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Lixiviados aplicados en ml.	Altura de planta	Circunferencia de pseudotallo (media)	No. De hojas (media)	No. De hijuelos (media)
C-1	38	Ninguna	7600 ml	51 cm.	10 cm.	3	0
C-2	38	Ninguna	7600 ml	57 cm.	9 cm.	3	0
C-3	38	Ninguna	7600 ml	52 cm.	9cm.	3	0
C-4	38	Ninguna	7600 ml	48 cm.	9cm.	3	0
C-5	38	Ninguna	7600 ml	44 cm.	10 cm.	2	0
C-6	38	Ninguna	7600 ml	51 cm.	9 cm.	2	0
C-7	38	Ninguna	7600 ml	55 cm.	9 cm.	3	0
C-8	38	Ninguna	7600 ml	47 cm.	10 cm.	3	0
C-9	36	Ninguna	7600 ml	59 cm.	10 cm.	2	0
				51 cm.	9.44	2.66	0

Fuente: Propia

Las actividades de medición son importantes, estas determinaron el crecimiento en cada planta, asimismo se deben llevar a cabo la recopilación de datos en una bitácora de campo. La siguiente ilustración muestra las actividades realizadas en el periodo correspondiente a dichas prácticas. Como lo muestra la ilustración 33.



Ilustración 33 Medición y registro de crecimiento vegetativo

Ambos Fuente: propia

La tabla 14 muestra el control mensual del cultivo experimental.

Tabla 14 Registro de aplicación de lixiviado en primer cultivo experimental

Control mensual del primer cultivo experimental de fertilización y registro de desarrollo vegetativo del mes de Septiembre 2025

Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Lixiviados aplicados en ml.	Altura de planta	Circunferencia de pseudotallo (media)	No. De hojas (media)	No. De hijuelos (media)
C-1	38	Ninguna	7600 ml	1.20 mt.	13 cm.	4	0
C-2	38	Ninguna	7600 ml	1.15 mt.	12 cm.	4	0
C-3	38	Ninguna	7600 ml	1.22 mt.	13 cm.	5	0
C-4	38	Ninguna	7600 ml	1.19 mt.	11 cm.	5	1
C-5	38	Ninguna	7600 ml	1.27 mt.	12 cm.	4	1
C-6	38	Ninguna	7600 ml	1.30 mt.	13 cm.	4	0
C-7	38	Ninguna	7600 ml	1.30 mt.	13 cm.	4	0
C-8	38	Ninguna	7600 ml	1.28 mt.	12 cm.	5	0
C-9	36	Ninguna	7600 ml	1.29 mt.	13 cm.	5	1
				1.24	12.44	4.44	0.33

Fuente: Propia

La ilustración 34 muestra la continuidad de la recolección de datos, así como el control del desarrollo vegetativo del cultivo.



Ilustración 34 Control y monitoreo del primer cultivo experimental de septiembre

Fuente: propia

La tabla 15 muestra el control de fertilización y el control vegetativo del mes de octubre.

Tabla 15 Registro de aplicación de lixiviado en primer cultivo experimental

Control mensual del primer cultivo de fertilización y registro de desarrollo vegetativo del mes de Octubre 2025							
Columna	Número de plantas	Plantas con retraso	Lixiviados aplicados en ml	Altura de planta	Circunferencia del pseudotallo	Número de hojas	Número de hijuelos
C-1	38	Ninguna	7600 ml	1.58 mt.	27.10 cm.	7.80	2
C-2	38	Ninguna	7600 ml	1.47 mt.	26.20 cm.	6.90	2
C-3	38	Ninguna	7600 ml	1.53 mt.	26.00 cm.	7.30	3
C-4	38	Ninguna	7600 ml	1.42 mt.	25.80 cm.	6.50	3
C-5	38	Ninguna	7600 ml	1.56 mt.	27.70 cm.	7.70	2
C-6	38	Ninguna	7600 ml	1.49 mt.	27.00 cm.	6.60	1
C-7	38	Ninguna	7600 ml	1.45 mt.	26.90 cm.	7.20	2
C-8	38	Ninguna	7600 ml	1.54 mt.	27.50 cm.	6.70	2
C-9	36	Ninguna	7600 ml	1.46 mt.	25.00 cm.	6.55	4
				1.50	26.57	7.02	2.33

Fuente: Propia

La ilustración 35 muestra las prácticas realizadas.



Ilustración 35 Registro de desarrollo vegetativo del primer cultivo experimental del mes de octubre

Fuente: propia

La tabla 10 muestra el registro de las variables evaluadas.

Tabla 16 Registro de aplicación de lixiviado en primer cultivo experimental

Control mensual del primer cultivo experimental de fertilización y registro de desarrollo vegetativo del mes de Noviembre 2025							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Lixiviados aplicados en ml.	Altura de planta	Circunferencia de pseudotallo (media)	No. De hojas (media)	No. De hijuelos (media)
C-1	38	Ninguna	7600 ml	1.82 mt.	31.80 cm.	7	2
C-2	38	Ninguna	7600 ml	1.79 mt.	29.90 cm.	6	2
C-3	38	Ninguna	7600 ml	1.76 mt.	30.30 cm.	7	4
C-4	38	Ninguna	7600 ml	1.81 mt.	28.70 cm.	8	4
C-5	38	Ninguna	7600 ml	1.74 mt.	31.50 cm.	8	2
C-6	38	Ninguna	7600 ml	1.78 mt.	30.00 cm.	7	3
C-7	38	Ninguna	7600 ml	1.80 mt.	30.50 cm.	7	3
C-8	38	Ninguna	7600 ml	1.72 mt.	28.9 cm.	6	2
C-9	36	Ninguna	7600 ml	1.74 mt.	30 cm.	8	4
				1.77	30.17	7.1	3.4

Fuente: Propia

Capítulo 3. Metodología

El registro de la circunferencia se tomó con un metro como lo muestra la ilustración 36.



Ilustración 36 Registro de noviembre

Fuente: propia

Mediciones de crecimiento y desarrollo de la altura de la planta, con el uso de un flexómetro se tomaron las medidas de cada planta. Como lo muestra la ilustración 36.

La tabla 17 los registros del cultivo experimental.

Tabla 17 Registro de aplicación de lixiviado en primer cultivo experimental

Control mensual del primer cultivo experimental de fertilización y registro de desarrollo vegetativo del mes de Abril 2026							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Lixiviados aplicados en ml.	Altura de planta	Circunferencia de pseudotallo (media)	No. De hojas (media)	No. De hijuelos (media)
C-1	38	Ninguna	7600 ml	3.84 mt.	59 cm.	13	6
C-2	38	Ninguna	7600 ml	3.78 mt.	62 cm.	12	5
C-3	38	Ninguna	7600 ml	3.82 mt.	60 cm.	14	6
C-4	38	Ninguna	7600 ml	3.74 mt.	61 cm.	13	6
C-5	38	Ninguna	7600 ml	3.81 mt.	58 cm.	12	6
C-6	38	Ninguna	7600 ml	3.79 mt.	63 cm.	13	6
C-7	38	Ninguna	7600 ml	3.85 mt.	60 cm.	13	7
C-8	38	Ninguna	7600 ml	3.76 mt.	61 cm.	12	4
C-9	36	Ninguna	7600 ml	3.81 mt.	64 cm.	13	6
				3.80	60.88	12.77	5.77

La tabla 18 muestra el control del cultivo en el mes de mayo.

Tabla 18 Registro de aplicación de lixiviado en primer cultivo experimental

Control mensual del primer cultivo experimental de fertilización y registro de

desarrollo vegetativo del mes de Mayo 2026							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Lixiviados aplicados en ml.	Altura de planta	Circunferencia de pseudotallo (media)	No. De hojas (media)	No. De hijuelos (media)
C-1	38	Ninguna	7600 ml	4.00 mt.	60 cm.	12	7
C-2	38	Ninguna	7600 ml	3.95 mt.	63 cm.	13	5
C-3	38	Ninguna	7600 ml	3.88 mt.	60 cm.	15	7
C-4	38	Ninguna	7600 ml	3.92 mt	63 cm.	12	6
C-5	38	Ninguna	7600 ml	3.84 mt.	60 cm.	13	6
C-6	38	Ninguna	7600 ml	3.97 mt	64 cm.	13	6
C-7	38	Ninguna	7600 ml	3.79 mt.	62 cm.	13	7
C-8	38	Ninguna	7600 ml	3.90 mt.	61 cm.	12	4
C-9	36	Ninguna	7600 ml	3.76 mt.	63 cm.	14	6
				3.89	62.00	13.00	6.01

*El promedio mostrado en la última fila es el resultado final de todo el ciclo vegetativo y productivo 2026-2027 del cultivo experimental 1.

Respecto al segundo cultivo experimental se aplicación agroquímicos Urea y Triple 17, durante 6 etapas de dosificación los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla que concentra las seis aplicaciones.

Estos ensayos permiten analizar cómo factores genéticos, de manejo o ambientales influyen en el desarrollo y rendimiento, generando información clave para avanzar hacia métodos agrícolas más eficientes y sostenibles Hulatt & Freitas, (2024). La tabla 19 muestra los datos.

