



**FACULTAD DE POSTGRADO
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE
PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
(FHIA)**

SUSTENTADO POR:

**JENNIFER MARIE HANDAL HASBUN
JOAN CLAUDETTE HANDAL HASBUN**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

FEBRERO, 2018

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON BREVÉ REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA ACADÉMICA

DESIREE TEJADA CALVO

VICEPRESIDENTE UNITEC, CAMPUS S.P.S

CARLA MARIA PANTOJA

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO

JOSÉ ARNOLDO SERMEÑO LIMA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE
PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA
(FHIA)**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MÁSTER EN DIRECCIÓN EMPRESARIAL**

**ASESOR METODOLÓGICO
CARLOS ANTONIO TRIMINIO RODRÍGUEZ**

**ASESOR TEMÁTICO
JUAN CARLOS MUÑOZ MAYES**

MIEMBROS DE LA TERNA:

MARTHA HERNÁNDEZ

LEIDA POLANCO

OMAR PINEDA

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2017

JENNIFER MARIE HANDAL HASBUN
JOAN CLAUDETTE HANDAL HASBUN

Todos los derechos son reservados.

**AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE POSTGRADO**

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA

EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA (UNITEC)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

Nosotros, JENNIFER MARIE HANDAL HASBUN y JOAN CLAUDETTE HANDAL HASBUN, de San Pedro Sula, autores del trabajo de postgrado titulado: Estudio de factibilidad del proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), presentado y aprobado en febrero de 2018, como requisito previo para optar al título de máster en Dirección Empresarial y reconociendo que la presentación del presente documento forma parte de los requerimientos establecidos del programa de maestrías de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por este medio autorizo/autorizamos a las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la UNITEC, para que con fines académicos, puedan libremente registrar, copiar o utilizar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

- 1) Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en la salas de estudio de la biblioteca y/o la página Web de la Universidad.
- 2) Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general en cualquier otro formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículos 9.2, 18, 19, 35 y 62 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los derechos morales pertenecen al autor y son personalísimos, irrenunciables, imprescriptibles e inalienables, asimismo, por tratarse de una obra colectiva, los autores ceden de forma ilimitada y exclusiva a la UNITEC la titularidad de los derechos patrimoniales. Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de UNITEC.

En fe de lo cual, se suscribe el presente documento en la ciudad de San Pedro Sula a los 8 días del mes de febrero de 2018.

Jennifer Marie Handal Hasbun

21613040

Joan Claudette Handal Hasbun

21613023



FACULTAD DE POSTGRADO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

NOMBRE LOS MAESTRANTES:

Jennifer Marie Handal Hasbun y Joan Claudette Handal Hasbun

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal el estudio de factibilidad para el proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), evaluando los aspectos de mercado, técnico y financiero para determinar la auto sostenibilidad del proceso productivo. Dentro del estudio se implementó un enfoque mixto que incluye aspectos cualitativos y cuantitativos. El tipo de muestra seleccionada fue probabilística, finita a las cuales se les aplicó una entrevista semi estructurada a expertos en producción agrícola, específicamente en cultivos de caña de azúcar. Los resultados en el análisis de mercado indicaron que se conoce sobre el producto y se considera su efectividad únicamente aplicando una combinación de pesticidas químicos y biológicos. En el análisis técnico, los resultados mostraron que la actual capacidad instalada es la adecuada para cubrir la demanda de su cliente. No obstante, para ampliar la participación en el mercado, debe ajustar la capacidad instalada para ciertas áreas específicas. El análisis financiero expuso que con el volumen de producción y el precio de venta actual, el proyecto de producción no alcanza la auto sostenibilidad. Es por ello, que se recomendó un plan de marketing y desarrollo del producto que contribuya a ampliar la cuota de mercado.

Palabras claves: Factibilidad, Auto Sostenibilidad, Efectividad, Demanda, Capacidad Instalada



FACULTAD DE POSTGRADO

FEASIBILITY STUDY OF THE METARHIZIUM ANISOPLIAE PRODUCTION PROJECT FOR THE HONDURAN FOUNDATION FOR AGRICULTURAL RESEARCH (FHIA)

PRESENTED BY:

Jennifer Marie Handal Hasbun y Joan Claudette Handal Hasbun

Abstract

The main objective of the current investigation was to fulfill a feasibility study of the *Metarhizium Anisopliae* Production Project for the Honduran Foundation for Agricultural Research (FHIA), hence evaluating market, technical and financial conditions to determine its self-sustainability. Both quantitative and qualitative approaches were applied during the research. A finite sample was defined through probability sampling method; a semi-structured interview was applied to experts on agricultural production, specifically on sugar cane cultivation. Market analysis results suggest that product is known but its effectiveness is conditioned by its combined application with other chemical pesticides. Furthermore, technical analysis findings indicated that current installed capacity is sufficient to respond to the current demand. However, in order to improve market share, FHIA must adjust installed capacity on specific areas. Additionally, the financial analysis outcomes proved that with existing production volumes and prices, the project was not self-sustainable. Consequently, a marketing plan and a product development strategy were recommended to increase market share and to reach self-sustainability.

Keywords: Feasibility, Self-sustainability, Effectiveness, Demand, Installed Capacity

DEDICATORIA

Dedicamos el presente trabajo de investigación primeramente a Dios, que nos dio vida, salud y la oportunidad de alcanzar un peldaño más de nuestra vida profesional. Por brindarnos la esperanza, la fe y la sabiduría para finalizar con éxito este reto presentado.

A nuestros padres Oscar Handal Handal y Claudia Hasbun Basil por su amor y apoyo incondicional, por el esfuerzo y la confianza depositada, por las palabras de aliento y por su ejemplo de superación y lucha continua. Por ser luz y bendición en nuestras vidas.

Asimismo, a nuestros abuelos Antonio Hasbun y Susana Basil por su amor, sus consejos, su cariño y su apoyo incondicional.

A mi hermana Joan Handal, por compartir sus conocimientos, experiencia y aprendizaje adquirido en esta trayectoria profesional. Por su dedicación, perseverancia y determinación. Por ser un ejemplo a seguir en el ámbito personal y profesional.

Jennifer Marie Handal Hasbun

A mi hermana Jennifer Handal, con quien compartí la experiencia de cursar la maestría y desarrollar el trabajo de investigación. Por su apoyo, paciencia, constancia y dedicación.

Joan Claudette Handal Hasbun

AGRADECIMIENTO

Todo nuestro agradecimiento a Dios por guiarnos, iluminarnos y brindarnos la sabiduría, entendimiento y discernimiento necesario, por bendecirnos en cada etapa que emprendemos y por permitirnos culminar un proyecto más como parte de nuestras metas personales y profesionales.

A nuestros padres, por todo su esfuerzo, apoyo, dedicación y motivación para con nosotros durante el camino recorrido a lo largo de nuestros estudios, que hoy finalizamos con el mayor éxito.

A los docentes, maestros, coordinadores, jefes de postgrado por su apoyo, dedicación, esfuerzo y conocimiento que enriquecieron significativamente nuestro crecimiento personal y profesional. Especialmente, a nuestros asesores el Lic. Carlos Antonio Triminio Rodríguez y el Ing. Juan Carlos Muñoz Mayes por su paciencia, tiempo, conocimiento, asesoría y consejos que nos permitieron desempeñar esta investigación con profesionalismo, ética y eficiencia.

A la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), por abrir sus puertas y permitirnos apoyarle con nuestros conocimientos adquiridos y desarrollados en la puesta en práctica. Por el tiempo e interés brindado durante el período de trabajo y por la disposición de recursos brindados para que el trabajo se desarrollara y se culminara con éxito.

A la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), por la formación de calidad, por el conocimiento adquirido y por fomentarnos en todo momento la excelencia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	2
1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA	4
1.3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	5
1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	6
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	6
1.5. JUSTIFICACIÓN	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	9
2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	9
2.1.1. ANÁLISIS DE MACRO – ENTORNO	9
2.1.1.1. PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZUCAR EN CENTROAMÉRICA	10
2.1.1.2. HISTORIA DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS	14
2.1.1.3. PLAGA EN CULTIVOS DE CAÑA DE AZUCAR A NIVEL MUNDIAL... 14	
2.1.1.4. PRODUCCIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS	17
2.1.2. ANÁLISIS DEL MICRO – ENTORNO	20
2.1.2.1. PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZUCAR A NIVEL NACIONAL	22
2.1.2.2. CONSUMO NACIONAL Y EXPORTACIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR	23
2.1.2.3. PRODUCCIÓN DE M. ANISOPLIAE EN HONDURAS	24
2.1.3. ANÁLISIS INTERNO	25
2.2. TEORIAS DE SUSTENTO	27
2.2.1. COSTEO BASADO EN ACTIVIDADES (ABC).....	27
2.2.2. MEJORA CONTINUA DE PROCESOS	28
2.3. CONCEPTUALIZACIÓN	29
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	31
3.1. CONGRUENCIA METODOLÓGICA	31

3.1.1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	32
3.1.2. HIPÓTESIS.....	37
3.2. ENFOQUE Y MÉTODOS.....	37
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.3.1. POBLACIÓN.....	39
3.3.2. MUESTRA.....	39
3.3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS.....	39
3.3.4. UNIDAD DE RESPUESTA.....	40
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.....	40
3.4.1. INSTRUMENTOS.....	40
3.4.2. TÉCNICAS.....	41
3.5. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	42
3.5.1. FUENTES PRIMARIAS.....	42
3.5.2. FUENTES SECUNDARIAS.....	42
3.6. LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	43
CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	44
4.1. ANÁLISIS DE MERCADO.....	44
4.1.1. PRECIO DE VENTA.....	44
4.1.2. PERCEPCIÓN DE LOS CLIENTES.....	45
4.1.3. DEMANDA POTENCIAL.....	46
4.2. ANÁLISIS TÉCNICO.....	47
4.2.1. ÁREA DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL.....	48
4.2.2. PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	48
4.2.3. TRANSPORTE.....	71
4.2.4. ILUMINACIÓN.....	72
4.2.5. CAPACIDAD INSTALADA.....	74
4.2.5.1. CÁLCULO ESTADÍSTICO PARA DEFINICIÓN DE DOSIS.....	75
4.2.5.2. RUTA CRÍTICA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	78
4.3. ANÁLISIS FINANCIERO.....	85
4.3.1. INVERSIÓN INICIAL.....	85
4.3.2. ANÁLISIS DE COSTOS.....	88

4.3.2.1. COSTOS FIJOS.....	88
4.3.2.2. COSTOS VARIABLES.....	96
4.3.3. ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO.....	104
4.3.4. EVALUACIÓN DE ESCENARIOS	105
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
5.1. CONCLUSIONES	107
5.2. RECOMENDACIONES	108
BIBLIOGRAFÍA.....	110
ANEXOS.....	114
ANEXO 1. CUESTIONARIO A EXPERTOS	114
ANEXO 2. CÁLCULO DE VOLUMEN DE AGUA UTILIZADA EN AUTOCLAVE	134
ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS	135
ANEXO 4. CARTA DE COMPROMISO PARA ASESORÍA TEMÁTICA	142
GLOSARIO.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción de Caña de Azúcar en Guatemala.	11
Tabla 2. Producción de Caña de Azúcar en Nicaragua.	12
Tabla 3. Producción de Caña de Azúcar en El Salvador.	13
Tabla 4. Producción de <i>M. anisopliae</i> para Ingenios con problemas de Mosca Pinta.	18
Tabla 5. Producción de <i>Metarhizium anisopliae</i> en Costa Rica.	19
Tabla 6. Producción de Caña de Azúcar en Honduras.	23
Tabla 7. Consumo Nacional y Exportaciones de Caña de Azúcar.	24
Tabla 8. Congruencia Metodológica.	31
Tabla 9. Operacionalización de las Variables Requerimientos Básicos.	33
Tabla 10. Cálculo de Demanda Potencial a Nivel Nacional.	46
Tabla 11. Escenarios para Demanda Potencial.	47
Tabla 12. Paso 2: Limpieza y Esterilización de Materiales.	49
Tabla 13. Paso 3: Preparación del Medio de Cultivo Artificial (PDA).	50
Tabla 14. Paso 4: Rayado de Platos Petri para Multiplicación del Hongo.	53
Tabla 15. Paso 5: Preparación de Medio Líquido.	54
Tabla 16. Paso 6: Preparación de Mezcla para Diluir Esporas del Hongo.	56
Tabla 17. Paso 7: Preparación de Mezcla para dar Volumen.	57
Tabla 18. Paso 8: Añadir Inóculo a la Mezcla para su Dilución.	59
Tabla 19. Paso 9: Inoculación de Medio Líquido.	61
Tabla 20. Paso 10: Incubación del Inóculo.	61
Tabla 21. Paso 11: Preparación del Medio Sólido (arroz).	62
Tabla 22. Paso 12: Preparación de Medio de Volumen con Inóculo.	64
Tabla 23. Paso 13: Inoculación de Bolsas de Arroz.	65
Tabla 24. Paso 14: Secado de Arroz Inoculado.	66
Tabla 25. Paso 15: Preparación de INEX para Lavado de Arroz.	68
Tabla 26. Paso 16: Preparación de Mezcla para Conteo de Conidias para Cosecha.	68
Tabla 27. Paso 17: Preparación de Mezcla para Medir Viabilidad.	69
Tabla 28. Paso 18: Empaque y Rotulación del Producto.	70
Tabla 29. Cálculo de Tiempo para Movimientos Internos.	72