Tabla 19 Registro del desarrollo vegetativo y productivo del segundo cultivo experimental

Control anual del segundo cultivo experimental con lixiviado y registro de desarrollo vegetativo y productivo							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Aplicación de fertilizante	Altura de planta	Circunferencia del pseudo tallo	No. De hojas	No. De hijuelos
C-1	9	Ninguna	10 kg	2.90 mt	58 cm.	11	3
C-2	9	Ninguna	10 kg	2.75 mt	59 cm.	13	2
C-3	9	Ninguna	10 kg	3 mt	59 cm.	10	3
C-4	9	Ninguna	10 kg	3.20 mt	60 cm.	14	3
C-5	9	Ninguna	10 kg	3.83 cm.	57 cm.	11	3
C-6	9	Ninguna	10 kg	2.77 cm.	54 cm.	11	3
C-7	9	Ninguna	10 kg	2.75 cm.	62 cm.	11	2
C-8	9	Ninguna	10 kg	2.80 cm.	58 cm.	12	2

Capítulo 3. Metodología

C-9	9	Ninguna	10 kg	3.05 cm.	59 cm.	10	2
C-10	9	Ninguna	10 kg	3.1 cm.	55 cm.	13	4
C-11	9	Ninguna	10 kg	2.98 cm.	57 cm.	12	2
C-12	9	Ninguna	10 kg	3.04 cm.	63 cm.	11	2
C-13	9	Ninguna	10 kg	3.25 cm	61 cm.	12	2
C-14	9	Ninguna	10 kg	3.30 cm	60 cm.	12	4
C-15	9	Ninguna	10 kg	3.24 cm.	59 cm.	10	2
C-16	9	Ninguna	10 kg	3.30 cm.	61 cm.	12	3
Promedio total			170	3.07	58.87	11.56	2.62

Fuente: Propia

Diferencias del desarrollo vegetativo entre plantas del cultivo experimental 2. La ilustración 37 muestra las diferencias.



Ilustración 37 Monitoreo en el segundo cultivo experimental

Fuente: propia

3.2.4.1 Cultivos controles

Estos cultivos se están monitoreando solo in situ y su registro es en la bitácora de campo y de índole descriptivo, es decir, que no se alteró ninguna variable independiente. Las siguientes tablas muestran los valores obtenidos durante su observación de aplicación de agroquímicos durante seis etapas concerniente al primer cultivo control del productor Eusebio Aguilar, como lo muestra la tabla 20.

Tabla 20 Registro del desarrollo vegetativo y productivo de el primer cultivo control

Control mensual del primer cultivo control del registro de desarrollo vegetativo del mes de Agosto							
--	--	--	--	--	--	--	--

Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Agroquímicos aplicados en kg	Altura de planta	Circunferencia de pseudotallo	No. De hojas (media)	No. De hijuelos (media)
---------	---------------	---------------------	------------------------------	------------------	-------------------------------	----------------------	-------------------------

					(media)		
No aplica	300	Ninguna	75	60 cm.	13 cm.	3	0
Control mensual del primer cultivo control del registro de desarrollo vegetativo del mes de Septiembre							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Agroquímicos aplicados en kg	Altura de planta	Ciircunferencia de pseudotallo en cm	No. De hojas (media)	No. De hijuelos (media)
No aplica	300	Ninguna	150	71 cm.	15	4	0
Control mensual del primer cultivo control del registro de desarrollo vegetativo del mes de Octubre							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Agroquímicos aplicados en kg	Altura de planta	Circunferencia de pseudotallo en cm	No. De hojas (media)	No. De hijuelos (media)
No aplica	300	Ninguna	225	90 cm.	19	5	
Control mensual del primer cultivo control del registro de desarrollo vegetativo del mes de Noviembre							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Agroquímicos aplicados en kg	Altura de planta	Circunferencia de pseudotallo en cm	No. De hojas (media)	No. De hijuelos (media)
No aplica	300	Ninguna	300	110 cm.	23	6	
Control mensual del primer cultivo control del registro de desarrollo vegetativo del mes de Abril							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Agroquímicos aplicados en kg	Altura de planta	Circunferencia de pseudotallo en cm	No. De hojas (media)	
No aplica	300	Ninguna	375	3.10	56	11	3
Control mensual del primer cultivo control del registro de desarrollo vegetativo del mes de Mayo							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Agroquímicos aplicados en kg	Altura de planta	Circunferencia de pseudotallo en cm	No. De hojas (media)	
No aplica	300	Ninguna	450	3.39	53	11	
Promedio final			450	3.39	53	11	

Fuente: propia

Datos obtenidos del segundo cultivo control La tabla 22 muestra los valores obtenidos durante su observación del primer cultivo control del productor Erasto Alberto Sánchez

Tabla 21 Registro del desarrollo vegetativo y productivo del segundo cultivo control

3.2.4.2 Control mensual del segundo cultivo control del registro de desarrollo vegetativo y productivo en su ciclo anual

Control mensual del segundo cultivo control del registro de desarrollo vegetativo del mes de Agosto							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Agroquímicos aplicados en kg	Altura de planta en cm	Circunferencia de pseudotallo en cm	No. De hojas	No. De hijuelos (media)
No aplica	150	Ninguna	37.5	65 cm.	12 cm.	2	0
Control mensual del segundo cultivo control del registro de desarrollo vegetativo del mes de Septiembre							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Agroquímicos aplicados en kg	Altura de planta en cm	Circunferencia de pseudotallo en cm	No. De hojas	No. De hijuelos
No aplica	150	Ninguna	75	81 cm.	16 cm.	4	0
Control mensual del segundo cultivo control del registro de desarrollo vegetativo del mes de Octubre							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Agroquímicos aplicados en kg	Altura de planta en cm	Circunferencia de pseudotallo en cm	No. De hojas	No. De hijuelos
No aplica	150	Ninguna	112.5	97 cm.	19 cm.	6	0
Control mensual del segundo cultivo control del registro de desarrollo vegetativo del mes de Noviembre							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Agroquímicos aplicados en kg	Altura de planta en cm	Circunferencia de pseudotallo en cm	No. De hojas	No. De hijuelos
No aplica	150	Ninguna	150	115 cm.	22 cm.	7	2
Control mensual del segundo cultivo control del registro de desarrollo vegetativo del mes de Abril							
Columna	N° de plantas	Plantas con	Agroquímicos aplicados en	Altura de	Circunferencia de	No. De hojas	No. De hijuelos

		retraso	kg	planta en cm	pseudotallo en cm		
No aplica	150	Ninguna	187.5	2.95	57	10	3
Control mensual del segundo cultivo control del registro de desarrollo vegetativo del mes de Mayo							
Columna	N° de plantas	Plantas con retraso	Agroquímicos aplicados en kg	Altura de planta en cm	Circunferencia de pseudotallo en cm	No. De hojas	No. De hijuelos
No aplica	150	Ninguna	225	2.98	57	11	3

Fuente: propia

Los valores del segundo cultivo control se obtuvieron de los promedios de cada etapa de mes y se obtuvo un promedio total durante su ciclo vegetativo y productivo.

3.2.4.3 Propagación de plántulas en cámara térmica en Orizaba y Zapoapan.

En primera instancia, para la instalación de una cámara térmica en la región de Zapoapan y Orizaba, se requirió presupuestar y planear los suministros y la operación que conllevaría. **Presupuesto de cámara térmica en Zapoapan**

La construcción de los invernaderos experimentales es muy importante, sirven para la evaluación de una posible reproducción de plántulas de mejor genética, de este modo se realiza la instalación de dos de ellos y se construyen en diferentes zonas, el primero se instaló en el primer cultivo experimental. La tabla 22 muestra los insumos necesarios para su elaboración.

Tabla 22 Insumos para la fabricación de una cámara térmica en Zapoapan

Producto	Insumos	Costo	Herramientas	Tiempo de diseño, fabricación y montaje	Trabajadores
Invernadero de 4 metros de largo x 2 de ancho x 2 de altura	2 tramos de Varilla de 3/8 " - Hule para invernadero cedula 720 de 10 x 12 metros - Cinta gris para alta temperatura 1/4 de kilo de soldadura de cédula de 1/8"	\$500 \$1,800 \$45 \$50	Máquina de soldar Pulidora Arco	5 días	2

	• Disco de desbaste • Segueta standard	\$70			
		\$30			
Cama caliente de 1.20 metros x 3 metros	• 4 tramos de bambú • 1 costal de aserrín • 4 kg. de carbón vegetal • 2 latas de tierra negra • 2 kg. de hojarasca seca	\$30 \$50			
Total		\$ 2,575			

Fuente: propia

3.2.4.4 Construcción de la cámara térmica en Zapoapan

La participación del grupo de productores fue vital, así se facilitó su instalación, con los insumos necesarios se llevó a cabo la construcción de la estructura y se instaló en la parte central del cultivo, con la finalidad de obtener una radiación solar adecuada. La ilustración 38 muestra el trabajo en equipo y la culminación de este proyecto.

Como lo muestra la ilustración 38.



Ilustración 38 Construcción de cámara térmica en el primer cultivo experimental

Fuente: Propia

3.2.4.5 Elaboración del sustrato

Un sustrato no solo sostiene a las plantas, sino que favorece un buen desarrollo radicular, una nutrición adecuada y un fortalecimiento general, contribuyendo a obtener plantas sanas desde la germinación hasta la cosecha. Por ello, elegir un sustrato de calidad es crucial, esto puede definir si un proyecto agrícola resulta rentable o genera pérdidas Valencia, (2024).

Para homogenizar un sustrato adecuado se requirió de insumos orgánicos que potencializaran la actividad de los microorganismos, en la propagación de plántulas, este tipo de compuesto es crucial para que se desarrollen de forma más acelerada. La siguiente ilustración muestra la preparación del sustrato compuesto de; 4 kg de carbón vegetal molido, 3 cubetas tierra negra tamizada, 1 cubeta de aserrín molido de madera no tratada y $\frac{1}{2}$ cubeta de ceniza de madera no tratada. Para llenar la cama fue necesario preparar 8 cubetas de los insumos antes mencionados. Como lo muestra la ilustración 39.

Capítulo 3. Metodología

Preparación del sustrato.



Ilustración 39 Preparación del sustrato orgánico

Fuente: propia

3.2.4.6 Preparación

Se juntan todos los materiales secos y se empieza a voltear en repetidas ocasiones hasta obtener una mezcla totalmente homogénea. Después se distribuye en la cama

La ilustración 40 muestra la cama en su proceso de reproducción.



Ilustración 40 Distribución del sustrato orgánico en la cámara térmica

Fuente: propia

3.2.4.7 Selección de cormo

Asimismo, se inició el proyecto de la reproducción de semillas, en esta etapa de producción se evaluó las posibilidades de no depender de la compra de las plántulas, sino que en vez

Capítulo 3. Metodología

de esto, reproducirlas, la base fue la selección de una planta madre vigorosa que ya cosecho y garantizando que su reproducción tendrá plántulas de buena estructura, ofertando buenos racimos.

Para encausar este proyecto se requirió de la impartición de un taller en campo, donde los productores practicaron cada paso del proceso de reproducción. La siguiente ilustración muestra las actividades ejecutadas por los productores

- Selección de la planta madre, es muy importante verificar el estado de sanidad y genética de la planta, esta actividad se efectuó a través de una supervisión visual que determina si la planta cuenta con las características necesarias para su extracción y condición aceptable en el proceso de la elaboración del lixiviado. Como lo muestra la ilustración 41.



Ilustración 41 Extracción de planta madre del segundo cultivo experimental

Fuente: propia

- Se extrae el cormo de la planta madre. La planta madre debe ser extraída de forma segura, en este sentido, es muy importante tomar las medidas preventivas a través del uso de herramientas desinfectadas, asimismo, se debe contemplar el corte necesario y el tiempo de aprovechamiento del pseudotallo, esta biomasa no debe exponerse por tiempo prolongado al sol, ya que esto la deshidrata. El manejo oportuno aplicando los SGC ayudaron a su aprovechamiento como residuos orgánica. Como lo muestra la ilustración 42



Ilustración 42 Cormo madre

Fuente: propia

Selección de piezas a sembrar como lo muestra la ilustración 43.



Ilustración 43 Proceso de desinfección

Fuente: propia

- Proceso fitosanitario, como lo muestra la ilustración 43.
- Practica taller de propagación de yemas del cormo. Los productores mejoraron sus habilidades al poner en función las técnicas de corte y rebanado.

Como lo muestra la ilustración 44.



Ilustración 44 Pelado del cormo

Fuente: propia

- Fracción del cormo en 10 partes como lo muestra la ilustración 45.



Ilustración 45 Corte distribuido del cormo

Fuente: propia

- Se colocaron en la cámara térmica, a la cual se le agregó un sustrato preparado de (gallinaza, carbón vegetal molido, tierra, aserrín).

Como lo muestra la ilustración 46.



Ilustración 46 Siembra en cámara térmica en el primer cultivo experimental

Fuente: propia

Los invernaderos son instalaciones diseñadas para proteger los cultivos en zonas de climas adversos. Gracias a ellos es posible mantener producciones en regiones frías o adelantar el desarrollo de cultivos de temporada. Agroingeniería, (2022).

El objetivo de construir este invernadero, fue para la reproducción de semillas, usándolo como cámara térmica. Esta fue una opción viable para garantizar plántulas de buenas características. La siguiente tabla muestra el comparativo de costos beneficio de la cámara térmica, así como la adquisición directa de un invernadero externo de un proveedor originario de Dos Ríos, Atzacan. Como lo muestra la tabla 23.

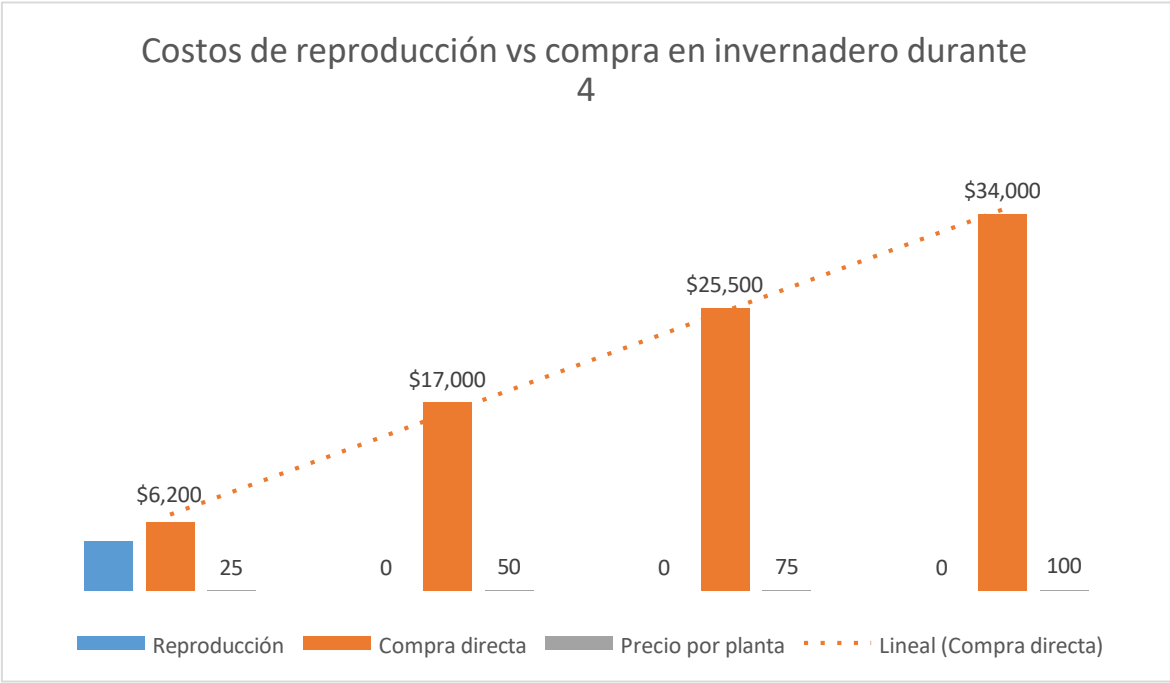
Tabla 23 Costo beneficio de semillas compradas vs producidas

Costo - beneficio de la reproducción de semillas vs. Compra directa en invernadero					
Producto	Costo	Método	Cantidad de plantas	Tiempo de adquisición	Garantía de genética
Reproducción de semillas	\$4,500 (una sola inversión)	Reproducción	50 x una cepa	3 meses	95%
Compra directa en invernadero	\$6,800	Compra directa	340	Un día	65%

Fuente: propia

La siguiente gráfica muestra la diferencia entre los costos de la propagación en invernadero y la compra de las plántulas. Se considera también el aumento del precio de la planta por año, en este caso se ha visto en un incremento aproximado de un 50%. Como lo muestra la gráfica 3.

Gráfica 3 Costos de propagación de plántulas en 1/5 ha



Fuente: propia

La producción de semillas exige dominar diversas técnicas prácticas, y las dificultades varían según la especie a multiplicar. Por ello, este proceso requiere un grado de especialización IFQFB, (2021).

El proceso de reproducción de semillas a través de camas calientes se viene monitoreando con herramientas como el termómetro, dosificación de agua así como el control de la humedad. En relación a la temperatura debe estar en un rango de 20° a 40°, una forma de controlar el exceso de temperatura es abrir una parte de la puerta del invernadero para que se disipe el calor al exterior. Por otro lado, derivado de la dosificación de agua que son 5 litros por la mañana y 5 por la tarde dependiendo de la prueba del dedo (se ingresa el dedo mayor para detectar rasgos de humedad, si sale seco se debe aplicar agua, caso contrario se reserva para su siguiente horario de aplicación), la reproducción de semillas tiene un lapso de 30 días aproximadamente, por supuesto existen variables que pueden acortar o alargar el proceso reproductivo. En este sentido es importante monitorear diariamente el invernadero y registrar los datos más importantes.

La siguiente tabla muestra los criterios que se tomaron en consideración para una mejor condición climática dentro del invernadero. Como lo muestra la tabla 24.

Tabla 24 Monitoreo y control en cámara térmica

	Temperatura promedio semanal	Humedad de la cama	Limpieza de otros vegetales	Suministro hídrico matutino	Suministro hídrico vespertino
Actividad	Toma registro y de	Revisión diaria con	Todos los días	Dosificar 5 litros con	Dosificar 5 litros con

Capítulo 3. Metodología

	temperatura diaria con el uso del termómetro	el dedo mayor dentro de la cama		una jarra	una jarra
--	---	--	--	-----------	-----------

Fuente: propia

Para formalizar esta investigación se realizaron alianzas estratégicas con las autoridades del municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz, la apertura de una cita que concedió el Presidente José Luis Cortés en su casa, de esta reunión se trataron temas relacionados con la agricultura orgánica, los proyectos presentados llamaron su atención y derivado de estos planes estratégicos programó una visita para ver los avances de los proyectos experimentales.

Como lo muestra la ilustración 47.



Ilustración 47 Visita de la autoridad al segundo cultivo control

El recorrido el cual realizo el presidente comprendió primero la visita al primer cultivo control en donde constató el desarrollo del plátano en su nivel convencional. La siguiente ilustración muestra el recorrido a este cultivo, propiedad del Agente Municipal Sr. Erasto Alberto Sánchez. Como lo muestra la ilustración 47.

En la siguiente visita el presidente se dirigió al cultivo experimental, propiedad del productor Aniceto Quechulpa Hernández, de esta manera el presidente pudo apreciar las investigaciones realizadas y los avances agronómicos orgánicos en este cultivo. La ilustración 48 muestra la presencia de la autoridad municipal de Ixtaczoquitlán.