Tabla 30. Niveles de Iluminación.	73
Tabla 31. Muestras Existentes en Cuarto Frio.	75
Tabla 32. Valor Z de la Distribución Normal.	76
Tabla 33. Referencia de Actividades para Ruta Crítica.	79
Tabla 34. Resumen de Capacidad Instalada de Proceso Productivo.	85
Tabla 35. Inversión Inicial.	86
Tabla 36. Ponderación de Salarios.	89
Tabla 37. Cantidad de Balastros por Área.	90
Tabla 38. Consumo de Energía Eléctrica por Aire Acondicionado.	92
Tabla 39. Resumen de Consumo de Energía Eléctrica.	94
Tabla 40. Depreciación de Equipo y Mobiliario.	95
Tabla 41. Resumen de Costos Fijos Anuales.	96
Tabla 42. Precio de Insumos de Producción.	96
Tabla 43. Creación de CEPA Original.	97
Tabla 44. Limpieza y Esterilización de Materiales.	97
Tabla 45. Preparación del Medio de Cultivo Artificial (PDA).	98
Tabla 46. Rayado de Platos Petri para Multiplicación del Hongo.	98
Tabla 47. Preparación de Medio Líquido.	98
Tabla 48. Preparación de Mezcla para Diluir Esporas del Hongo.	99
Tabla 49. Preparación de Mezcla para Dar Volumen.	99
Tabla 50. Añadir Inóculo a Mezcla para su Dilución.	99
Tabla 51. Preparación del Medio Líquido.	100
Tabla 52. Incubación del Inóculo.	100
Tabla 53. Preparación de Medio Sólido (arroz).	100
Tabla 54. Preparación de Medio de Volumen con Inóculo.	101
Tabla 55. Inoculación de Bolsas de Arroz.	101
Tabla 56. Secado de Arroz Inoculado.	101
Tabla 57. Preparación de Inex para Lavado de Arroz.	102
Tabla 58. Preparación de Mezcla para Conteo de Conidias para Cosecha.	102
Tabla 59. Preparación de Mezcla para Medir Viabilidad.	102
Tabla 60. Empaque y Rotulación de Producto.	103

Tabla 61. Resumen de Costo por Actividad.....	103
Tabla 62. Estado de Resultados Proyectado.....	104
Tabla 63. Valor Presente Neto.	105
Tabla 64. Evaluación de Escenarios en Base a Producción.	105
Tabla 65. Evaluación de Escenarios en Base a Precio.	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arrecifes Amenazados por Sedimentación/Contaminación.	8
Figura 2. Principales Fuerzas del Macro Entorno de la Empresa.	10
Figura 3. Producción de Caña de Azúcar en Guatemala.	11
Figura 4. Producción de Caña de Azúcar en Nicaragua.	12
Figura 5. Producción de Caña de Azúcar en El Salvador.	13
Figura 6. Ciclo Biológico de la Mosca Pinta.	15
Figura 7. Existencia de Salivazo en distintos países de Centroamérica y Suramérica.	16
Figura 8. Producción de Dosis <i>Metarhizium anisopliae</i> en 2012.	19
Figura 9. Producción de <i>Metarhizium anisopliae</i> en Costa Rica.	20
Figura 10. Actores del Micro Entorno.	21
Figura 11. Producción de Caña de Azúcar en Honduras. Fuente.	23
Figura 12. FODA - Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA)	26
Figura 13. Operacionalización de las Variables.	32
Figura 14. Diseño del Esquema Metodológico.	38
Figura 15. Área del Departamento de Protección Vegetal (CEPACBA).	48
Figura 16. Movimientos Internos dentro del Proceso de Producción.	71
Figura 17. Medidas de Iluminación en CEPACBA.	73
Figura 18. Informe de Resumen Estadístico.	77
Figura 19. Gráfica Cuantil - Cuantil.	77
Figura 20. Gráfica de Dispersión.	78
Figura 21. Ruta Crítica del Proceso de Producción <i>M. Anisopliae</i>	78
Figura 22. Cálculo Estimado de la Factura Comercial Baja Tensión.	94

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se describen brevemente los elementos que conforman el planteamiento de la investigación, logrando como propósito la identificación, definición y análisis completo del problema. Dentro del mismo se incluye: la introducción del problema identificado, los antecedentes que dan fundamento a la investigación, la definición del problema que encierra el enunciado y la formulación del mismo, las preguntas de investigación que sirven como apoyo a la resolución del problema, el objetivo general y los objetivos específicos relacionados con las preguntas de investigación. También se incluye la justificación, la utilidad y la importancia de la investigación.

1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se conoce que la agroindustria azucarera se encuentra siendo severamente dañada por distintas plagas que impactan directamente al cultivo de caña de azúcar a lo largo de su crecimiento, afectando considerablemente los niveles de producción por hectáreas cultivadas. Dentro de las diferentes plagas, la más predominante se denomina Mosca Pinta, mejor conocida como “El Salivazo”, la cual se encuentra afectando entre un 18% a un 28% de los cultivos azucareros producidos a nivel nacional.

La República de Honduras cuenta con seis ingenios azucareros con operaciones vigentes, quienes producen una cantidad aproximada de 52,115 hectáreas de cultivo de caña de azúcar anualmente. Sin embargo, la plaga “El Salivazo” continúa afectando los cultivos de caña de azúcar en distintas proporciones para los ingenios azucareros, sin excepciones. En sus intentos por combatir la plaga, las industrias azucareras utilizan pesticidas químicos y biológicos para controlar los daños y detener su esparcimiento.

Dicho lo anterior, los pesticidas químicos han ocasionado un daño significativamente elevado hacia el medio ambiente, sobre todo, impactando las fuentes de agua como ser el Golfo de Honduras en el Mar Caribe donde se ubica la Cadena Coralífera de Centro América (CCA) y el Arrecife Mesoamericano. Es por ello, que el objetivo principal de estudio de factibilidad del proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) es la auto sostenibilidad en la elaboración y producción de un producto

biológico/ecológico, cien por ciento natural, que genera un impacto positivo hacia el medio ambiente, la naturaleza y su biodiversidad, tomando como base, los costos de producción. La percepción de los clientes y el precio de mercado. La existencia y continuidad de pesticidas biológicos reduciría las dosis de aplicación de pesticidas químicos utilizados por los productores de caña de azúcar, logrando una disminución del daño causado a fuentes de aguas y áreas verdes.

1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Los intentos de combatir plagas agrícolas tradicionalmente han significado la aplicación de biocidas (orgánicos o naturales) que han resultado en efectos negativos para el medio ambiente a nivel global. La mayoría de estos productos contienen ingredientes químicos que sin duda impactan fuertemente el ambiente, la naturaleza y su biodiversidad. Se requiere un control minucioso, constante e intensivo de las prácticas de utilización de químicos con el objetivo de analizar los niveles de impacto y gestionar la disminución de los efectos socioeconómicos y ambientales que estas generan.

La agroindustria del azúcar a nivel centroamericano está expuesta a diferentes plagas que afectan sus niveles de productividad y en consecuencia reducen el rendimiento deseado de los productores directos. Esto genera un efecto domino, dado que si el sector productivo alcanza niveles de producción de azúcar menores que tiene como resultado que su oferta en el mercado sea menor que la demanda potencial, el precio del producto se elevaría afectando directamente los precios de la canasta básica y desencadenando un efecto negativo en el consumidor final.

Según la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), entre las plagas de especial atención es el insecto conocido como “Salivazo” (Homóptera), del cual al menos dos especies de este insecto han sido identificadas localmente: *Aeneolamia postica* y *Prosapis simulans*. El Salivazo chupa la savia de las células de las hojas e inyecta enzimas que destruyen los cloroplastos, cuyo efecto se evidencia como un “quemado” notorio del follaje. Ello reduce el área foliar fotosintética, interfiriendo negativamente en el desarrollo general de las plantas y su productividad. (FHIA, 2013)

Con el paso del tiempo, el control de la plaga identificada anteriormente se ha realizado mediante la aplicación de biocidas e insecticidas. Estos productos poseen altos grados de toxicidad, generando peligro al medio ambiente y a los seres vivos que lo habitan. Muchos de los cultivos de caña de azúcar en el país se localizan en la zona norte y poseen ríos aledaños o fuentes de agua que acarrean residuos químicos de los insecticidas y posteriormente desembocan en naturalmente en el

Golfo de Honduras en el Mar Caribe donde se ubica la Cadena Coralífera de Centro América (CCA). Sin duda estos residuos químicos han impactado fuertemente y se consideran los responsables directos de la degradación notoria que sufre la CCA. Por ejemplo, el Sistema de Reservas de la Barrera Arrecifal de Belice, (BBRRS por sus siglas en inglés), es un sitio patrimonial y el segundo arrecife más grande del mundo que se encuentra en peligro. Se considera el arrecife coralino más largo del hemisferio occidental, el cual forma parte del Arrecife Mesoamericano, un complejo que posee una gran riqueza biológica que se extiende desde México hasta Honduras.

Este sitio de patrimonio mundial genera prosperidad económica proveniente del turismo, con ingresos aproximados de 559 millones de dólares al año. A pesar de los esfuerzos considerables para su conservación, la biodiversidad sigue disminuyendo como consecuencia de la construcción de complejos vocacionales y viviendas, la venta y alquiler de terrenos, la explotación petrolera mar adentro, la sobrepesca y la escorrentía agrícola. A la fecha, la pérdida de la cubierta de mangle dentro del arrecife alcanza un área de 12,500.00 acres. Esto aumenta la sedimentación en el arrecife, lo que ahoga el coral y detiene su crecimiento, ya que enturbia el agua y detiene la luz. Estos problemas se agravan por la contaminación de la escorrentía agrícola, que genera una sobrecarga de nutrientes en el agua. Esto ocasiona la proliferación de algas en el arrecife que bloquea la luz del sol. Un estudio en 2004 indicó que casi un treinta (30) por ciento del arrecife está siendo amenazado por sedimentos y contaminación provenientes de las actividades agrícolas. (Arkema, 2017)

Como iniciativa para proteger y preservar la cadena coralífera, en 2009 el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés) acordó con la FHIA el desarrollo del Centro de Producción de Agentes Control Biológico en Agricultura (CEPACBA), proyecto para cuya ejecución el WWF gestionó financiamiento semilla de la Fundación Coca Cola y de la Fundación Summit, el cual fue complementado con aportación en especies y efectivo por la misma FHIA. La construcción del laboratorio se completó a finales de 2011. (FHIA, 2013)

Desde entonces, FHIA se ha dedicado a trabajar arduamente para producir el hongo llamado *Metarhizium anisopliae*, un producto 100% natural, con un impacto positivo al ambiente, naturaleza y su biodiversidad. Sin embargo, es un producto que combate en su totalidad la plaga “El Salivazo” resultando en una mayor productividad en el sector y en la disminución de sus costos de producción con la reducción de insecticidas. La elaboración del hongo se ha realizado a pequeña escala con un sinnúmero de pruebas en campo para comprobar su efectividad.

En Honduras, la producción de este hongo únicamente se daba en CEPACBA y en la Escuela Panamericana Zamorano. El Zamorano produce y distribuye su producto directamente a los distintos ingenios azucareros a nivel nacional y a los diferentes distribuidores reconocidos en el

sector de la agroindustria. De igual manera, su producción también es utilizada para fines académicos. Actualmente, FHIA posee un único cliente, un ingenio azucarero conocido de la zona.

1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A continuación se describe el enunciado y formulación del problema, así como las respectivas preguntas de investigación correspondientes al estudio de factibilidad sobre el proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* de FHIA en 2017.

1.3.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Considerando el alto impacto ambiental que ha tenido la utilización de pesticidas e insecticidas en los cultivos de caña de azúcar en Honduras, sobre todo en la reserva coralífera ubicada en el Golfo de Honduras en el Mar Caribe, se requiere hacer conciencia a los grandes y pequeños productores sobre el uso de material orgánico para proteger sus cultivos sin disminuir su productividad. Para ello, se ha iniciado el proceso de producción de *Metarhizium anisopliae*, un hongo producido a base de la misma plaga para combatirla. Sin duda, este producto es amigable con el medio ambiente y genera el mismo efecto que cualquier pesticida/insecticida en los cultivos de caña de azúcar.

FHIA y World Wildlife Foundation (WWF por sus siglas en inglés), convienen iniciar la construcción del laboratorio para dar inicio a la producción y ponerla a disposición del mercado local. Se realizó una inversión inicial fuerte y se ha logrado una producción a mediana escala. Definitivamente, en la actualidad no se está utilizando en su totalidad la capacidad instalada. Esto se debe a que FHIA ha estado produciendo y vendiendo el producto a un precio estimado de mercado sin conocer con exactitud sus costos de producción. Ese elemento los ha retraído en gran medida para salir al mercado de forma más agresiva ya que no se posee certeza de que la venta del producto está generando rentabilidad en lugar de pérdida. Aunque FHIA es una institución sin fines de lucro, sus proyectos deben ser auto sostenibles. Por ello, se considera necesario la evaluación del proceso productivo de *Metarhizium anisopliae* para definir con claridad los costos de producción, el periodo de recuperación de la inversión, la rentabilidad del negocio y el precio idóneo y competitivo para ampliar su participación en el mercado.

1.3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Con la finalidad de direccionar y enfocar los esfuerzos de investigación e identificar las variables de estudio, se plantea el problema en forma de pregunta:

¿Es auto sostenible el proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* ejecutado por CEPACBA, tomando como base los costos de producción y el precio de mercado?

1.3.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Sampieri, Collado, & Lucio (2010) afirma: “Que las preguntas de investigación orientan hacia las respuestas que se buscan con la investigación. Las preguntas deben ser precisas, no deben utilizar términos ambiguos ni abstractos” (p.37).

A continuación se detallan las preguntas de investigación, que resultan del planteamiento del problema logrando un pleno desarrollo del trabajo de investigación:

1.3.3.1) ¿Cuáles son los costos de producción (fijos, variables, totales) asociados a cada etapa del proceso?

1.3.3.2) ¿Cuál es la capacidad instalada del proceso de producción?

1.3.3.3) ¿Cuál sería el precio de venta idóneo del producto *Metarhizium anisopliae*?

1.3.3.4) ¿Cuál es la percepción del mercado hacia el producto *Metarhizium anisopliae*?

1.3.3.5) ¿Cuál es la demanda potencial del producto en el mercado local?

1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

“Los objetivos señalan a lo que se aspira en la investigación y deben expresarse con claridad, pues son las guías de estudio” (Sampieri, Collado, & Lucio, 2010, p.37).

Con el propósito de señalar lo que pretende la investigación y de obtener las respuestas a las preguntas de investigación planteadas previamente, se describe a continuación el objetivo general y se detallan sus objetivos específicos.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general indica la dirección que debe seguir la investigación para obtener las respuestas al problema planteado inicialmente.

Desarrollar un estudio de factibilidad del proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* ejecutado por la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), a través de un análisis detallado de mercado, técnico y financiero que contribuya a un proceso eficiente de toma de decisiones.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.4.2.1) Identificar los costos de producción del hongo *Metarhizium anisopliae* (fijos, variables, totales) asociados a cada etapa del proceso.