Cultivo experimental Zapoapan.



Ilustración 48 Presidente José Luis Cortés y el comité de productores

Fuente: propia

Visita de la autoridad como lo muestra la ilustración 48.



48 Visita del presidente y el comité al primer cultivo experimental

También observó el desarrollo de los lixiviados, las plántulas en invernadero y el desarrollo vegetativo del cultivo de las 340 plantas del plátano Hartón y la cámara térmica.

La ilustración 48 muestra la supervisión del presidente.

3.2.4.8 Instalación de cámara térmica en Orizaba

Por otro lado. Se instaló un segundo invernadero experimental ubicado en la ciudad de Orizaba, Veracruz, para la realización de su construcción, se empleó un diseño diferente, cambiando la estructura metálica por una de bambú, se sembraron cormos de edades similares y palos de la planta de ornato Maicera.

Como lo muestra la ilustración 49.



Ilustración 49 Fabricación de la segunda cámara térmica en Orizaba

Fuente: propia

5 meses ocupando la mitad del invernadero y en la otra mitad se sembró maicera cumpliendo así dos cultivos en un sistema controlado, esta cobertura permite no competir por los nutrientes de las plántulas y aporta reestructuración a los suelos. Las ilustraciones 49 y 50 muestran la secuencia de su diseño, construcción y montaje.

Como lo muestra la ilustración 50.



Ilustración 50 Cultivo de asociación en cámara térmica en Orizaba

Fuente: propia

Los procesos en campo tienen un efecto diferente que los de invernadero, el primero se expone y da un resultado de sobrevivencia o muerte a corto plazo, en caso de los invernaderos su propagación es más segura, sin embargo, tan solo un cambio de variable de temperatura puede determinar el ciclo biológico de la planta.

La tabla mu 25 muestra los costos que requirió la construcción de este invernadero con dimensiones de 1.20 metros de ancho x 1.50 metros de altura x 1.60 de lar

Tabla 25 Insumos y suministros para la fabricación de la cámara térmica en Orizaba

Producto	Insumos y sus costos	Proveedor	Tra	Tiem	Ben	Preci	Depreci
----------	----------------------	-----------	-----	------	-----	-------	---------

			b ajad ore s	p o de elabo r ación	e ficio s	o en el merc ado	a ción
Invernadero de cama caliente	- Hule para invernadero cédula 7208 metros x 10 metros \$750 3 tramos de bambú \$100 - Cinta de alta temperatura \$45 - Rafia ¼ \$20	- Mercado libre - Vecino de la colonia - Mercado libre - Tienda	1	2 días	30 plántulas	\$900	A los cuatro años
total	\$915						

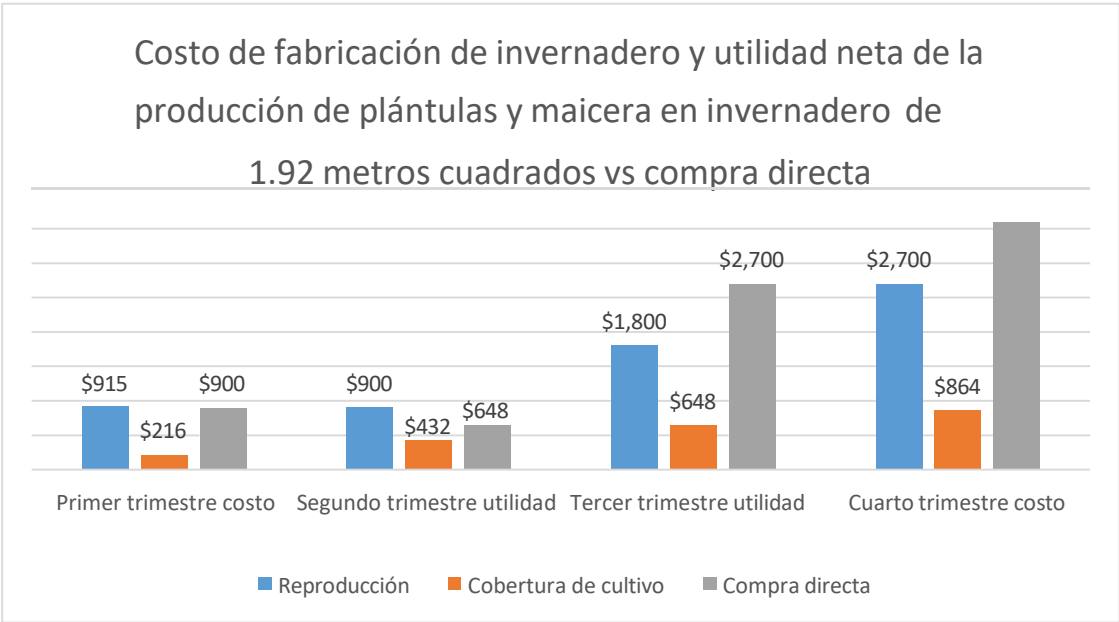
Fuente: propia

Además se aprovechó este invernadero para realizar un experimento en el que se determinara si la siembra de maicera en camas calientes es más corta y con mejores resultados vegetativos, por consiguiente se determinó sembrar 48 palos de esta planta con un costo de .50 centavos cada uno, esto implicó un costo de \$24 pesos. La siguiente gráfica muestra los costos beneficios de la construcción y reproducción de plántulas y maicera vs compra directa en invernadero.

3.2.4.9 Costo de fabricación de invernadero

La estructura de la cámara térmica se fabricó con insumos reciclados, este aprovechamiento ayudo a reducir los costos y ponerlo en función en una economía circular. Además su interacción con las plántulas es acorde a una agricultura controlada regenerativa. Como lo muestra la gráfica 4.

Gráfica 4 Costo de instalación de cámara térmica



Fuente: propia

Se consideró que la mano de obra por hombre en promedio tiene un alcance de un área de 1/5 parte de una Ha, tomando como consideración que solo requeriría apoyo con otros dos trabajadores durante el proceso de siembra, la recolección de desechos orgánicos (hojas contaminadas con sigatoka amarilla y negra) y la temporada de cosecha. Asumiendo estos apoyos, tendrían unos costos aproximados de \$2000 en la siembra, \$500 recolección de desechos y \$5000 en la cosecha. Esto nos arroja un costo de \$7,500.

3.2.4.10 Costos de producción

A continuación se muestra la tabla 26 de costos de producción aproximados, para este ciclo de cosecha el productor Aniceto Quechulpa Campos del primer cultivo experimental.

Tabla 26 Costos de fabricación de cámara térmica de Zapoapan

Ciclo inicio	Ciclo cierre	Objetivo	Costos	Ventas pronosticadas	Pre cio por kilo	Utilida d bruta	Utilida d neta
Junio 2025	May o 2026	Aumentar el peso del racimo	340 plantas \$6,800 - Transporte \$500 - Machetes \$180 - Desinfectantes \$150	6800 kilos	\$6	\$40,800	\$22,060
			Herramientas poka yoke				

			\$160				
			• Tapete filtro \$350				
			• Carretilla \$1,500				
			• Depreciación \$2,000				
			• Costos considerados				
			• Capacitación				
			• Sueldos trabajadores				
			• EEP				
			• Seguro contra desastres mayores				
			• Imss				
			Predial o renta				
			Total \$18,740				

Fuente: propia

Por hectárea **\$110,300**

3.2.4.11 Cultivo de maicera en asociación o cobertura con el cultivo de plátano Hartón

El cultivo de cobertura es amigable y viable para sostener los costos e incluso en otros cultivos tiende a generar mayor utilidad neta que con el iniciado. Se realizaron pruebas de campo en el cultivo experimental incursionando la maicera, esta planta de ornato no compite con los nutrientes del plátano y aporta un valor de reestructuración edafológica, además existen otros tipos de siembra como el frijol y hortalizas que conviven en simbiosis con el plátano de esta variedad. En este sentido se muestra los cultivos de cobertura que se han sembrado no solo a los laterales de este cultivo de plátano Hartón, sino que también dentro del mismo, aprovechando las calles y asegurando ingresos que ya se están usando para la ampliación de una hectárea. La ilustración 51 muestra la preparación que se efectuó para la siembra de la planta denominada la maicera.

Capítulo 3. Metodología

Trabajos de preparación del cultivo asociado.



Ilustración 51 Selección de cobertura en el primer cultivo experimental

Fuente: propia

Posteriormente se sembró de acuerdo a la técnica que establece dejar unos tres centímetros de distancia entre cada palo. La etapa de floración se llevó aproximadamente 3 meses, esta cobertura de cultivo aportó un ingreso económico muy significativo. Como lo muestran las imágenes 52 y 53.



Ilustración 52 Corte y sembrado de maicera en primer cultivo experimental

Fuente: propia

Como lo muestra la ilustración 53.



Ilustración 53 Cultivo en su desarrollo vegetativo y productivo

Fuente: propia

3.2.4.12 Costo beneficio del cultivo de cobertura de la planta de ornato maicera

A continuación la tabla 27 muestra el registro del ingreso económico de este sembrado, considerando que la calle tiene 3 metros de amplitud, se prestó el espacio para generar este ingreso, además las plantas de plátano laterales se encontraron en buen desarrollo.

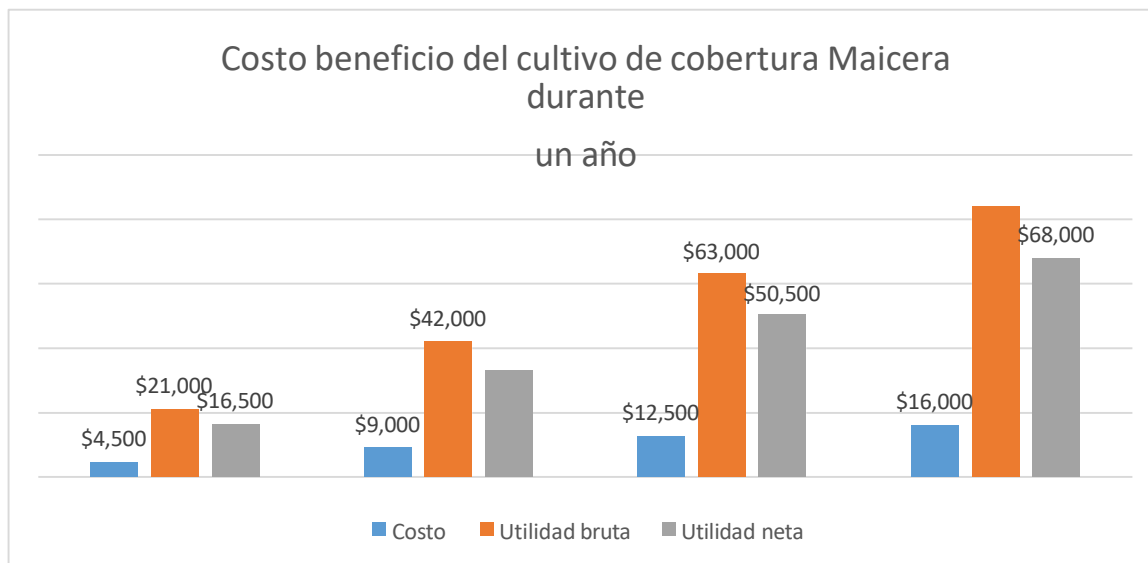
Tabla 27 Inversión de cultivo de maicera

Cultivo de cobertura	Inversión x planta	Cantidad plantada	Periodo de desarrollo	Trabajadores	Tiempo de sembrado	Costo	Utilidad neta
Maicera	0.50 centavos	7000	3 meses	2	2 días	\$3,500 (insumo) 1000 (trabajadores)	\$21,000
						\$4,500	

Fuente: propia

La gráfica 5 muestra el comparativo entre los costos-beneficios de la cobertura de cultivo de la planta maicera con el plátano Hartón.

Gráfica 5 Costo beneficio de cobertura de cultivo



Fuente: propia

En este sentido, el cultivo de cobertura aportó grandes beneficios financieros que permitieron amortiguar los costos de producción que requirió la plantación de plátano, además del fortalecimiento edafológico que permitió el progreso vegetativo de ambos cultivos.

Los indicadores de productividad son herramientas que las empresas emplean para medir su desempeño y la eficiencia de sus procesos. A través de ellas se identifican las mejores opciones para optimizar resultados y disminuir costos (Hernández, 2025).

3.2.4.13 Cultivo experimental 2

En este cultivo, algunas plantas madres alcanzaron su madurez de floración total. Cuando las plantas de banano transitan de la fase vegetativa a la etapa reproductiva, se manifiestan cambios visibles en su desarrollo, la aparición de las inflorescencias marca el inicio del proceso productivo, indicando que la planta ha alcanzado su madurez fisiológica Jocelyn, (2024).

La ilustración 54 muestra el cultivo experimental donde se obtuvo la cosecha de las 47 plantas.



Ilustración 54 Segundo cultivo experimental

Fuente: propia

Maquilado de embolse

Prioritario fue la elaboración de las bolsas, las cuales en el mercado tienen un costo de \$40 por unidad, en este sentido, se evaluó y optó por elaborarlas, de este modo, se requirieron los siguientes insumos como lo muestra la siguiente ilustración.

Con los insumos, el siguiente paso fue realizar su fabricación, la ilustración 55 muestra la secuencia de la elaboración.



Ilustración 55 Insumo y su trazado para el embolsado

Fuente: propia

Primer paso: se midió la longitud estándar de 1.20 metros de largo por 80 centímetros de ancho. Como lo muestra la ilustración 55.

Capítulo 3. Metodología

Segundo paso: se dobla hasta tener un ancho de 10 cm. Y se perfora en distancia de 15 cm. A lo largo de la bolsa. y se unen los lados laterales con cinta diurex gruesa. Como lo muestra la ilustración 56.



Ilustración 56 Perforado y pegado de la bolsa

Fuente: propia

Finalmente se atraviesa un hilo de poliéster (rafia de un grosor delgado), con un color que identifique la semana a embolsar. Como lo muestra la ilustración 57.



Ilustración 57 Terminado del maquilado de la bolsa

Fuente: propia

Una vez elaborada la bolsa, se emplearon las prácticas de desflore, desmane y desbellote se realizaron a cada una de las plantas. El desflore consiste en retirar las estructuras florales cuando se encuentran orientadas de forma paralela al suelo y presentan tonalidades entre habana y café. Esta práctica previene el desagarre de los frutos y reduce la propagación de plagas y enfermedades causadas por insectos y hongos.

Capítulo 3. Metodología

Respecto al desmane, es la operación mediante la cual se eliminan manualmente, de abajo hacia arriba, las manos falsas o incompletas del racimo, así como aquellas adicionales cuya presencia pudiera afectar la obtención de dedos con calidad comercial.

En relación al desbellote, este implica la remoción de la bellota con el fin de disminuir riesgos fitosanitarios y favorecer un mejor desarrollo y llenado del fruto.

Finalmente, el embolsado se debe realizar cuando la bellota mire hacia el suelo, de forma manual se retira dejando una distancia de tronco de por lo menos 15 centímetros en promedio. Hernández (2013).

Las imágenes 59 a la 61 muestran el proceso de las prácticas realizadas en el segundo cultivo experimental, que corresponde a la Sra. Hernández.



Ilustración 58 Desflore en el segundo cultivo experimental

Fuente: propia

3.2.4.14 Desmane



Ilustración 59 Desmane de la mano más pequeña y ubicación del dedo castigo Ilustración: propia



Ilustración 60 Desprendimiento de la bellota

Fuente: propia

3.2.4.15 Embolse



Ilustración 61 Embolse del racimo Fuente: propia

Se pesaron los racimos para promediar el peso. La ilustración 62 muestra dos de los cuarenta y siete racimos cosechados.



Ilustración 62 Cosecha del segundo cultivo experimental Fuente: propia

Respecto al cultivo control del productor Eusebio Aguilar, no se aplicaron las BPA, y las plantas que cosecharon dentro de este cultivo se recolectaron de manera simultánea los 5 racimos.

Capítulo 3. Metodología

Se muestran algunos racimos de plátano cosechados del primer cultivo control, estos racimos provienen de plantas extras, es decir, las 300 plantas estudiadas se comparan adelante en el mismo ciclo que el primer cultivo experimental. Como lo muestra la ilustración 63.

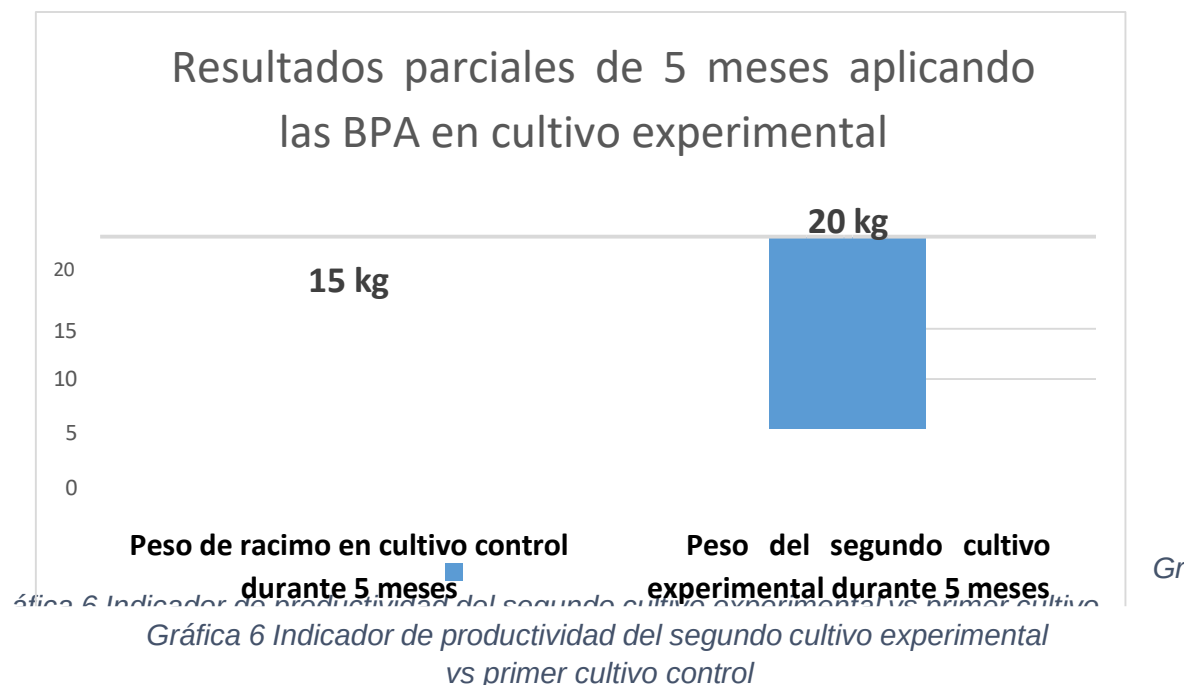


Ilustración 63 Cosecha del primer cultivo control

Fuente: propia

A continuación la gráfica 6 muestra los resultados del segundo cultivo experimental y el primer cultivo control.