1.4.2.2) Definir la capacidad instalada del proceso de producción.

1.4.2.3) Establecer el precio de venta adecuado del producto *Metarhizium anisopliae*.

1.4.2.4) Evaluar el grado de percepción que posee el mercado sobre el producto *Metarhizium anisopliae*.

1.4.2.5) Calcular la demanda potencial del producto *Metarhizium anisopliae* en el mercado.

1.5. JUSTIFICACIÓN

El determinar la factibilidad del proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* ejecutado por CEPACBA, permitirá a FHIA obtener un panorama más amplio sobre las oportunidades de crecimiento del producto en el mercado. Identificando y analizando los costos de producción (fijos, variables, totales) que implica la elaboración de un proceso como tal, proporciona una base para comprobar si resulta rentable continuar con la producción del hongo *Metarhizium anisopliae* y por consiguiente, la promoción, publicidad y marketing del producto en el mercado. Identificar y medir los costos de producción permitirá a FHIA establecer un precio de mercado, asegurando auto sostenibilidad para el proceso productivo.

Desde la perspectiva económica, los resultados de la investigación favorecerán al departamento de CEPACBA, brindando la información adecuada y necesaria sobre sus costos de

producción y su periodo de recuperación de inversión, con el objetivo de determinar el precio de venta idóneo del producto *Metarhizium anisopliae* al mercado. Dicha información permitirá a la institución una mejor toma de decisiones sobre su producción, venta y distribución.

Al aplicar los resultados de dicha investigación, se contribuye desde una perspectiva ambiental, dado que al determinar un precio de venta del producto y generando auto sostenibilidad al proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae*, se continúa elaborando y produciendo un producto 100% natural, que genera un impacto positivo hacia el medio ambiente, la naturaleza y su biodiversidad. Como consecuencia, se reduciría el uso de insecticidas y pesticidas, que son los principales causantes de la destrucción de las fuentes de agua que afectan directamente al Golfo de Honduras en el Mar Caribe y al Arrecife Coralino Mesoamericano, donde actualmente casi dos tercios de los arrecifes del Caribe y un 30% para el Arrecife Coralino Mesoamericano están siendo directamente amenazados por actividades humanas y agrícolas.

Las investigaciones indican que la agricultura es una fuente de incremento de escurrimiento de sedimentos, nutrientes y plaguicidas. Algunos de los cultivos más importantes de la región — caña de azúcar, cítricos, bananos, granos y café — requieren de grandes aportes de fertilizantes y plaguicidas. El aumento deliberado de sedimentos a las aguas costeras causa un notable estrés a los ecosistemas costeros: entorpece el paso de la luz necesaria para la fotosíntesis, pone el peligro la supervivencia de los corales juveniles debido a la pérdida del sustrato adecuado y, en casos extremos, conduce a la asfixia completa de los corales. Adicionalmente, la conversión de tierras a la agricultura incrementa la erosión del suelo y el aporte de sedimentos a las aguas costeras. En áreas donde la agricultura coincide con pendientes abruptas y fuerte precipitación, la erosión del suelo puede ser extrema. El daño a los arrecifes coralinos se ha documentado en las costas de Panamá, Costa Rica, Nicaragua, entre otras localidades. (Burke & Maidens, 2005, p.27)

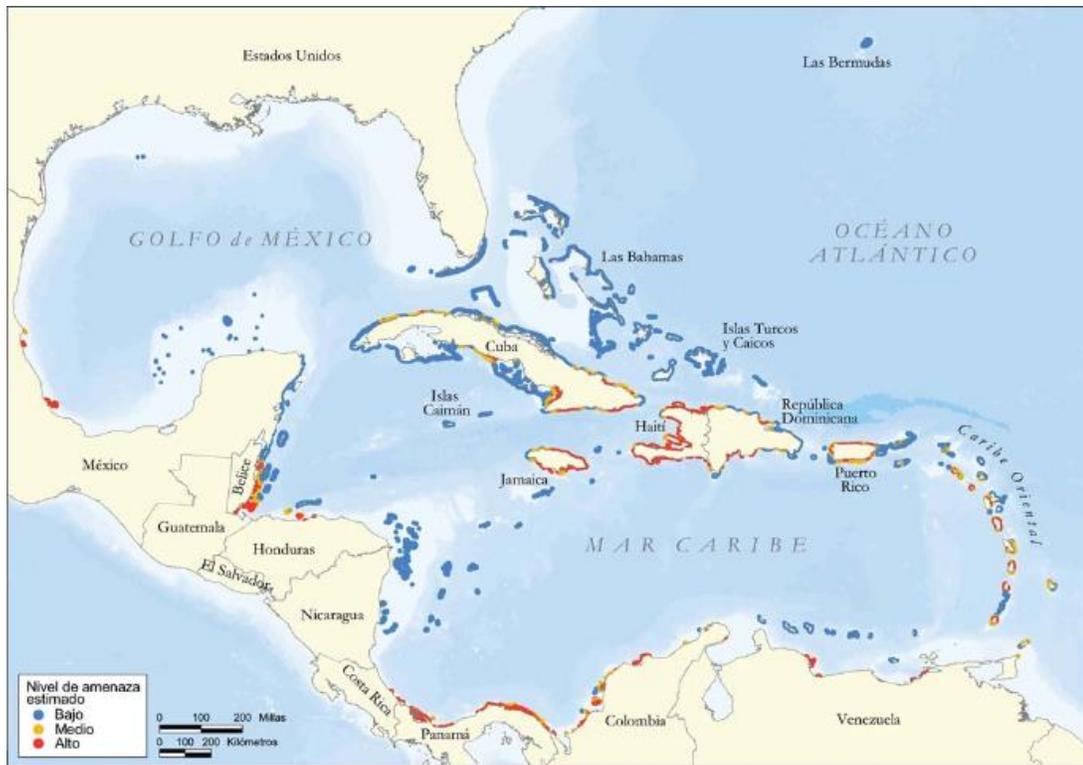


Figura 1. Arrecifes Amenazados por Sedimentación/Contaminación.

Fuente: (WRI, Arrecifes en Peligro en el Caribe, 2004).

Adicionalmente, Carrasquel (2015) informa:

Que algunas de las peores amenazas a los arrecifes de coral son causadas por las actividades humanas en tierra. La conversión de la vegetación natural para la agricultura o el desarrollo comercial, junto con los métodos agrícolas modernos y eliminación de residuos, han puesto en peligro la capacidad de las cuencas hidrográficas en el Caribe occidental.

Dicho lo anterior, se logra observar que se trata de un tema de alta relevancia a nivel mundial, siendo un aspecto que trata directamente al medio ambiente y su biodiversidad. Así mismo, es un tema que debe generar conciencia a las organizaciones, instituciones y empresas (grandes, medianas, pequeñas) sobre el impacto que resulta al medio ambiente el uso de productos químicos y sus residuos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se muestra una reseña histórica basada en fuentes bibliográficas consultadas a través de distintas fuentes de las cuales se destacan técnicas, procesos, métodos, hallazgos, sucesos y conclusiones más relevantes. Es decir, es necesaria la exposición y análisis de teorías existentes, investigaciones y estudios previos y antecedentes que concuerden y se relacionen al actual tema de estudio.

La revisión de la literatura implica detectar, consultar y obtener la bibliografía (referencias) y otros materiales que sean útiles para los propósitos del estudio, de donde se tiene que extraer y recopilar la información relevante y necesaria para enmarcar el problema de investigación. (Sampieri, Collado, & Lucio, 2010, p.53)

Es necesario realizar una revisión selectiva a la información que se obtiene durante la búsqueda, puesto que surgen publicaciones, estudios e investigaciones a nivel mundial en revistas, periódicos, libros, artículos, ensayos y otras fuentes de conocimiento. Se requiere de una selección de las investigaciones más importantes y las más recientes.

Se da inicio con el análisis de la situación actual, abarcando el estudio del micro y macro entorno, para continuar con el análisis interno. Posteriormente, se presentan las teorías de sustento y su conceptualización, así como la puntual revisión de instrumentos con el fin de obtener las respuestas a las preguntas de investigación.

2.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A continuación se detalla la información actual (socioeconómica, ambiental, etc.) relacionada con el tema de estudio; incluyendo el entorno nacional e internacional que inciden directamente con el tema de investigación. Es necesario recalcar que al contar con un panorama amplio y claro sobre un entorno específico, permitirá una eficiente toma de decisiones en relación a un tema de estudio.

2.1.1. ANÁLISIS DE MACRO – ENTORNO

“La macroeconomía se refiere al estudio del funcionamiento de la economía nacional y de la economía global” (Parkin, Esquivel, & Muñoz, 2006, p.2). Ante un mundo cambiante y

globalizado, es indispensable conocer la situación global en relación al tema de investigación, como por ejemplo, los países productores y consumidores del agente biológico *Metarhizium anisopliae*. Un entorno global se define como las fuerzas externas a una nación, que influyen directamente en la producción, desarrollo, competitividad y en el crecimiento de un país. Según Kotler & Armstrong (2007): “El macro entorno incluye las fuerzas sociales más grandes que influyen en el micro entorno, es decir, las fuerzas demográficas, económicas, naturales, tecnológicas, políticas y culturales” (p.70).

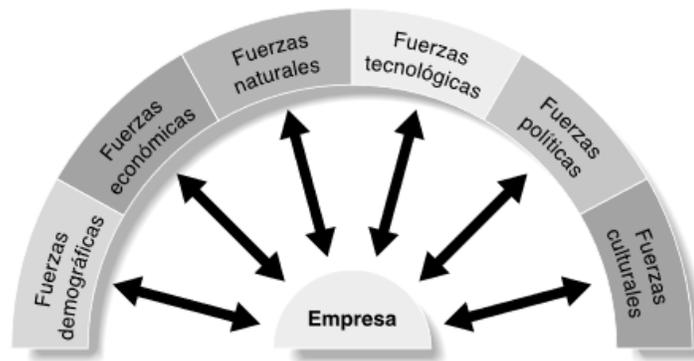


Figura 2. Principales Fuerzas del Macro Entorno de la Empresa.

Fuente: (Marketing, versión para Latinoamérica, 2007).

2.1.1.1. PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR EN CENTROAMÉRICA

A lo largo de los años, se ha considerado el cultivo de caña de azúcar como uno de los cultivos más relevantes a nivel mundial. Esto se debe a que genera resultados significativos en la economía de un país, siendo capaz de ofrecer una gran cantidad de empleo, además de la oportunidad de crear distintos productos a base de caña de azúcar, de los cuales se destacan los productos alimenticios.

A continuación se presentan las estadísticas correspondientes a la producción de caña de azúcar para Guatemala, desde el 2010 al 2016. Se puede observar el incremento sustancial a excepción de una baja notable entre el año 2015 y 2016 del 5.12%. Guatemala es el mayor productor de caña de azúcar a nivel centroamericano, posicionándose en el cuarto lugar en América Latina y el Caribe. A nivel mundial se ubica como el tercer mayor productor por hectárea.

Tabla 1. Producción de Caña de Azúcar en Guatemala.

Zafra	Producción de Caña (ton. métrica)	Azúcar qq
2010/11	2048,152	44525,046
2011/12	2499,200	54330,445
2012/13	2782,476	60488,610
2013/14	2806,578	61012,574
2014/15	2975,015	64674,237
2015/16	2822,604	61360,963

Fuente: (Asociación de Azucareros de Guatemala, 2017)

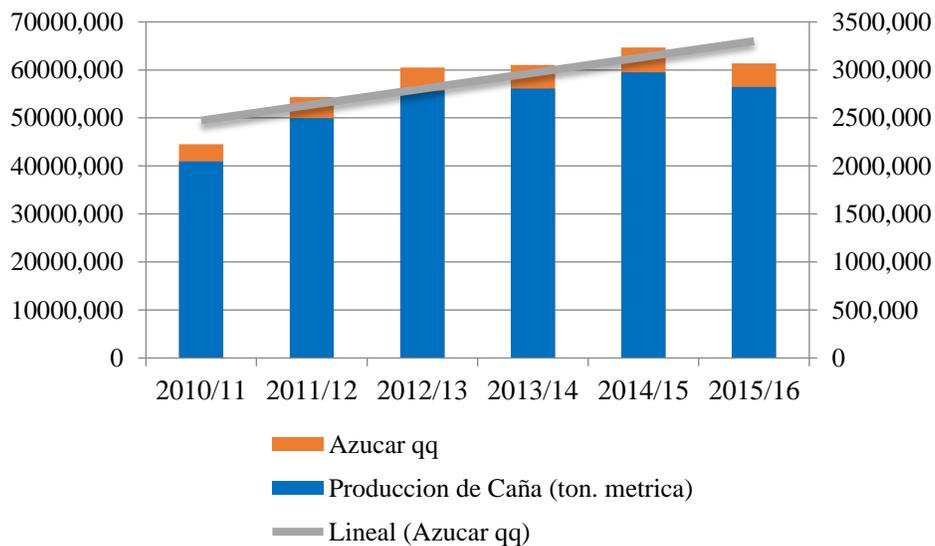


Figura 3. Producción de Caña de Azúcar en Guatemala.

Fuente: (Asociación de Azucareros de Guatemala, 2017).

En la siguiente tabla, se muestra la producción de Nicaragua desde el 2003 al 2013, detallando las hectáreas y manzanas cosechadas correspondientes a los cultivos de la caña de azúcar para dicho país. Su producción promedio es de 10.6 millones de quintales de azúcar. La tendencia de crecimiento es fluctuante, sin embargo, para la zafra del 2012/13 experimentó un incremento considerable del 16.05% en relación a la zafra 2011/12.

Tabla 2. Producción de Caña de Azúcar en Nicaragua.

Año	Hectáreas Cosechadas	Manzanas Cosechadas	Ton. Caña Molida	Azúcar qq
2003/04	44,218	62,721	4515,036	10005,805
2004/05	45,471	64,498	4563,192	10047,919
2005/06	45,690	64,809	4346,176	9510,567
2006/07	51,223	72,656	5127,425	11416,045
2007/08	53,939	76,510	4928,965	10542,599
2008/09	54,060	76,681	4874,996	11064,776
2009/10	55,259	78,381	5627,092	11626,268
2010/11	54,384	77,141	5128,203	10765,824
2011/12	59,836	84,873	6234,503	13055,033
2012/13	67,904	96,317	7416,423	15150,959

Fuente: (Comite Nacional de Productores de Azúcar, 2017)

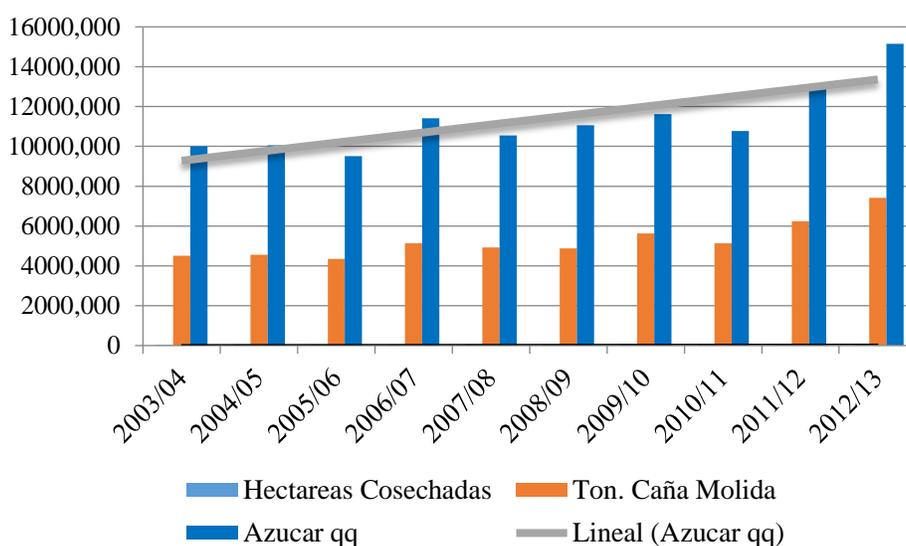


Figura 4. Producción de Caña de Azúcar en Nicaragua.

Fuente: (Comite Nacional de Productores de Azúcar, 2017).

En la tabla presentada a continuación se detalla la producción de cultivo de caña de azúcar para El Salvador, desde el 2004 al 2016. En las zafas de 2011/12 y 2014/2015 la producción tuvo un repunte del 20.24% y 14.17% respectivamente. Al igual que en Guatemala, se identifica una baja entre el 2015 y 2016 del 17.57% de los quintales producidos. La producción de El Salvador

es relativamente mayor a la de Honduras y Nicaragua que mantienen el promedio que producen a lo largo de los años. El promedio producido por El Salvador es de 13.1 millones de quintales anuales.

Tabla 3. Producción de Caña de Azúcar en El Salvador.

Año	Ton. Caña Molida	Azúcar qq
2004/05	5280,435	12213,710
2005/06	4845,336	11751,958
2006/07	5030,893	11522,175
2007/08	5116,125	12198,714
2008/09	4900,327	11996,715
2009/10	5504,870	12947,070
2010/11	5126,692	12473,850
2011/12	6428,688	14999,039
2014/15	7372,605	17123,836
2015/16	6578,486	14115,321

Fuente: (Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera, 2017)

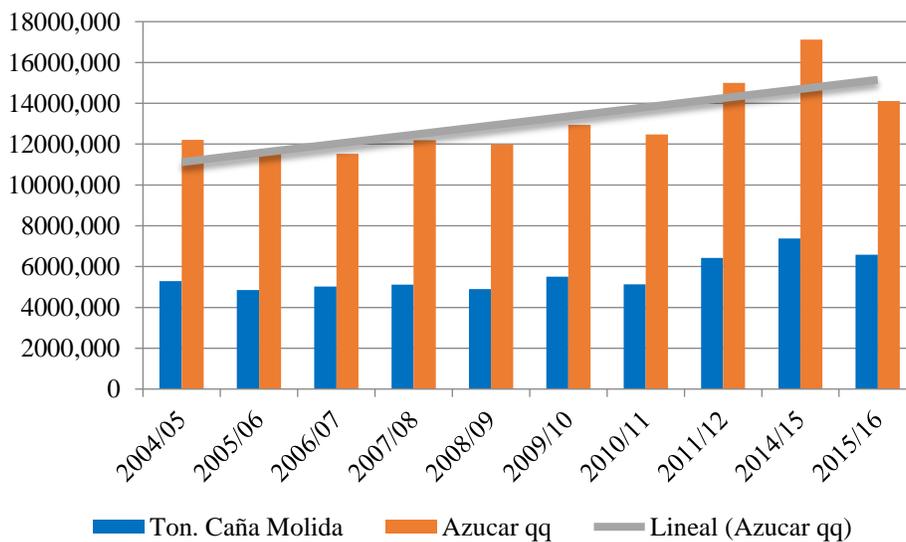


Figura 5. Producción de Caña de Azúcar en El Salvador.

Fuente: (Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera, 2017).

2.1.1.2. HISTORIA DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

El desarrollo de hongos entomopatógenos nace como iniciativa para combatir plagas en los cultivos del sector agrícola a nivel mundial. Entre los mayormente mencionados están: *Beauveria Bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Ambos hongos utilizados como agentes de control biológico para diferentes plagas en una variedad de cultivos.

La historia de los hongos entomopatógenos para el control de plagas agrícolas se remonta a finales del siglo XIX, mucho antes del desarrollo de los insecticidas químicos. El primer uso descrito fue la aplicación del hongo *Metarhizium anisopliae* para el control del abejorro del maíz, *Anisoplia austriaca*, en Ucrania por Elías Metschnikoff, en 1879. A inicios de los años 50, los insecticidas químicos, desplazaron en su totalidad el control biológico por su facilidad de producción y rápida aplicación. La consecuencia fue la aparición de resistencias en las plagas, toxicidad medioambiental, contaminación de las aguas, desequilibrios ecológicos y problemas de salud pública. Fue hasta los años 80 que resurgió nuevamente el uso de insecticidas orgánicos para el control de plagas agrícolas. (Moya, 2003, p.24)

Desde muchos años atrás, el enfoque biológico en el sector agrícola se convirtió en un tema de importancia a nivel mundial. Aunque los beneficios del control biológico con hongos entomopatógenos eran prometedores para la conservación del medio ambiente y su biodiversidad, estos no entraban en auge por el grado de inefectividad que arrojaban los resultados de campo posterior a su utilización. El hecho provocó que *Metarhizium anisopliae* se convirtiera en un agente biológico muy estudiado por diferentes países del mundo. Es un tipo de hongo capaz de combatir distintas plagas en los cultivos resultando en una alta efectividad. Se han realizado diversos estudios para comprobarla y con ello impulsar los mecanismos naturales de control de plagas. El hongo es útil para combatir plagas en los cultivos de café, caña de azúcar, papa, maíz, arroz, etc.

2.1.1.3. PLAGA EN CULTIVOS DE CAÑA DE AZUCAR A NIVEL MUNDIAL

Metarhizium anisopliae se produce para combatir plagas emergentes en distintos cultivos. Una de las plagas predominantes y de mayor infestación en los litorales del Golfo de México y del Océano Pacífico se denomina Mosca Pinta mejor conocida como “El Salivazo”. La plaga es capaz de disminuir los rendimientos de producción de caña de azúcar hasta en un 60%.

La mosca pinta es una plaga que se encuentra distribuida a lo largo del continente americano, predominante en áreas donde se ubican los ingenios azucareros. Se distribuye desde Argentina

hasta los Estados Unidos. Es una plaga que se conoce por su desarrollo en condiciones climáticas lluviosas y algunos factores como la humedad, la radiación solar y la temperatura influyen en el crecimiento y desarrollo del mismo. Algunas condiciones climáticas en las que se propicia el desarrollo de la plaga son en climas secos, húmedos, trópicos y subtropicos.

México se encuentra dentro de los principales países productores de caña de azúcar a nivel mundial, concentrando sus cultivos en las ciudades de Jalisco y Veracruz. Por otro lado, la plaga se ubica en América Central en cultivos como caña de azúcar, maíz, arroz, pastos, entre otros.

Dada la importancia de esta plaga desde la perspectiva económica y ambiental, se han inclinado los esfuerzos por combatir, controlar y erradicar el ciclo biológico de la mosca pinta. Su ciclo biológico comienza con el apareamiento de la mosca pinta adulta, cuya hembra pone huevos cerca del tronco de caña, que bajo condiciones ambientales propicias, permiten el desarrollo de la mosca. A su vez, esta sube al follaje y destruye el cultivo. Dentro de las actividades para dar ruptura a la plaga antes mencionada, se consideran los monitoreos, limpieza y el uso de agentes biológicos y químicos.



Figura 6. Ciclo Biológico de la Mosca Pinta.

Fuente: (Casos de Control Biológico en México, 2015).



Figura 7. Existencia de Salivazo en distintos países de Centroamérica y Suramérica.

Fuente: (Control Biológico del Salivazo, 2011)

Varias especies de salivazos se presentan en diferentes países causando pérdidas económicas al cultivo de la caña de azúcar.

- En México, una especie de *Aeneolamia*, causa reducciones entre 3 y 6 t/ha.
- En Guatemala, las pérdidas se estiman en 11 t/ha y 12,76 kg de azúcar/t
- En Venezuela, se estima que un daño severo en cañas de 6 a 9 meses de edad, puede reducir en 25% los rendimientos de azúcar.
 - En Colombia, aún no se conoce el impacto real de *Aeneolamia* en los rendimientos de la caña de azúcar. (Matanbanchoy, Bustillo, Castro, Mesa, & Moreno, 2012)

A nivel mundial se ha reportado la presencia de mosca pinta en los países como México, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Belice, Guatemala, Nicaragua, Honduras y Brasil. En la mayoría de estos países, varias especies de salivazos se combaten con aplicaciones periódicas de productos comerciales basados en el hongo *Metarhizium anisopliae*. (Obando, 2013, p.26-27)

2.1.1.4. PRODUCCIÓN DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

En países como Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, Colombia y México, las empresas han logrado dirigir sus esfuerzos para reducir el daño que se produce a causa de las plagas mediante el uso de agentes microbianos, como lo es *Metarhizium anisopliae*, sin perjudicar el medio ambiente, la naturaleza, la biodiversidad y más importante aún, la salud humana. Su objetivo es disminuir el uso de plaguicidas sintéticos sustituyéndolos por el uso de productos biológicos, amigables con el medio ambiente.

La producción de *Metarhizium anisopliae* se lleva a cabo a través de una técnica de fermentación sólida, comúnmente se utiliza arroz precocido como medio de crecimiento del hongo entomopatógeno. Es una técnica realizada en los países orientales y se extendió a países latinoamericanos. “Existen tres métodos de producción de hongos entomopatógenos: artesanal, semi-industrial e industrial” (Monzón, 2001, p.97). En países de América Central, es común la producción que se lleva a cabo artesanalmente o a través de un proceso semi industrial, tal es el caso de Nicaragua. A continuación se describe brevemente los procesos para los distintos tipos de producción:

Multiplicación artesanal. Es un tipo de proceso utilizado por los mismos productores y/o empresas pequeñas, que no poseen tecnología automatizada y especializada. Este proceso requiere de monitoreo, limpieza profunda y cuidados minuciosos dado que se ejecuta manualmente. Se inicia con un cultivo “semilla”, que posteriormente es inoculado en bolsas de arroz bajo condiciones ambientales idóneas con el objetivo que el hongo logre colonizar el arroz. Una vez que se encuentre colonizada en su totalidad, se sumerge en agua como obtención de una mezcla, combinación o líquido que es el aplicado como control de plagas.

Producción semi industrial. Es un tipo de proceso que se lleva a cabo por medianas empresas comúnmente. Al utilizar este método, se logra alcanzar una producción a mediana escala a través del uso de maquinaria, y a su vez, se continúa desarrollando actividades de forma manual. La producción semi industrial es una combinación de los otros dos procesos, artesanal e industrial.

Se realiza en varias fases, que van desde la obtención del cultivo puro hasta la formulación del producto. En general el proceso está organizado en dos etapas: la etapa de cepario y la de producción.

El tiempo empleado en desarrollar el proceso de producción es de aproximadamente un mes. La etapa de cepario comprende el aislamiento de la cepa y la obtención del cultivo puro. Además se considera el mantenimiento, reactivación y preservación de las cepas. La etapa de producción comprende la preparación de los sustratos, inoculación e incubación de matrices y bolsas, el proceso de secado (bandeja), la cosecha del hongo y la preparación de las formulaciones. (Monzón, 2001, p.97)

Producción industrial. Es el tipo de proceso que se logra a través de la adquisición de maquinaria y equipo automatizado, con el que se consiguen producciones masivas puesto que se programan bajo los parámetros, indicaciones y tiempos establecidos. México es reconocido por elaborar la producción de este hongo entomopatógeno de forma industrial, a costos razonables y en menor tiempo. “A partir de la década de 1990, la producción de altas concentraciones de conidios fue lograda mediante la implementación del método difásico, que implica incrementar el inóculo en cultivo líquido con el uso de un agitador orbital” (Arrendondo & Rodríguez, 2015, p.155).

A continuación, se presenta un detalle de producción masiva de dosis de *Metarhizium anisopliae* en México, para atender los diferentes ingenios azucareros que presentaban problemas relacionados a la mosca pinta para el año 2012.

Tabla 4. Producción de *M. anisopliae* para Ingenios con problemas de Mosca Pinta.

Ingenio	Estimado en Dosis	Estimado en Cobertura (hectáreas)
Motzorongo, Veracruz*	12,000	8,000
El Refugio, Oaxaca	6,000	5,000
Constancia, Veracruz*	16,000	10,000
CIASA	1,000	800
Plan de San Luis, S.L.P.*	3,000	4,000
Alianza Popular, S.L.P.	3,000	3,000
Plan de Ayala, S.L.P.	500	500
El Naranjo, S.L.P.*	16,000	10,000
Ameca, Jalisco*	5,000	5,000
Santa Rosalía, Tabasco	3,000	3,000
San Rafael de Pucté, Quintana Roo*	10,000	8,000

Fuente: (Casos de Control Biológico en México, 2015)

*Ingenios que cuentan con sus propios laboratorios de producción del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*.