Indicadores de productividad



Fuente: propia

Capítulo 3. Metodología

El cuidado del crecimiento de los frutos es primordial, esto permitió que el desarrollo de los plátanos en el cultivo experimental se llevó de forma adecuada a través de la aplicación de las BPA, los resultados del peso del racimo en ambos cultivos muestra la gran diferencia que arrojaron el peso de cada racimo, por el momento se concluye que las podas, el corte quirúrgico y el embolsado, fueron un gran diferenciador en esta etapa reproductiva.

3.2.5 Protección de cultivos

Las BPA nos ayudan a implementar un Manejo Integral de Plagas MIP, este método, se aplicó a través de trampas artesanales, seccionando bloques de pseudotallo sano de 5 cm de altura, y colocando dos piezas con una calceta dejando un espacio para la entrada del insecto, también se usaron feromonas (para picudo negro). Las trampas se colocaron alrededor del cultivo. La ilustración 64 muestra la elaboración de las trampas.



Ilustración 64 Colocación de trampas artesanales

Fuente: propia

Esta actividad es una de las más importantes, la infestación actual de las plagas se ha reducido, y ahora también se emplean talleres y MIP en regiones circunvecinas como son; Nexca, la Cuesta del Mexicano y Fresnal. Las trampas artesanales y los hongos entomopatógenos sirven para mantener poblaciones bajas de plagas.

3.2.6 Gestión de energía y residuos

La recolección de residuos es fundamental para proteger los cultivos y su entorno. Es necesario que los excedentes de materia orgánica deben destinarse a un uso productivo, ya sea para los cultivos o destinarlos a otros fines (alimento vacuno, bovino, porcino, entre otros).

Capítulo 3. Metodología

La recolección de los desechos orgánicos con daño, se les dio un confinamiento adecuado, por ello, se elaboró un relleno de desechos, fue muy importante aplicar esta metodología para cumplir con el ciclo de economía circular. Los pasos de este proceso fueron; hacer un hoyo de profundidad de 80 centímetros por dos metros cuadrados, se realizaron camas de hoja de plátano, los cuales se fueron cubriendo de tierra, logrando hacer **n** número de camas, para posteriormente cubrir el hoyo con el resto de tierra, así estos desechos pasan por un proceso de descomposición anaeróbica convirtiéndolos en tierra fértil, de esta manera se evita la contaminación y se aprovecha esta metodología para generar más suelos sanos, aplicando la sostenibilidad.

La ilustración 65 muestra la recolección de los residuos orgánicos de hoja.



Ilustración 65 Recolección de desechos de hojas contaminadas en el primer cultivo experimental

Fuente: propia

La implementación de estos depósitos artesanales (hoyos), que se usaron para el confinamiento de los desechos de residuos orgánicos con plagas, es muy relevante, debido a que los productores aprendieron técnicas nuevas.

Cabe mencionar que dentro de sus prácticas ancestrales, los productores no realizaban la limpieza en sus cultivos y estos desechos contaminaban el suelo, era una problemática porque al dejar las hojas sin cortarlas, estas desprendían las esporas, mismas que a viajaban a través de aire y contaminaban no solo su propio cultivo, sino que existía la probabilidad de contaminar los externos.

La recolección de las hojas contaminadas por medio de la descomposición anaeróbica (enterradas en un hoyo), es una parte del cumplimiento de la economía circular, asimismo, también se pueden degradar estos desechos a través de la aplicación de un producto biológico llamado Beauveria Bassiana (hogos entomopatógenos).

Otro elemento de residuo que se aprovecho fue la poda de las malezas y pasto, estos residuos se cortaron con la podadora y los pedazos se usaron como Mulch (cobertura sobre el suelo), esta práctica ayudo a proteger el suelo de las altas temperaturas, además de almacenar los niveles de humedad, colaborando en la conservación del recurso hídrico para abastecer al suelo de la hidratación.

3.2.6.1 Residuos fibrosos del lixiviado

Como lo muestra la ilustración 66.



Ilustración 66 Sustratos de residuos de lixiviado

Fuente: propia

Aprovechamiento de los residuos fibrosos del pseudotallo: estos desechos recibieron un tratamiento experimental y se obtuvieron resultados positivos. La ilustración 66 muestra las etapas de aprovechamiento.

Estos residuos se les aplican un proceso de esterilización, con agua hirviendo y después se pone a secar durante tres días, ocupándolos como sustrato en embolsados (trasplantes) y semilleros, mismo que ya se evaluaron en esta investigación y los resultados fueron muy significativos, aportando un crecimiento mayor en su desarrollo de crecimiento en los cultivos de; plátano, chile, cacao y maicera.

3.2.7 Resultados y seguimiento

Finalmente, después de haber aplicado las pruebas en campo se analizaron los resultados para determinar que existe una mejora en los cultivos, a continuación la tabla 28 muestra las hipótesis de cada variable.

Tabla 28 Formulación en interpretación de hipótesis estadísticas de las variables evaluadas

Variables de respuesta	Hipótesis nula ($\mu_1 = \mu_2$)	Hipótesis alternativa ($\mu_1 \neq \mu_2$)	Interpretación
Altura de la planta	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2$	La altura promedio es igual entre tratamientos / la altura promedio difiere entre tratamientos
Diámetro del pseudotallo	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2$	El diámetro promedio es igual entre tratamientos / el diámetro promedio difiere entre tratamientos
Emisión de hijuelos	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2$	El número promedio de hijuelos es igual entre tratamientos / el número promedio difiere entre tratamientos
Número de hojas funcionales	$\mu_1 = \mu_2$	$\mu_1 \neq \mu_2$	El número promedio de hojas es igual entre tratamientos / el número promedio difiere entre tratamientos

Fuente: propia

La tabla 29 presenta las hipótesis estadísticas formuladas para evaluar el efecto de la aplicación de lixiviado orgánico bajo el enfoque de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) sobre las variables de crecimiento del cultivo de plátano Hartón. Para cada variable se contrastó

la igualdad de medias entre el tratamiento experimental y el manejo convencional mediante análisis de varianza (ANOVA), considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Tabla 29 Resultados estadísticos ANOVA de BPA + Lixiviado

variable	Valor F	F tabulada	Valor P	Interpretación
Altura de planta	662.41	3.86	< 0.001	Diferencia altamente significativa (se rechaza H_0)
Diámetro del pseudotallo	1038.81	3.86	< 0.001	Diferencia altamente significativa (se rechaza H_0)
Emisión de hijuelos	955.78	3.86	< 0.001	Diferencia altamente significativa (se rechaza H_0)
Número de hojas funcionales	380.44	3.86	< 0.001	Diferencia altamente significativa (se rechaza H_0)

Fuente: Análisis de varianza ANOVA

F calculada = 380.44, obtenida del cociente entre el cuadrado medio del tratamiento y el cuadrado medio del error.

F tabulada = 3.857, obtenida de la distribución F de Fisher para $\alpha = 0.05$, con 1 y 598 grados de libertad.

Como $380.44 > 3.857$, se rechaza la hipótesis nula.

Los resultados mostraron que los valores de F calculados fueron considerablemente superiores al valor crítico tabulado ($F = 3.86$), mientras que los valores de probabilidad fueron inferiores a 0.001 en todas las variables evaluadas. Estos resultados evidenciaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, por lo que se rechazó la hipótesis nula para altura de planta, diámetro de pseudotallo, emisión de hijuelos y número de hojas funcionales. La tabla 30 muestra los resultados.

Tabla 30 Estadísticos descriptivos de variables de interés

Variable	BPA + lixiviado (media $\pm$ DE)	Convencional (media $\pm$ DE)
Altura de planta (m)	3.90 ± 0.26	3.40 ± 0.22
Diámetro del pseudotallo (cm)	62.00 ± 3.42	53.00 ± 3.42
Emisión de hijuelos (piezas)	6.01 ± 0.78	4.00 ± 0.80

Número de hojas funcionales	13.00 ± 1.39	11.00 ± 1.11
-----------------------------	--------------	--------------

Fuente: Análisis de varianza ANOVA

Los estadísticos descriptivos indican que las plantas manejadas bajo BPA con aplicación de lixiviado orgánico presentaron mayores valores promedio en todas las variables evaluadas respecto al manejo convencional. Las diferencias observadas reflejan una respuesta positiva del cultivo al tratamiento, destacando principalmente la emisión de hijuelos y el desarrollo vegetativo general. La tabla 31 muestra los resultados.

Tabla 31 Comparación porcentual de variables de interés

Variable	BPA + lixiviado	Convencional	Incremento (%)
Altura de planta	3.90	3.40	+ 14.7 %
Diámetro del pseudotallo	62.00	53.00	+ 17.0 %
Emisión de hijuelos	6.01	4.00	+ 50.3 %
Número de hojas funcionales	13.00	11.00	+ 18.2 %

Fuente: Análisis de varianza ANOVA

El análisis porcentual permitió cuantificar la magnitud de la respuesta agronómica obtenida mediante la aplicación de lixiviado orgánico. La mayor diferencia se observó en la emisión de hijuelos, con un incremento de 50.3%, seguida por el número de hojas funcionales (18.2%), diámetro del pseudotallo (17.0%) y altura de planta (14.7), lo que confirma el efecto favorable del tratamiento sobre el crecimiento y la propagación vegetativa. La tabla 32 muestra los resultados.