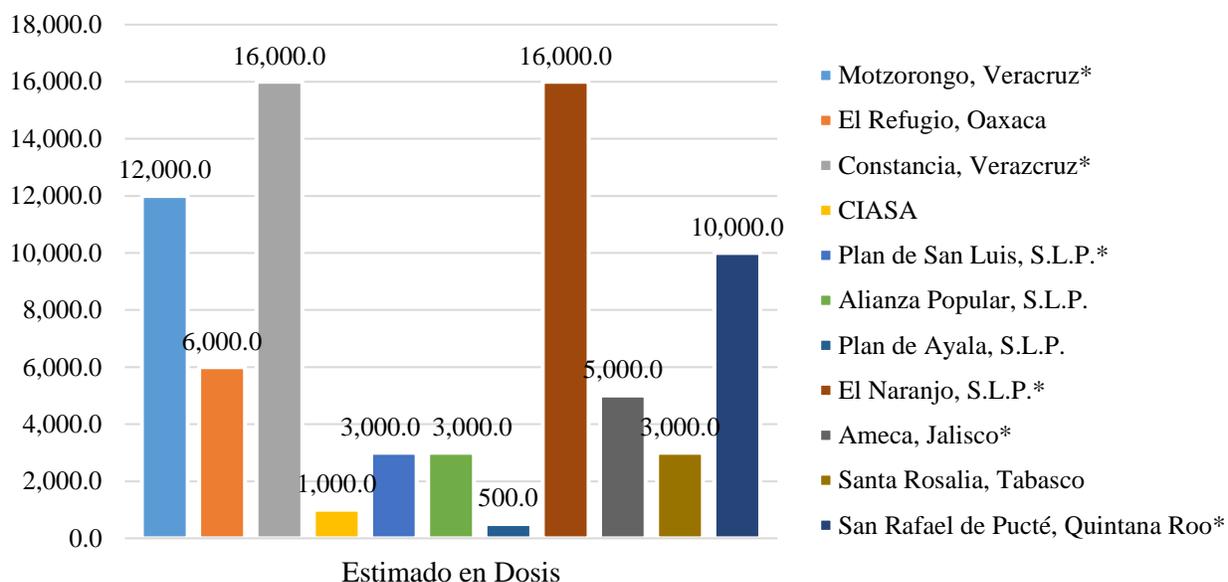


Figura 8. Producción de Dosis *Metarhizium anisopliae* en 2012.

Fuente: (Casos de Control Biológico en México, 2015)

Adicionalmente, se muestra la producción de *Metarhizium anisopliae* correspondiente a Costa Rica, desde el año 1989 hasta 1999. En la tabla presentada a continuación, se muestra la producción de hongo puro (kg) y la cobertura de hectáreas para cada año, siendo en 1999 el año con mayor nivel de producción y cobertura por hectárea del hongo entomopatógeno.

Tabla 5. Producción de *Metarhizium anisopliae* en Costa Rica.

Año	Producción de Hongo Puro (Kg)	Cobertura de Hectáreas
1989	115.4	349.7
1990	318.4	964.8
1991	603.1	1,798.0
1992	749.4	2,195.0
1993	564.8	1,120.0
1994	399.8	954.0
1995	495.5	1,724.0

Continuación Tabla 5. Producción de *Metarhizium anisopliae* en Costa Rica.

Año	Producción de Hongo Puro (Kg)	Cobertura de Hectáreas
1996	593.0	2,118.0
1997	996.6	3,598.2
1998	1,206.7	4,353.8
1999 (estimado)	1,646.5	5,944.2

Fuente: (Uso Biológico del *Metarhizium anisopliae* Como Estrategia para el Control del Salivazo, 1999)

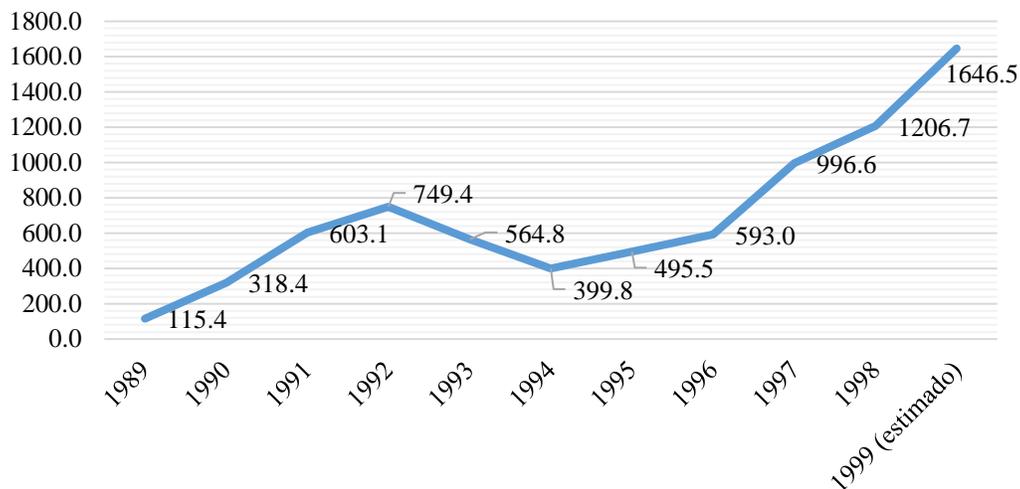


Figura 9. Producción de *Metarhizium anisopliae* en Costa Rica.

Fuente: (Uso Biológico del *Metarhizium anisopliae* Como Estrategia para el Control del Salivazo, 1999)

2.1.2. ANÁLISIS DEL MICRO – ENTORNO

Kotler & Armstrong (2007) afirman: “El análisis del micro entorno consiste en las fuerzas cercanas a la empresa, que afectan su capacidad para servir a clientes: la empresa misma, los proveedores, los canales de distribución, los diferentes tipos de clientes, los competidores y los públicos” (p.70). Es por ello, que es necesario que una empresa comprenda como funciona su entorno, las fuerzas que lo componen y la manera en como estos se relacionan al funcionamiento y rendimiento de la organización. Al analizar el micro entorno, las compañías obtienen evaluar sus atractivos en cuanto a oportunidades actuales y potenciales, así como el constante desarrollo del sector o rubro determinado.



Figura 10. Actores del Micro Entorno.

Fuente: (Marketing, versión para Latinoamérica, 2007).

A continuación, se presenta una descripción detallada sobre la producción de caña de azúcar en la República de Honduras en los últimos años, su consumo interno y exportaciones, y su competencia directa. Adicionalmente, se expone sobre los productores del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, así como también el proceso de producción y otros aspectos relacionados con el consumo de pesticidas para el cultivo de caña de azúcar.

Anualmente, las instituciones y empresas dedicadas a la producción agrícola inclinan sus esfuerzos por combatir plagas, como una muestra de interés constante para generar conciencia ambiental en el sector productivo agrícola. Es por ello, que a mediados del año 2010, se inicia la construcción del Centro de Producción de Agentes Biológicos para Agricultura (CEPACBA), edificación que fue posible a través de la alianza global entre el Fondo Mundial de la Naturaleza, mejor conocido como World Wildlife Foundation (WWF por sus siglas en inglés), La Fundación Coca Cola, la empresa Azucarera del Norte, S.A. (AZUNOSA), la Fundación SUMMIT y la FHIA. Dicho acontecimiento se presentó en las instalaciones ubicadas en La Lima, Cortés, en el centro de producción antes mencionado, con fecha 15 de noviembre de 2010.

Eso es el resultado de que instituciones como la FHIA y muchas otras más trabajan cotidianamente con centenares de productores, a nivel de campo, transfiriéndoles el conocimiento para hacer en lo posible un manejo integrado de plagas (MIP), con el fin de producir eficientemente sin afectar el ambiente. A eso se suma el alto grado de conciencia ambiental y de responsabilidad social empresarial que han adquirido algunas empresas que producen cultivos agroindustriales en diferentes regiones del país. (FHIA, 2010)

2.1.2.1. PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR A NIVEL NACIONAL

“En Honduras, la agroindustria azucarera cuenta con aproximadamente 80,000 manzanas de caña de azúcar de las cuales el 60% pertenece a la Industria y el 40% pertenece a productores independientes. Estas manzanas producen cerca de doce millones de quintales de azúcar anualmente” (Tribuna, 2017).

Actualmente, Honduras cuenta con seis ingenios azucareros: Azucarera del Norte, S.A. (AZUNOSA), Azucarera Choluteca, Grupo Compañía Azucarera Hondureña, S.A. (CAHSA), Azucarera Tres Valles, SER Chumbagua e Ingenio Azucarero La Grecia. Dicha industria se conoce por ser una principal fuente generadora de empleos para los ciudadanos de las zonas donde se ubican las mayores producciones de caña de azúcar.

La caña de azúcar es la actividad agrícola más importante y de mayor crecimiento a nivel nacional. “Se considera un cultivo amigable con el medio ambiente por su elevada eficiencia fotosintética en comparación con otros cultivos comerciales, que le permite una mayor utilización de la energía solar y consecuentemente, un mayor coeficiente de absorción del CO₂ atmosférico” (Tribuna, 2017). Dicho lo anterior, el cultivo de caña de azúcar resulta ser una contribución ecológica que permite aplacar el calentamiento de la atmosfera que se genera por distintos factores. A pesar de las bondades de este cultivo, existe un impacto negativo que se genera en el medio ambiente, dado que en su manejo los productores hacen uso de pesticidas químicos que dañan el ecosistema.

Honduras cuenta con la Asociación de Productores de Azúcar de Honduras (APAH), una asociación sin fines de lucro que tiene como objetivo velar por el futuro de la agroindustria azucarera. Dentro de sus actividades principales: actualizar sus instalaciones y fábricas, capacitar constantemente a los colaboradores, empresas y productores a nivel nacional, ofrecer cursos y charlas sobre temas relevantes y recientes y mantener un alto nivel de calidad en el rubro para ser capaces de continuar compitiendo con países a nivel mundial que se dedican al cultivo de caña de azúcar. Así mismo, inducen e incentivan al sector azucarero a participar en actividades para convertirse en empresas socialmente responsables.

En la tabla que se presenta a continuación, se muestra la producción correspondiente a la caña de azúcar en Honduras, desde el año 2011 al 2017, detallando las hectáreas y las manzanas cosechadas.

Tabla 6. Producción de Caña de Azúcar en Honduras.

Año	Hectáreas Cosechadas	Manzanas Cosechadas	Ton. Caña Molida	Azúcar qq
2011	45,310	64,270	4206,677	8955,567
2012	48,085	68,205	4842,452	10391,000
2013	53,266	75,554	5562,018	11080,941
2014	54,371	77,122	5628,464	11388,133
2015	53,615	76,049	5380,523	11354,112
2016	54,556	77,385	5356,052	10778,953
2017	54,271	76,980	5545,822	11469,861

Fuente: (Sierra, 2017)

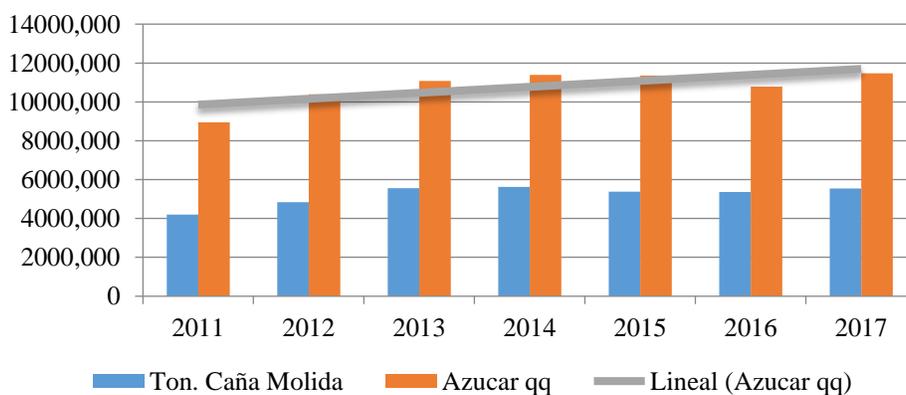


Figura 11. Producción de Caña de Azúcar en Honduras.

Fuente: (Sierra, 2017).

2.1.2.2. CONSUMO NACIONAL Y EXPORTACIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR

Durante el periodo 2015-2016, se observa que de la producción total de caña de azúcar, el 70% se destinó como consumo nacional y únicamente un 30% se utilizó para exportación. El

consumo interno y las exportaciones de la agroindustria azucarera de Honduras desde el año 2006 al 2016 se presentan a continuación:

Tabla 7. Consumo Nacional y Exportaciones de Caña de Azúcar.

Año	Exportaciones	Cuota USA	Cuota Unión Europea	Consumo Nacional
Quintales				
2006	2076,780	272,241	0	5427,062
2007	2260,303	462,459	0	5785,868
2008	2212,750	407,717	0	5568,493
2009	2381,041	407,717	0	5926,110
2010	2426,892	422,507	0	6054,973
2011	2251,798	482,180	0	6221,589
2012	3487,452	557,526	0	6346,021
2013	3651,612	437,683	289,026	6702,620
2014	3060,809	456,400	440,924	7430,000
2015	2918,012	498,002	461,063	7477,036
2016	2362,889	443,790	446,436	7525,839

Fuente: (Asociación de Productores de Azúcar de Honduras, 2017)

2.1.2.3. PRODUCCIÓN DE *M. ANISOPLIAE* EN HONDURAS

En la actualidad, la producción de *Metarhizium anisopliae* en Honduras está siendo elaborada por FHIA y por la Escuela Agrícola Panamericana, mejor conocida como El Zamorano. El Zamorano elabora y distribuye el hongo entomopatógeno mediante distintas presentaciones, sólida y en polvo. Así mismo, se encuentran desarrollando el producto en una presentación líquida, la cual se colocara a disposición del mercado una vez que finalicen las pruebas y un monitoreo respectivo. Por el contrario, FHIA únicamente produce y distribuye en una única presentación, siendo multiplicada a través de arroz precocido (presentación sólida). Dicho lo anterior, FHIA produce 167 dosis mensuales de 1.688 kg, siendo un total de 1,500 dosis anuales aproximadamente, la cual es destinada la producción para un solo cliente a nivel nacional a un precio de 18 dólares por unidad.

Metarhizium anisopliae es un agente con un alto potencial para combatir distintas plagas en cultivos de maíz, papa, caña de azúcar, etc. No obstante, FHIA únicamente ha realizado experimentos, estudios e investigaciones para atacar a la plaga “El Salivazo”, que se concentra en cultivos de caña de azúcar. Con el paso del tiempo, el objetivo de FHIA es extender el alcance del hongo entomopatógeno para combatir las plagas en los demás cultivos producidos. El proceso de producción utilizado para *Metarhizium anisopliae* es semi industrial, pues han adquirido maquinaria acompañado de actividades manuales.

2.1.3. ANÁLISIS INTERNO

En el análisis interno se analiza la información con un alcance más limitado. Se presenta información específica de la única compañía productora de *Metarhizium anisopliae* a nivel local, FHIA, tomando en cuenta aspectos administrativos, operativos, técnicos y financieros de la producción generada por CEPACBA. Dicha información es útil como soporte para análisis de la situación actual del producto y en consecuencia contribuye a la toma de decisiones de producción, técnicas y de ampliación del porcentaje de participación en el mercado.

Para lo anterior, se requiere evaluar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que enfrenta la compañía en la actualidad.

<p>Fortalezas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posee instalaciones y equipo adecuado para producir. • Pocos productores en el país. • Conocimiento técnico e investigación. • Personal capacitado para ejecutar el proceso productivo. • Licencia vigente de producción. 	<p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta producción de azúcar en el país. • Crecimiento rápido de la demanda potencial. • Diversificación de presentaciones (sólido, líquido). • Utilización del producto para combatir plagas en distintos cultivos.
---	---

<p>Debilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de programa de mercadeo y comercialización. • Desconocimiento de los costos de producción. • Poco personal para ejecutar la producción. • Parcial utilización de la capacidad instalada. • Cantidad limitada de clientes atendidos. • Carece de canales de distribución. 	<p>Amenazas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuertes competidores a nivel centroamericano. • Cuota de mercado establecida por el país. • Competidores con menores costos. • Desarrollo de productos sustitutos. • Percepción de baja calidad o ineffectividad del producto.
--	--

Figura 12. FODA - Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA)

Actualmente, FHIA está produciendo 1,500 dosis anuales aproximadamente de arroz con inóculo (hongo *Metarhizium anisopliae*) para poner a disposición del mercado local. Una de las grandes limitantes que posee es que comercializa su producto con un único cliente. Esto se debe en gran medida a que desconoce los costos de producción, lo que ha conducido a que determinen un precio de venta basado en los precios de mercado. Se carece de una evaluación de punto de equilibrio que confirme la auto sostenibilidad del proyecto. Por lo anterior, se ha detenido la idea de ampliar la producción, comercialización y distribución del producto para captar un mayor número de clientes potenciales.

El proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* contiene un sinnúmero de beneficios. FHIA posee la licencia para producirlo y la capacidad instalada para aumentar su producción y ampliar su participación en el mercado. Aunque existe personal capacitado, habilidades técnicas y de investigación y suficiente capacidad instalada, carecen de un plan de mercadeo y comercialización del producto que impulse las bondades y beneficios del mismo para la conservación del medio ambiente. Adicionalmente, no existen canales de distribución y/o puntos

de venta estratégicos donde el producto sea de fácil acceso para los productores de caña de azúcar a nivel local.

2.2. TEORIAS DE SUSTENTO

A continuación se expondrán dos teorías de sustento con el propósito de respaldar las bases de la presente investigación. Así mismo, las teorías utilizadas permitirán alcanzar el logro de los objetivos planteados inicialmente, así como la identificación de alternativas y soluciones ante el planteamiento del problema.

2.2.1. COSTEO BASADO EN ACTIVIDADES (ABC)

El costeo basado en actividades o mejor conocido por Activity Based Cost (ABC, por sus siglas en inglés), “emerge a mediados de los años 80 para satisfacer la necesidad de información fidedigna, respecto al coste de los recursos asignables a los productos, servicios, clientes y canales de distribución” (Kaplan & Cooper, 2000, p.16). Esta técnica tiene como principal objetivo la asignación de costos a las actividades dentro de un proceso de producción, a través de la medición de los recursos utilizados.

Un sistema ABC permite a las organizaciones conocer a detalle cuales son las actividades que se realizan dentro de un proceso, que costo tienen cada una de las actividades llevadas a cabo, la importancia de las actividades y el tiempo destinado para cada etapa del proceso productivo. Un sistema ABC tiene como principal propósito, medir con mayor exactitud los costos en base a las actividades y sus recursos, con el objetivo de conocer la rentabilidad que presenta la organización sobre un producto o servicio que coloca a disposición en el mercado. Así mismo, es un tipo de sistema que se utiliza como soporte para una eficiente y eficaz toma de decisiones y aporta a la planificación estratégica de una compañía.

Dentro de las principales ventajas de un sistema ABC:

- 1) Optimización de recursos, tiempo y actividades.
- 2) Disminución de tiempos y movimientos innecesarios.
- 3) Identificación de actividades de valor agregado.

- 4) Mayor exactitud del costeo de un producto o servicio.
- 5) Determinación de oportunidades de mejora.

2.2.2. MEJORA CONTINUA DE PROCESOS

“El proceso de mejora continua es un concepto originado a partir de mediados del siglo XX que pretende introducir mejoras en los productos, servicios y procesos” (González, 2012). A través de este método, se busca mejorar constantemente en aspectos como: calidad, desempeño y eficiencia de equipos, recursos, personas y procesos que conforman una compañía. En su mayoría, las organizaciones utilizan un proceso de mejora continua para mejorar la calidad de sus productos y servicios, así como existen empresas que buscan reducir o minimizar los costos y recursos involucrados en un proceso productivo.

Existen distintos tipos de herramientas para lograr una mejora continua de procesos. La selección y aplicación de las mismas dependerá directamente de la organización, tomando en consideración los procedimientos, políticas, procesos y su alcance, es decir, que las herramientas que se apliquen aporten favorablemente y se logre alcanzar los objetivos establecidos por la organización.

Heizer & Render, (2004) afirman: “que los diagramas de flujos representan gráficamente un proceso o un sistema utilizando cuadros y líneas interconectadas. Son sencillos pero excelentes cuando se busca explicar un proceso o que tenga sentido” (p.200). Para entender claramente los pasos involucrados en el proceso es necesaria una figura sencilla que muestre a detalle las actividades, el tiempo y los resultados generados en cada etapa. Esto con el objetivo de elaborar estrategias correspondientes a mejora continua.

El proceso de mejora continua presenta los siguientes beneficios:

- 1) Optimización de recursos.
- 2) Mayor nivel de calidad y rendimiento.
- 3) Mejora en comunicación interna.
- 4) Aumento en satisfacción de los clientes y proveedores.

5) Incremento en ventaja competitiva.

2.3. CONCEPTUALIZACIÓN

En la presente sección se presenta los conceptos y los términos más relevantes que se han utilizado a lo largo de la investigación para lograr obtener un mayor conocimiento y comprensión de la temática que conforma el presente estudio. Se describen a continuación:

CONTROL BIOLÓGICO

“El control biológico es también un método de control de plagas; el cual consiste en la utilización de organismos vivos con el fin de controlar las poblaciones problemas” (Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, 2017). Para lograr una adecuada selección del organismo vivo, es indispensable poseer un amplio conocimiento de las poblaciones problemas para que puedan ser erradicadas satisfactoriamente.

AUTOCLAVE

Una autoclave es una maquinaria similar a una olla de presión, donde se ingresan tubos, recipientes, botes u otros materiales de laboratorio, con el objetivo de eliminar los gérmenes y las bacterias que se encuentran dispersas en el ambiente. Es comúnmente utilizada en hospitales, laboratorios y farmacias.

Es una cámara de presión que se utiliza para realizar procesos industriales que requieren temperatura y presión elevadas diferentes a la presión del aire en el ambiente. Un autoclave se utiliza para esterilizar el equipo quirúrgico, los instrumentos del laboratorio, artículos farmacéuticos y otros materiales. (Periodico de Salud, 2017)

HONGO

“Los hongos son un grupo de seres vivos diferentes de las plantas y de los animales, razón por la cual se clasifican en un reino aparte llamado Fungi” (Instituto Nacional de Biodiversidad, 2014). Son seres vivos con la capacidad de crecer, desarrollarse y habitar en distintos ambientes, tanto en el ambiente urbano como en el rural. En la actualidad existe una diversidad de hongos,

siendo el número de especies cada vez mayor, entre los cuales se encuentran hongos beneficiosos y dañinos a los seres humanos y al medio ambiente.

INÓCULO

Es un término que hace referencia a una sustancia que será utilizada para el proceso de inoculación. Inoculación significa la introducción de la sustancia, líquido o mezcla en un cultivo (arroz precocido) como medio de crecimiento del inóculo para utilizarse posteriormente como un producto biológico que combate y elimina plagas en las producciones agrícolas.

SALIVAZO

“El salivazo es la plaga más importante de la caña de azúcar y las pasturas en los países de clima ecuatorial y tropical de América Central y América del Sur” (Gómez, 2007, p.1). El salivazo suele conocerse por su otro nombre “Mosca Pinta”, que provoca considerables reducciones en el rendimiento del cultivo de caña de azúcar. La plaga produce daños tan severos que ocasiona que deban realizarse varias aplicaciones de plaguicidas, causando un daño significativo al medio ambiente y su biodiversidad.

ZAFRA

Zafra es el término que se utiliza para el periodo de tiempo en que se lleva a cabo la recolección de la caña de azúcar, en el cual participan un gran número de personas capacitadas en el rubro agroindustrial azucarero.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

A través del presente capítulo se pretende explicar la metodología utilizada, detallando las técnicas, instrumentos, herramientas, procesos y procedimientos que permiten una recolección de datos e información precisa, así como la presentación de la congruencia metodológica, el enfoque y métodos, diseño y fuentes de información primarias y secundarias, que aporten significativamente a la previa investigación. Se identifican, seleccionan y aplican las técnicas con las que se obtienen los datos que permitirán probar la hipótesis planteada.

3.1. CONGRUENCIA METODOLÓGICA

Con el propósito de relacionar el problema anteriormente planteado con la metodología de investigación se ejecuta un el siguiente cuadro que expone los objetivos, preguntas de investigación, variables, dimensiones indicadores y técnicas o instrumentos utilizados para la recolección de información.

Tabla 8. Congruencia Metodológica.

Título			
Estudio de factibilidad del proyecto de producción de <i>Metarhizium anisopliae</i> para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA).			
Problema	Preguntas de Investigación	Objetivos	
		Objetivo General	Objetivos Específicos
¿Es auto sostenible el proyecto de producción de <i>Metarhizium anisopliae</i> ejecutado por el CEPACBA, tomando como base los costos de producción y el precio de mercado?	1. ¿Cuáles son los costos de producción (fijos, variables, totales) asociados a cada etapa del proceso?	Desarrollar un estudio de factibilidad del proyecto de producción de <i>Metarhizium anisopliae</i> ejecutado por la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), a través de un análisis detallado de mercado, técnico y financiero que contribuya a un proceso eficiente de toma de decisiones.	1. Identificar los costos de producción del hongo <i>Metarhizium anisopliae</i> (fijos, variables, totales) asociados a cada etapa del proceso.
	2. ¿Cuál es la capacidad instalada del proceso de producción?		2. Definir la capacidad instalada del proceso de producción.
	3. ¿Cuál sería el precio de venta idóneo del producto <i>Metarhizium anisopliae</i> ?		3. Establecer el precio de venta adecuado del producto <i>Metarhizium anisopliae</i> .
	4. ¿Cuál es la percepción del mercado hacia el producto <i>Metarhizium anisopliae</i> ?		4. Evaluar el grado de percepción que posee el mercado sobre el producto <i>Metarhizium anisopliae</i> .
	5. ¿Cuál es la demanda potencial del producto en el mercado local?		5. Calcular la demanda potencial del producto <i>Metarhizium anisopliae</i> en el mercado.

La tabla anterior muestra las preguntas de investigación emergentes del problema identificado como también el objetivo general y los objetivos específicos congruentemente relacionados con las preguntas planteadas. Se determina cada objetivo específico en base a las necesidades identificadas en campo y las expuestas por el Jefe de Protección Vegetal en FHIA, el Dr. Mauricio Rivera.

3.1.1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En esta sección del trabajo se definen las variables dependientes e independientes relacionadas a los objetivos específicos anteriormente detallados. Cada variable funciona como unidad de análisis que fundamenta la investigación. También se exponen las dimensiones correspondientes a cada variable de estudio.

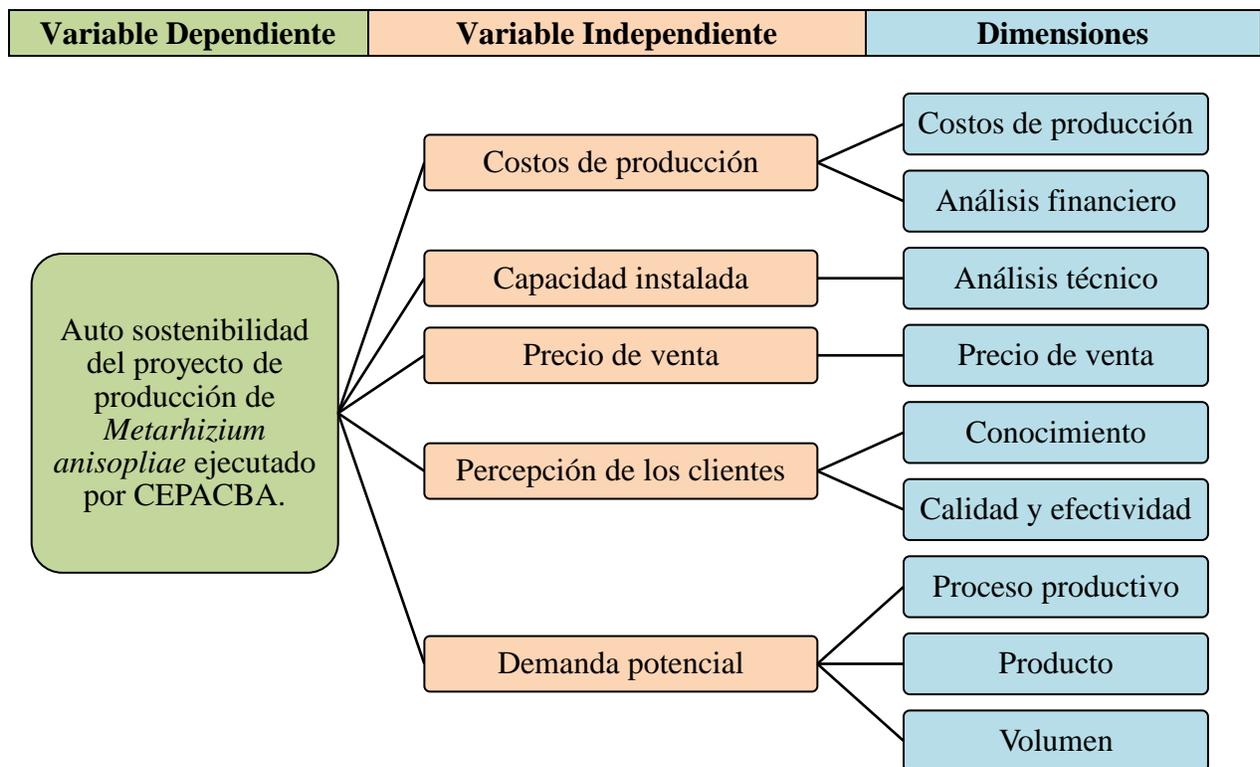


Figura 13. Operacionalización de las Variables.