Tabla 32 Intervalos de confianza (95%) e variables de interés

Variable	BPA + lixiviado (IC 95%)	Convencional (IC 95%)
Altura de planta (m)	3.8725 – 3.9264	3.3729 – 3.4268
Diámetro del pseudotallo (cm)	61.61 – 62.39	52.61 – 53.39
Emisión de hijuelos (piezas)	5.9161 – 6.0962	3.9105 – 4.0907
Número de hojas funcionales (piezas)	12.8575 – 13.1423	10.8576 – 11.1424

Los intervalos de confianza al 95% muestran una clara separación entre los tratamientos evaluados para todas las variables analizadas. La ausencia de traslape entre los intervalos del tratamiento BPA + lixiviado y el manejo convencional proporciona evidencia adicional de que las diferencias observadas son consistentes y estadísticamente confiables.

3.2.7.1 Resultado anual del análisis de varianza ANOVA

En cumplimiento de esta tesis, los resultados del incremento del plátano Largo Hartón de la región de Zapoapan, Veracruz se muestran a continuación como lo muestra la tabla 33.

Tabla 33 Resultado anual del análisis de varianza ANOVA, cultivo experimental vs cultivo control

Variable evaluada	Valor F	Valor P	Significancia estadística	Interpretación
Altura de planta	662.41	< 0.001	Altamente significativa	El tratamiento favoreció significativamente el crecimiento en altura
Diámetro del pseudotallo	1038.81	< 0.001	Altamente significativa	El tratamiento favoreció significativamente el grosor del pseudotallo
Emisión de hijuelos	955.78	< 0.001	Altamente significativa	El tratamiento estimuló una mayor producción de hijuelos
Número de hojas funcionales	380.44	< 0.001	Altamente significativa	El tratamiento incrementó significativamente la emisión de hojas funcionales

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos mediante ANOVA ($\alpha = 0.05$).

Los resultados del análisis de varianza evidenciaron diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) para todas las variables evaluadas. La altura de planta presentó un valor de $F = 662.41$, el diámetro del pseudotallo $F = 1038.81$, la emisión de hijuelos $F = 955.78$ y el número de hojas funcionales $F = 380.44$. Estos resultados evidencian que la aplicación de lixiviado orgánico bajo el enfoque de las Buenas Prácticas Agrícolas favoreció significativamente el desarrollo vegetativo del cultivo de plátano Hartón respecto al manejo convencional.

El resumen anual del análisis de varianza confirma que la aplicación del lixiviado orgánico bajo el esquema de las Buenas Prácticas Agrícolas produjo efectos altamente significativos en todas las variables de crecimiento evaluadas. Los elevados valores de F y los niveles de significancia obtenidos respaldan la efectividad del tratamiento como alternativa para mejorar el desarrollo vegetativo del cultivo de plátano Hartón.

3.2.7.2 Interpretación general de los resultados

En conjunto, los resultados obtenidos demuestran que la aplicación de lixiviado orgánico elaborado a partir de residuos de plátano, bajo el enfoque de Buenas Prácticas Agrícolas, mejoró significativamente el desarrollo vegetativo del cultivo de plátano Hartón en comparación del manejo convencional. El análisis de varianza mostro diferencias

altamente significativas ($p < 0.001$) en todas las variables evaluadas, permitiendo rechazar las hipótesis nulas planteadas. Asimismo, los estadísticos descriptivos, los incrementos porcentuales y los intervalos de confianza corroboraron la superioridad del tratamiento experimental. La mayor respuesta agronómica se observó en la emisión de hijuelos, seguida del número de hojas funcionales, el diámetro del pseudotallo y la altura de planta. Estos hallazgos evidencian que el uso de lixiviados orgánicos constituye una alternativa viable para incrementar el crecimiento, vigor y capacidad de propagación del cultivo, contribuyendo al aprovechamiento sustentable de residuos agrícolas y al fortalecimiento de sistemas productivos basados en prácticas agrícolas sostenibles.

3.2.7.3 Resultado anual del incremento del peso del racimo de plátano

La cosecha llegó a su final y las BPA se aplicaron de acuerdo a cada una de las etapas de la investigación. El peso promedio del racimo del cultivo experimental bajo las BPA fue de 26 kg, considerando un corte de 300 racimos, por otro lado, el peso del racimo del cultivo control sin BPA tuvo un peso promedio de 17 kg.

La ilustración 67 muestra la cosecha del cultivo experimental.



Ilustración 67 Cosecha anual del primer cultivo experimental

Fuente: propia

La recolección del fruto se presentó a los 12 meses, cerrando así el ciclo productivo. Y evaluando los pesos promedio de los racimos cosechados. Como lo muestra la tabla 34.

Tabla 34 Comparación productiva y económica de la cosecha final

Indicador	BPA + lixiviado	Convencional
Plantas cosechadas (n)	300	300
Peso promedio por racimo (kg)	26.0	17.0
Producción total estimada	7,800	5,100

(kg)		
Precio de venta (\$ kg)	\$12.00	\$5.00
Ingreso bruto estimado (\$)	\$93,600	\$25,500
Diferencia económica (\$)	\$68,100	-----
Incremento económico (%)	267.1%	-----

Fuente: Elaboración propia con datos de cosecha y precios de comercialización obtenidos en campo

La cosecha final mostró una ventaja productiva y económica significativa para el tratamiento BPA + lixiviado. Aunque ambos sistemas registraron el mismo número de plantas cosechadas, el peso promedio de los racimos fue superior en el tratamiento experimental (26 kg) respecto al convencional (17 kg). Adicionalmente, el reconocimiento comercial del producto como fruto orgánico permitió alcanzar un precio de venta de \$12.99 kg, superior al valor de mercado del sistema convencional \$5.00 kg. Como resultado, el ingreso el ingreso bruto estimado fue de \$93,600 para el sistema BPA y de \$25,500 para el sistema convencional.

3.2.7.4 Conclusión fina de resultados

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación demuestran que la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) complementadas con la aplicación de lixiviado orgánico favoreció significativamente el crecimiento, desarrollo vegetativo y productividad del cultivo de plátano Largo Hartón en la comunidad de Zapoapan, Veracruz. El análisis estadístico evidencio diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) en altura de planta, circunferencia del pseudotallo, emisión de hijuelos y numero de hojas funcionales, confirmando la superioridad del tratamiento experimental respecto al manejo convencional.

Los estadísticos descriptivos, los incrementos porcentuales y los intervalos de confianza corroboraron una respuesta favorable del cultivo bajo el esquema BPA+ lixiviado. La variable con mayor respuesta fue la emisión de hijuelos, seguida del número de hojas funcionales, el diámetro del pseudotallo y la altura de planta, lo que refleja un mejor vigor fisiológico y capacidad de propagación vegetal.

En términos productivos, las plantas manejadas bajo BPA alcanzaron un peso promedio de racimo de 26 kg mientras que el tratamiento convencional registró 17 kg. Esta diferencia se tradujo en una producción total estimada de 7,800 kg frente a 5,100 kg respectivamente. Asimismo, el reconocimiento comercial del producto como fruto orgánico permitió obtener un precio de venta superior, generando un ingreso bruto estimado 267.1 % mayor que el obtenido bajo manejo convencional.

En conjunto, los resultados permiten concluir que la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas constituye una estrategia efectiva para incrementar la producción del plátano orgánico Largo Hartón, mejorar su calidad comercial y fortalecer la rentabilidad de los productores de la región de Zapoapan, Veracruz.

3.3 RECOMENDACIONES

La continuidad para ampliar el alcance de esta investigación, se enfoca en habilitar los siguientes proyectos, los cuales tienen periodos de corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, se deben considerar las variables internas y externas a gestionar en función de cumplir cada proyecto.

- A) el seguimiento para una certificación Global Gap (GAP),
- B) la construcción de una escuela de campo para el desarrollo del cultivo orgánico (School Farm),
- C) el estudio microbiológico del mecanismo de los microorganismos que se desarrollan en la elaboración del lixiviado, su comercialización y patente (IMPI),
- D) la propagación de plántulas in vitro y su composición molecular (Biología Molecular),
- E) la elaboración de bolsas biodegradables elaboradas de tejidos de residuos del lixiviado a través de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM),
- F) el desarrollo de un Agro negocio que vincule la comercialización con el consumidor Plan de Negocio (CANVAS),
- G) la incursión de nuevas variedades de cultivos de hortalizas y frutales para diversificar cultivos en asociación (CA),
- H) la elaboración de sustratos de tejido vegetal para semilleros y trasplante de embolse aplicando la economía circular (EC),
- I) un control regional de las comunidades de Nexca, Fresnal y Zapoapan para controlar las plagas bajo el Manejo Integral de Plagas (MIP),
- J) la apertura de otros campos experimentales,
- K) la instalación de un laboratorio comunitario y,
- L) la propuesta de un centro de investigación.

Las recomendaciones tienen alcances de trabajo de investigación experimental al año 2070. Por lo anterior, se requiere se conforme un equipo interdisciplinario altamente competitivo para robustecer la economía y calidad de vida de los productores de esta zona.