El diagrama de variables presentado en la figura anterior interrelaciona las variables dependientes e independientes con las dimensiones de estudio. Posteriormente, se definen de forma conceptual y operacional cada una de las variables y se especifican las dimensiones, los indicadores

y las técnicas de recolección de información que ofrecen datos valiosos para el trabajo de investigación. Seguidamente, se detalla la operacionalización de las variables incluyendo preguntas estratégicas utilizadas en las entrevistas a expertos con la finalidad de obtener información relevante para el estudio.

Tabla 9. Operacionalización de las Variables Requerimientos Básicos.

Estudio de factibilidad del proyecto de producción de <i>Metarhizium anisopliae</i> para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA).							
Variable	Definición		Dimensión	Indicador	Pregunta	Respuesta	Técnica
Independiente	Conceptual	Operacional					
Costos de producción	Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento	Los costos de producción pueden ser variables o fijos. Es el monto o cantidad en efectivo que la compañía debe pagar para producir un bien.	Costos de producción	Costos fijos y variables por etapa	N/A	N/A	Costeo ABC/ Observación en campo
			Análisis financiero	Estimaciones de venta, Estado de Resultados Proyectado, Inversión inicial			Base de datos/ Técnicas de Presupuesto de Capital
Capacidad instalada	La capacidad instalada es el potencial de producción o volumen máximo de producción que una empresa en particular, unidad, departamento o sección; puede lograr durante un periodo de tiempo determinado.	La capacidad instalada se refiere a la capacidad de equipo, maquinaria e instalaciones que posee una compañía para producir un bien.	Análisis técnico	Diagrama de procesos	N/A	N/A	Observación en campo/ Base de datos
				Capacidad instalada			Observación en campo/ Base de datos
Precio de venta	Precio al que se transfiere el dominio de un bien. Importe que pagan los consumidores por un producto.	El precio es una medida cuantitativa que nos indica el valor de un producto en términos monetarios.	Precio de venta	Precios actuales de pesticidas	¿A qué precio adquieren el pesticida que utilizan en sus cultivos de caña?	Abierta	Entrevista a expertos/ Investigación de precios de la competencia

Continuación Tabla 9. Operacionalización de las Variables Requerimientos Básicos.

Título		Estudio de factibilidad del proyecto de producción de <i>Metarhizium anisopliae</i> para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA).					
Variable	Definición		Dimensión	Indicador	Pregunta	Respuesta	Técnica
Independiente	Conceptual	Operacional					
				Precio propuesto de pesticida	¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un pesticida biológico para controlar la plaga?	Abierta	Entrevista a expertos/ Investigación de precios de la competencia
Percepción de los clientes	La percepción es la manera en la que el cerebro de un organismo interpreta los estímulos sensoriales que recibe a través de los sentidos para formar una impresión consciente de la realidad física de su entorno.	La percepción de los clientes puede definirse en términos de calidad, satisfacción, eficiencia y eficacia.	Conocimiento	Conocimiento	¿Ha escuchado hablar de <i>Metarhizium anisopliae</i> ?	Abierta	Entrevista a expertos
			Calidad y Efectividad	Calidad y Efectividad	¿Cree usted que <i>Metarhizium anisopliae</i> es efectivo para el control de la plaga?	Abierta	Entrevista a expertos
				Comparación de opciones	¿Según su experiencia, es más efectivo el control químico o el control biológico?	Abierta	Entrevista a expertos
				Intención de uso	¿Estaría dispuesto a reemplazar el pesticida químico por uno biológico?	Abierta	Entrevista a expertos
Demanda potencial	Es el volumen máximo que podría alcanzar un producto o servicio en unas condiciones y tiempo determinado y se expresa en unidades físicas y monetarias.	Demanda potencial es aquella porción del mercado que cumple los requerimientos de un "mercado meta" y que puede interesarse en el producto porque le satisface alguna necesidad específica. Para las empresas, es un segmento potencial que aún no ha sido atendido.	Proceso productivo	Capacidad productiva	¿Cuántas hectáreas de caña de azúcar cultivan anualmente?	Abierta	Entrevista a expertos
				Tipo de pesticida consumido	¿La compañía azucarera utiliza pesticida químico o biológico para combatir la plaga salivazo en caña de azúcar?	Abierta	Entrevista a expertos

Continuación Tabla 9. Operacionalización de las Variables Requerimientos Básicos.

Título		Estudio de factibilidad del proyecto de producción de <i>Metarhizium anisopliae</i> para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA).					
Variable	Definición		Dimensión	Indicador	Pregunta	Respuesta	Técnica
Independiente	Conceptual	Operacional					
				Frecuencia	¿Con que frecuencia aplican el pesticida químico o biológico?	Abierta	Entrevista a expertos
			Producto	Marca	¿Qué pesticida químico o biológico utiliza?	Abierta	Entrevista a expertos
				Presentación del producto	¿En qué presentaciones lo adquiere (líquido, sólido o mixto)?	Abierta	Entrevista a expertos
				Plaza	¿Dónde adquieren el pesticida químico o biológico?	Abierta	Entrevista a expertos
			Volumen	Cantidad de producto adquirida	¿Qué cantidad de pesticida adquieren por mes?	Abierta	Entrevista a expertos
				Uso de pesticida por hectárea	¿Cuánto pesticida químico o biológico utilizan por hectárea cultivada?	Abierta	Entrevista a expertos

Anteriormente se detallaron las variables independientes con su respectiva definición conceptual y operacional. Cada variable posee ciertas dimensiones e indicadores que son necesarios para ampliar el alcance de la investigación.

La primera variable es denominada costos de producción. Abarca las dimensiones de costos como también un análisis financiero extenso. Los indicadores establecidos son los siguientes: el coste fijo y variable, elaboración de estimaciones de venta, estado de resultados proyectado y el

cálculo de la inversión inicial. Las técnicas a utilizar son: costeo ABC, observaciones en campo, bases de datos provistas por FHIA y técnicas de presupuesto de capital.

La segunda variable definida es la capacidad instalada que requiere de un análisis técnico detallado, por lo que eso es considerado su dimensión. Entre sus indicadores se pueden mencionar: el diagrama de procesos y la medición de la capacidad instalada. Esto se ejecutará haciendo uso de videos y tiempos tomados en el sitio durante una corrida de producción.

La tercera variable considerada en el presente trabajo de investigación es el precio de venta del producto en el mercado. Los indicadores de evaluación de esta variable son: los precios actuales de pesticidas químicos y biológicos y el precio de pesticida propuesta en base a un análisis de mercado. Para ello, las técnicas seleccionadas fueron: la cotización de los productos con la competencia y la entrevista a expertos.

La cuarta variable estudiada es la percepción de los clientes en relación al producto que ya se encuentra actualmente en el mercado con mínimo porcentaje de participación. Con las dimensiones se pretende ahondar en la percepción del mercado actual en términos de calidad y efectividad y el conocimiento que se posee del producto. Los indicadores conducen a un mayor nivel de detalle: conocimiento general y específico del producto, calidad y efectividad, comparativo de opciones y la intención de uso del cliente final, los productores de caña de azúcar de mayor escala en el país.

Finalmente, la quinta variable es la demanda potencial del producto en Honduras. Se considera importante el análisis de tres dimensiones específicas: proceso productivo, producto y volumen. Entre los indicadores del proceso productivo se pueden mencionar: la capacidad de producción, los tipos de pesticidas consumidos actualmente y la frecuencia de consumo. Para la segunda dimensión definida, se establecen los siguientes indicadores: marca, presentación y plaza o lugar de venta del producto. La dimensión de volumen abarca dos indicadores importantes para efectuar el análisis: la cantidad de producto adquirida por los productores de caña de azúcar y la cantidad utilizada por hectárea de cultivo. Al igual que la tercera variable, para la cuarta y quinta variable también se utilizará como técnica de recolección de información la entrevista a expertos.

3.1.2. HIPÓTESIS

“Las hipótesis indican lo que estamos buscando o tratando de probar y pueden definirse como explicaciones tentativas del fenómeno investigado formuladas a manera de proposiciones” (Sampieri, 2006, p. 92). Es una explicación tentativa que busca ser probada a través de distintas técnicas, herramientas y métodos empleados a lo largo del desarrollo de la investigación, dando a conocer si la hipótesis se rechaza o no se rechaza. Son consideradas el aspecto central, proporcionan el rumbo del estudio.

Se presenta la hipótesis alternativa y la hipótesis nula de la previa investigación, comprobando la factibilidad del proyecto de producción de *Metarhizium Anisopliae* para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), tomando como base los costos de producción y el precio de mercado. Se detallan a continuación:

H₁: El proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* ejecutado por el CEPACBA, resulta auto sostenible, tomando como base los costos de producción y el precio de mercado.

H₀: El proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* ejecutado por el CEPACBA, no resulta auto sostenible, tomando como base los costos de producción y el precio de mercado.

3.2. ENFOQUE Y MÉTODOS

Es indispensable establecer el método científico que se logre apegar a la naturaleza y enfoque del estudio, como parte de la ejecución y desarrollo de la presente investigación. En la figura que se presenta a continuación, se da a conocer el tipo de enfoque, estudio, diseño, alcance, los métodos y las técnicas a implementar para la obtención de resultados.



Figura 14. Diseño del Esquema Metodológico.

La figura anterior presenta un enfoque mixto, es decir, un enfoque que combina elementos cualitativos y cuantitativos. El primer enfoque se realiza a través de la investigación – acción que abarca la entrevista a expertos semi estructurada, utilizando preguntas abiertas con el propósito de conocer datos que respondan a las preguntas de investigación. Por el contrario, el segundo enfoque se lleva a cabo a través de métodos estadísticos o mediciones numéricas que permiten probar la hipótesis, resultando del análisis técnico y financiero. Utilizar un enfoque mixto, permite una combinación de ambos componentes que se complementan entre sí, de tal manera que se obtiene un panorama más claro, preciso y amplio sobre el tema de estudio.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

“Un diseño de la investigación es una esquema para realizar el proyecto de investigación de mercado. Especifica los detalles de los procedimientos que son necesarios para obtener la información requerida, para estructurar y/o resolver los problemas de investigación de mercados” (Malhotra, 2008, p. 78). La elaboración de un diseño de investigación adecuado, permitirá una

eficiente recopilación de los datos e información que aportaran y contribuirán a la resolución de problemas.

3.3.1. POBLACIÓN

La población, objeto de estudio para la presente investigación es considerada una población finita, es decir, una cantidad limitada de miembros que comparten atributos y características similares. La población serán los seis ingenieros azucareros a nivel nacional que mantienen sus operaciones actualmente: Azucarera del Norte, S.A. (AZUNOSA), Azucarera Choluteca, Grupo Compañía Azucarera Hondureña, S.A. (CAHSA), Azucarera Tres Valles, SER Chumbagua e Ingenio Azucarero La Grecia tal y como lo indica la Asociación de Productores de Azúcar de Honduras (APAH, 2017).

3.3.2. MUESTRA

La muestra se define como un subgrupo de personas, miembros y/o elementos de la población anteriormente seleccionada para formar parte en la participación de un estudio. La muestra considerada para la presente investigación es no probabilística, dado que se estudiarán los únicos seis ingenios azucareros establecidos en la República de Honduras. A diferencia de una muestra probabilística, la muestra no probabilística surge de la selección de una cantidad limitada de compañías, siendo identificados y seleccionados por el investigador, es decir, no son el resultado de una selección aleatoria.

3.3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis o también conocida por unidad de muestreo, “se define como una unidad básica que contiene los elementos de la población de la que se tomara la muestra” (Malhotra, 2008). Los miembros a participar dentro del estudio de investigación son los colaboradores que forman parte de los ingenios azucareros, laborando en los departamentos de compras, producción vegetal y/o agrícola, quienes son los principales de caña de azúcar, compañías ubicadas en Honduras, de sector público y privado.

3.3.4. UNIDAD DE RESPUESTA

La unidad de respuesta, como resultado de un cuestionario de preguntas, serán las respuestas abiertas. El principal propósito de las preguntas abiertas es conocer el grado o nivel de percepción, uso, volúmenes, producción por ingenio y por hectáreas de caña de azúcar y sus respectivos pesticidas para combatir plagas emergentes del cultivo.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

En esta sección, se presentan las técnicas e instrumentos aplicados como medio para obtener las respuestas necesarias para abordar el tema de estudio. Mediante las respuestas obtenidas, se contestan las preguntas de investigación y las mismas brindan información útil y precisa para formar parte de los resultados finales.

3.4.1. INSTRUMENTOS

Como parte de los instrumentos utilizados en la previa investigación, se encuentra el cuestionario, la observación in situ y la aplicación Microsoft Visio. Los tres instrumentos aplicados aportaron significativamente para la obtención de resultados.