Fuente bibliográfica

- Agroingenia (2022). Cómo hacer un invernadero *agroingenia*. Obtenido de <https://agroingeniacanarias.com/como-hacer-un-invernadero/>
- AGROFORESTA(2023). La digitalización en la agricultura: Beneficios de las coordenadas de campo digital.<https://agroforestramedioambiental.com/la-digitalizacion-en-la-agricultura-beneficios-de-las-coordenadas-de-campo-digital/>
- Aguilera, E. (2019). MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS. CIAO. Obtenido de https://ciaorganico.net/documypublic/383_Manual_BP_Frutas_FINAL.pdf
- Altieri, A. (2018). *Academia. Edu*. Obtenido de [https://scholar.google.com.mx/scholar?q=Altieri,+M.+A.+\(2018\).+Agroecolog%C3%ADa:+bases+cient%C3%ADficas+para+una+agricultura+sustentable.+Buenos+Aires:+CLACSO.&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar](https://scholar.google.com.mx/scholar?q=Altieri,+M.+A.+(2018).+Agroecolog%C3%ADa:+bases+cient%C3%ADficas+para+una+agricultura+sustentable.+Buenos+Aires:+CLACSO.&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar)
- Altieri, A. (2022). *AGROECOLOGIA*. Obtenido de https://www.icia.es/icia/download/Agroecolog%C3%ADa/Material/Agricultura_sustentable.pdf
- Álvarez, R. (2011). Conagua da Impulso al Desarrollo del Campo. *Planeta Azul*. Obtenido de Web: <http://www.planetaazul.com.mx/site/>.
- Ancess, J., Falk, B., & Darling, H. (1995). Authentic Assessment in Action. *Teachers College Press*.
- avesa. (2024). Guia de selección de semillas. *avesa*. Obtenido de <https://www.avesa.com.tr/es/blog/detail/guia-de-seleccion-de-semillas>
- Bizzozero, F. (2006). PROGRAMA DE AGROECOLOGIA. *CEUTA*. Obtenido de https://www.ciaorganico.net/documypublic/822_Biofertilizantes-_cultivos_sanos.pdf
- Buenas Prácticas. (2023). *FAO*. Obtenido de : <https://www.fao.org/4/a1193e/a1193e00.pdf>
- Buenas Prácticas Agrícolas. (2023). *FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/4/a1193e/a1193e00.pdf?utm>
- Caeleigh, M. (2025). Gestión de reuniones: menos reuniones pero más efectivas. *asana*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/meeting-management>
- Castillo, M., Atrina de Guzmán, J., & Mikhail, J. (2023). Evaluación de la sostenibilidad ambiental del aprovechamiento de residuos de banano en envases de alimentos y fertilizantes líquidos. *ELSEVIER*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.03.012>
- Cherlinka, V. (2025). Cultivo de Plátano: Requisitos Básicos y Cuidados. *EOS DATA ANALYTICS*. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-platano/>

Fuente bibliográfica

Costanza, R., Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., & Van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/387253a0>

Domene, M. (2024). Nitrógeno en el suelo. *Plataformatierra*. Obtenido de <https://www.plataformatierra.es/innovacion/nitrogeno-en-el-suelo>

Durston, J. (1995). LA PARTICIPACION COMUNITARIA EN GESTIÓN DE LA ESCUELA RURAL. *enxarxats.intersindical*. Obtenido de <https://enxarxats.intersindical.org/escolarural/Lapartici.pdf>

FAO. (2025). *Foro bananero*. Obtenido de <https://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/good-agricultural-practices/es/>

FAO. (2025). *Food Agriculture Organization*. Obtenido de <https://www.fao.org/economic/est/est-commodities/oilcrops/bananas/bananafacts/en/>

FAO. (2025). Buenas prácticas agrícolas para bananos. *Foro Mundial Bananero*. Obtenido de <https://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/good-agricultural-practices/es/>

fertilab.com.mx. (s.f.). MANUAL DE MUESTREO DE SUELOS. *Fertilab*. Obtenido de https://www.fertilab.com.mx/AdminFertilab/Notas_Tecnicas/pdf_nota/MANUAL_DE_MUESTREO_4ta._Edicion_S_U_E_L_O_S.pdf

García, N., López, J., Moreno, R., Villers, L., & Gracia, R. (2000). Delimitación y tierras con uso inadecuado para la agricultura. *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=9699788&pid=S0187-5779201000020000200013&lng=es

Garrido, S. (1994). INTERPRETACION DE ANALISIS DE SUELOS. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf Hernández, J. (2013). CARTILLA DEL CULTIVADOR DE PLÁTANO. *Cultivo de*

plátano. Obtenido de <https://cultivodeplatano.com/2013/06/10/cartilla-del-cultivador-de-platano-pagina-10-2/>

Hernández, L. (2025). ¿Qué son los indicadores de productividad? *SoftGrade*. Obtenido de <https://softgrade.mx/indicadores-de-productividad/>

Hulatt, L., & Freitas, G. (2024). Cultivos Experimentales. *StudySmarter*. Obtenido de <https://www.studysmarter.es/resumenes/ingenieria/ingenieria-agricola/cultivos-experimentales/>

Hurtado, F. (2021). ¿Qué es y cómo hacer un manual de procedimientos? *Softgrade*. Obtenido de <https://softgrade.mx/manual-de-procedimientos/>

IEQFB (2021). *IEQFB*. Producción de semillas Obtenido de <https://ieqfb.com/produccion-de-semillas-como-functiona-y-cuales-son-sus-metodos/>

IFOAM. (2008). Sistemas Participativos de Garantía. *Organics International*.

Fuente bibliográfica

- Jocelyn. (2024). Etapas del crecimiento de la planta de banano: un análisis a fondo. *botanicvista*. Obtenido de <https://botanicvista.com/banana-plant-growth-stages/> Kerma, G., & Drenth, A. (2018). El Cultivo de Banano Orgánico y su Sostenibilidad.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2007). Manual Técnico de Buenas Prácticas https://www.fao.org/4/a1374s/a1374s02.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Paneque, J., Vargas, N., Napoletano, B., & Cummings, A. (2017). Grassroots Innovation Using Drones for Indigenous and Monitoring. *Scielo*. doi:<https://doi.org/10.3390/land6040086>
- Parra, M., Inzunza, F., Solano, C., Guadarrama, C., & Zizumbo, D. (1986). EL PROCESO DE PRODUCCION AGRICOLA. *BOLETIN E.C.A.U.D.Y*. Obtenido de https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1659/1/1986_Parra_Proceso.pdf
- Pérez, L., & López, M. (2020). Manejo orgánico del cultivo de plátano en zonas tropicales. *Latinoamericana de Agroecología*, 33-47.
- Pillai, G., Morya, S., Khalid, W., Zubair, M., Almaki, R., & Siddeeg, A. (2024). Pseudotallo del banano: un alimento funcional sostenible y enriquecido con fibra aún no descubierto. *Revista de fibras naturales*. doi:<https://doi.org/10.1080/15440478.2024.2304004>
- Prast, A., Orozco, M., Gómez, R., & Mechant, I. (2024). Estructura de producción y comercialización del banano y plátano. *Acorbat*, 4. doi:<https://doi.org/10.62498/ARTC.2493>
- Ramírez, E. (2022). EVALUACIÓN DE FERTILIDAD Y EQUILIBRIO DE LOS SUELOS. ASICA. Obtenido de https://asica.jalisco.gob.mx/ASICA/archivos/material-de-consulta/Evaluaci%C3%B3n_de_Fertilidad_y_Equilibrio_de_Suelos-2024-04-25-11-52-29.pdf
- Ramos, E., Castellanos, B., & Balderas, F. (2025). Elaboración de lixiviados con pseudotallo de plátano macho. *INIFAP*.
- Ramos, E., Castellanos, B., & Balderas, F. (2025). Elaboración de lixiviados con pseudotallo de plátano macho. *INIFAP*.
- Rana, H., Rana, J., Sareen, D., & Goswami, S. (2024). Value Addition to Agro-Industrial Waste Through Pectin Extraction: Chemometric Categorization, Density Functional Theory Analysis, Rheology. *Revista Científica y Académica*. doi: <https://doi.org/10.1007/s10924-023-03103-6>
- Rivera, M. (2015). Guía para iniciar un huerto orgánico y saludable. *ALTERNATIVAS*. Obtenido de https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2018/05/siembra_web-1.pdf
- Ruiz, M. (2020). ¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza. *Grao*. Obtenido de

Fuente bibliográfica

<https://cuaed.unam.mx/publicaciones/libro-evaluacion/pdf/Capitulo-03-EVALUACION-DIAGNOSTICA.pdf>

SADER. (2023). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Social*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-tanto-sabes-del-ph-del-suelo>

SADER. (2023). Cultivos asociados, lo que debes saber *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cultivos-asociados-lo-que-debes-de-saber>

Sánchez, F. (2025). Formatos para Registros BPA. *sfe.go*. Obtenido de https://www.sfe.go.cr/SitePages/Residuosdeagroquimicos/Registros_Control_Residuos.aspx

SENASICA. (2022). *Programa de Sanidad e Inocuidad Alimentaria*. Obtenido de <https://www.gob.mx/senasica/documentos/programa-de-sanidad-e-inocuidad-SECIHTI>.

(2025). Soberanía Alimentaria. *Gobierno de México*. Obtenido de <https://observatorionacional-sisnai.secihti.mx/dataset/soberania-alimentaria-agroalimentaria-2022?state=published>

<https://observatorionacional-sisnai.secihti.mx/dataset/soberania-alimentaria>

Shigeo Shingo y control de calidad cero. (2022). *sigsigmadaily*. Obtenido de <https://www.sixsigmadaily.com/shigeo-shingo-zero-quality-control/>

Valencia, M. (2024). Mezcla y combinación de sustratos Guia Completa. *hydrenv*. Obtenido de <https://hydroenv.com.mx/id87/>

Vázquez, A. (2024). CRECE CONSUMO DE PLÁTANO MEXICANO EN EE.UU. Y JAPÓN. *TIERRA FERTIL*. Obtenido de <https://tierrafertil.com.mx/2024/04/22/crece-consumo-de-platano-mexicano-en-ee-uu-y-japon/>

Willer, H., Travnicek, J., & Schlatter, B. (2021). *The world of organic agricultura statistics and emerging trends*.