El cuestionario aplicado contiene 14 preguntas abiertas, con el propósito de conocer el nivel de percepción de un producto específico, la frecuencia de uso del producto, volúmenes y cantidades utilizadas y la producción para caña de azúcar por ingenio y por hectárea, entre otros aspectos. Se divide: cuatro preguntas abiertas utilizadas para evaluar el grado de percepción que posee el mercado sobre el producto *Metarhizium anisopliae*, ocho preguntas abiertas para calcular la demanda potencial del producto *Metarhizium anisopliae* en el mercado y dos preguntas abiertas como guía para establecer el precio de venta adecuado del producto que contiene el hongo entomopatógeno. El instrumento fue aplicado a expertos, con una amplia experiencia en el sector agroindustrial azucarero, que laboran para los distintos ingenios azucareros a nivel nacional.

La observación in situ del proceso de producción de *Metarhizium Anisopliae*, se ejecutó en las instalaciones de FHIA, ubicadas en La Lima, Cortés, en el departamento del CEPACBA, quienes permitieron realizar una corrida de proceso únicamente para la realización de la presente

investigación. Lo anterior se realizó con el objetivo de visualizar las distintas actividades que conforman la producción. La observación in situ se llevó a cabo en distintas etapas durante un periodo de dos meses y medio, dada la complejidad, duración y tiempos de espera que se requiere para el desarrollo del hongo entomopatógeno.

El instrumento de Microsoft Visio, perteneciente al programa Microsoft Office, permitió la elaboración de un flujograma de procesos correspondiente a la producción de *Metarhizium Anisopliae*, con el propósito de identificar los recursos, las actividades y la duración que conforma el proceso para la determinación de los costos de producción y el precio de venta al mercado.

3.4.2. TÉCNICAS

Las técnicas utilizadas en este estudio son la observación, la entrevista no estructurada a expertos y las entrevistas semiestructurada a expertos. A continuación, se describen brevemente cada una de las técnicas implementadas.

La observación se llevó a cabo durante un periodo de dos meses y medio, donde se desarrollaron las distintas actividades del proceso de producción, así como también la inspección y seguimiento del crecimiento y desarrollo del hongo entomopatógeno. Se agendaron distintas visitas durante días de semana, iniciando a las 7:30 a.m. y finalizando la jornada a las 3:00 p.m.

Por otro lado, otra técnica utilizada en la investigación fue la entrevista no estructurada al experto, Ing. David Perla, quien es el encargado del departamento del CEPACBA. Inició labores en FHIA en el año 2005, logrando obtener 12 años de experiencia en el sector agroindustrial. Es ingeniero agrónomo, egresado de la Universidad Nacional de Agricultura (UNA) y cuenta con una maestría en manejo de plagas en Purdue University.

Finalmente, como tercera y última técnica implementada, se realizaron entrevistas semiestructuradas a expertos, quienes cuentan con experiencia suficiente en el sector agroindustrial azucarero, laborando respectivamente para cada ingenio azucarero en Honduras. Se planificaron distintas visitas, así como el envío de cuestionarios vía correo electrónico para aquellos ingenios

azucareros que se ubican fuera de San Pedro Sula, logrando abarcar los seis ingenios azucareros operando actualmente.

3.5. FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información para una investigación u estudio se clasifican en fuentes primarias y secundarias. Estas fuentes permiten la recopilación de información y datos relevantes confiables, fidedignos y que permitan validar la investigación. Dentro de las fuentes de información se encuentran: libros, revistas, documentos académicos, noticias, periódicos, investigaciones, publicaciones de instituciones privadas y públicas, entrevistas, documentos avalados por expertos, entre otros.

3.5.1. FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias utilizadas para dicha investigación son las entrevistas a expertos, la observación in situ del proceso y las bases de datos. La información fue recopilada por los colaboradores de los siete ingenios azucareros, del personal capacitado y calificado de FHIA y de forma personal y presencial como parte de la observación de un proceso de producción.

Aznar, Gallegos, Medianero, Soto, & Vegas, (2015) afirman:

La entrevista en profundidad y la observación son dos procesos de investigación que pertenecen a la recogida de información primaria, es decir, la información es extraída directamente de la fuente de origen. Ambas son de tipo cualitativo ya que son difíciles de cuantificar por su complejidad a la hora de analizarlas. (p. 24)

3.5.2. FUENTES SECUNDARIAS

Dentro de las fuentes de información secundarias que sustentan la presente investigación se encuentran los libros, revistas científicas, anuncios, noticias, publicaciones electrónicas y físicas, reportes y estadísticas de asociaciones e instituciones y sitios web. La información obtenida de las fuentes secundarias aportó en gran medida a validar lo anteriormente expuesto, sobre todo para aquellas estadísticas de producción de caña de azúcar a nivel centroamericano, obtenidas de la asociación correspondiente a cada país, a través de su sitio web oficial.

3.6. LIMITANTES DEL ESTUDIO

Durante el desarrollo de la investigación se presentaron varias limitantes entre las cuales se pueden mencionar la distancia de los diferentes ingenios azucareros en Honduras. Algunos de los ingenios azucareros están ubicados en Río Lindo, San Juan de las Flores, Choluteca, Villanueva, Santa Bárbara y Santa Rita. La distancia dificultó las entrevistas presenciales a toda la población seleccionada. Aunque se logró recabar la información requerida, en ocasiones se tuvo que utilizar las herramientas como el correo electrónico, videoconferencia y llamada telefónica.

Otra limitante al estudio fue la disposición de las personas entrevistadas ya que su tiempo de atención era reducido. Adicionalmente, se encontraron con casos que expresaron que la información solicitada bajo entrevista era de carácter confidencial para la compañía por lo que estaba prohibida su divulgación.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente capítulo, se exponen los resultados obtenidos a través de las distintas técnicas, métodos e instrumentos mencionados anteriormente, que contribuyen significativamente al cumplimiento de los objetivos específicos identificados en capítulos que anteceden. Los resultados finales dan lugar a su respectivo análisis, los cuales favorecen a la comprensión de las diferentes variables dependientes que influyen en la auto sostenibilidad del proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* ejecutado por CEPACBA.

4.1. ANÁLISIS DE MERCADO

En el análisis de mercado para la presente investigación, se presentan los resultados obtenidos de los distintos ingenios azucareros con presencia a nivel nacional correspondiente a variables tales como percepción de los clientes sobre el uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*, demanda potencial sobre el producto y el precio de venta idóneo para introducirse adecuadamente en el mercado.

4.1.1. PRECIO DE VENTA

En la actualidad, los ingenios azucareros con presencia a nivel nacional adquieren sus distintos productos, tanto químicos como biológicos, a un precio de venta determinado. Lo anterior, se determina mediante negociaciones comerciales acordadas, fidelidad de clientes, antigüedad de relaciones comerciales, volúmenes de compra, descuentos, entre otros, entre el comprador y vendedor.

En el caso de *Metarhizium anisopliae*, los ingenios azucareros obtienen el hongo entomopatógeno directamente de El Zamorano, quienes colocan a disposición del mercado a un precio de venta de \$18.00 la dosis a través de sus diferentes presentaciones como ser sólido (arroz precocido) o en polvo. Por otro lado, los expertos manifiestan que el precio de venta que estarían dispuestos a pagar por un pesticida biológico se encuentra en un promedio de \$20.00, siempre y cuando sea la dosis recomendada (5×10^{12} conidios/ ha.) para combatir la plaga “El Salivazo”.

Es necesario recalcar que los ingenios azucareros adquieren productos químicos, que resultan ser productos sustitutos para el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*. Dentro de los productos sustitutos encontramos a Jade, Actara 25 WG, KPAZ 70 WG, M.E.M., Imidacloprid, Jazzell, Joker, Kaindor 70 WG, entre otros. Los precios de venta a los que adquieren los pesticidas químicos mencionados anteriormente varían desde \$60.00 a \$230.00 por Kg dependiendo la marca, presentación y tamaño del producto obtenido.

4.1.2. PERCEPCIÓN DE LOS CLIENTES

Posterior a la aplicación de los cuestionarios/entrevistas a expertos, los colaboradores de los distintos ingenios azucareros aseguran conocer sobre el producto *Metarhizium anisopliae*. Los expertos indican que es un producto entomopatógeno muy útil para combatir distintas plagas en diferentes cultivos. En su mayoría, los ingenios azucareros se encuentran aplicando y utilizando el hongo entomopatógeno a sus cultivos con incidencia de plaga “El Salivazo”.

Los colaboradores de las distintas áreas establecen que *Metarhizium anisopliae* es efectivo, siempre y cuando se lleve a cabo de la mano de un Manejo Integrado de Plagas (MIP) y que su efectividad se encuentra determinada por condiciones climáticas idóneas, temperatura, humedad relativa, humedad del suelo y condiciones de manejo de producto; producción, manejo, aplicación y seguimiento continuo. Así mismo, mencionan que su efectividad dependerá directamente de la etapa en que se encuentre el umbral crítico de la plaga.

Según su experiencia, algunos colaboradores manifiestan que el pesticida químico es más contundente y actúa más rápido ante la emergencia o etapa crítica del cultivo en comparación al pesticida biológico. Por otro lado, algunos expertos indican que ambos son efectivos dado que cada producto cuenta con su propio nicho o etapa/tiempo en el cultivo. El producto químico y el producto biológico cuentan con distintas ventajas y desventajas que deben tomarse en consideración por los ingenios azucareros previo a su utilización.

Dicho lo anterior, los colaboradores de los ingenios azucareros aseguraron no poder reemplazar totalmente el pesticida químico por un pesticida biológico. Sin embargo, si se encuentran dispuestos a reducir la cantidad de pesticidas químicos utilizados actualmente, a través

de un Manejo Integrado de Plagas (MIP), que resulta la combinación de distintas actividades y métodos complementarios, incluyendo físicos, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales para el control de plagas, siendo los pesticidas químicos su última alternativa para combatir la incidencia.

4.1.3. DEMANDA POTENCIAL

En la siguiente tabla, se presentan los cálculos de la demanda potencial de *Metarhizium anisopliae* a nivel nacional, tomando como base la información obtenida del cuestionario implementado a los expertos dentro de los ingenios azucareros en Honduras.

Tabla 10. Cálculo de Demanda Potencial a Nivel Nacional.

Ingenio	Producción y Aplicación de Pesticidas							Compras		
	Producción Total (ha)	Incidencia de Plaga (ha)	Tratadas con químico (%)	Tratadas con biológico (%)	Aplicación de químico ha (kg)	Aplicación de biológico por ha (kg)	Frecuencia de aplicación (químico)	Frecuencia de aplicación (biológico)	Pesticida químico (kg)	Pesticida biológico (kg)
Azucarera La Grecia	10000	1500	100%	0%	0.60	0.00	1 vez por año	N/A	850.00	0.00
Azucarera del Norte S.A.	8003	4000	83%	17%	0.67	0.71	2 vez por año	1 vez por año	5680.00	1000.00
Compañía Azucarera Hondureña S.A.	13000	4460	100%	0%	1.00	1.00	1 vez por año	N/A	5948.00	0.00
Azucarera Tres Valles	6712	92	80%	20%	0.41	0.80	1 vez por año	1 vez por año	30.00	15.00
Azucarera Chumbagua	7400	1200	100%	0%	0.07	0.00	1 vez por año	N/A	80.00	0.00
Azucarera Choluteca	7000	2200	100%	0%	14	0.00	2 vez por año	N/A	45000	0.00
Total	52115	13452							57588.00	1015.00

Nota: es importante recalcar que algunas empresas proporcionaron datos aproximados debido a la confidencialidad de la información.

Compañía Azucarera Hondureña S.A. (CAHSA) no hizo uso de pesticida biológico en el año 2017, sin embargo en años anteriores, han utilizado un promedio de 600 kg (aplicación de 1kg por hectárea infectada). En lo que va del presente año han adquirido un total de 5,948 kg de pesticida químico.

Azucarera Tres Valles hace uso de distintas marcas de pesticida químico por lo que para efectos del estudio se consideraron los datos expuestos sobre los productos siguientes: *Metarhizium* y Actara 25 (distribuido por una de las empresas del mismo grupo).

Según el experto en caña de azúcar, el Ing. Rodolfo Alberto Rubio Chávez, el actual Gerente de Desarrollo y Servicios Técnicos de Grupo Cadelga, el porcentaje de incidencia de plaga en hectáreas producidas oscila entre el 18 y 28%. En el año 2017, según datos proporcionados por las

personas entrevistadas en cada ingenio azucarero, en Honduras la incidencia total es de aproximadamente 25.8%.

Calculo de la demanda:

- 1) Producción Total (Ha): 52,115
- 2) Incidencia de plaga (Ha): 13,452

Tabla 11. Escenarios para Demanda Potencial.

	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5
Biológico (%)	20%	35%	50%	65%	80%
Químico (%)	80%	65%	50%	35%	20%
Incidencia de plaga (Ha)	13,452.00	13,452.00	13,452.00	13,452.00	13,452.00
Demanda de M. Anisopliae (Dosis de 1 kg)	2,690.40	4,708.20	6,726.00	8,743.80	10,761.60

En el párrafo anterior, se muestran posibles escenarios para demanda potencial. Para efectos del presente estudio, se tomó como base el escenario número uno, dado que el producto se encuentra en una etapa de crecimiento, sin una estrategia de mercado debidamente estructurada, cuenta con competidores directos e indirectos y existen productos sustitutos para el producto *Metarhizium anisopliae*.

4.2. ANÁLISIS TÉCNICO

Dentro de la siguiente sección, se describen elementos como el área del departamento de Protección Vegetal (CEPACBA), el proceso de producción del hongo entomopatógeno, transporte dentro de las instalaciones de CEPACBA, es decir, los movimientos internos que se llevan a cabo para la ejecución del proceso productivo y la iluminación dentro del departamento. Los aspectos anteriores se encuentran directamente relacionados, es por ello que deben describirse detalladamente para una mayor comprensión del proceso de producción.

4.2.1. ÁREA DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL

CEPACBA es un laboratorio de la FHIA para el cultivo de hongos entomopatógeno. Actualmente, en el laboratorio solo se produce *Metarhizium anisopliae* dentro de sus instalaciones, que están segmentadas en 9 grandes áreas: Bodega de materia prima, Microbiología-Control de Calidad, Preparación de Sustrato, Inoculación de Sustrato, Incubación de Sustrato Inoculado, Secado de Sustrato Micosado, Formulación (pesado, empaclado y etiquetado), Almacenamiento de Producto Terminado (Cuarto Frío), Oficina del Encargado del Departamento y un baño.

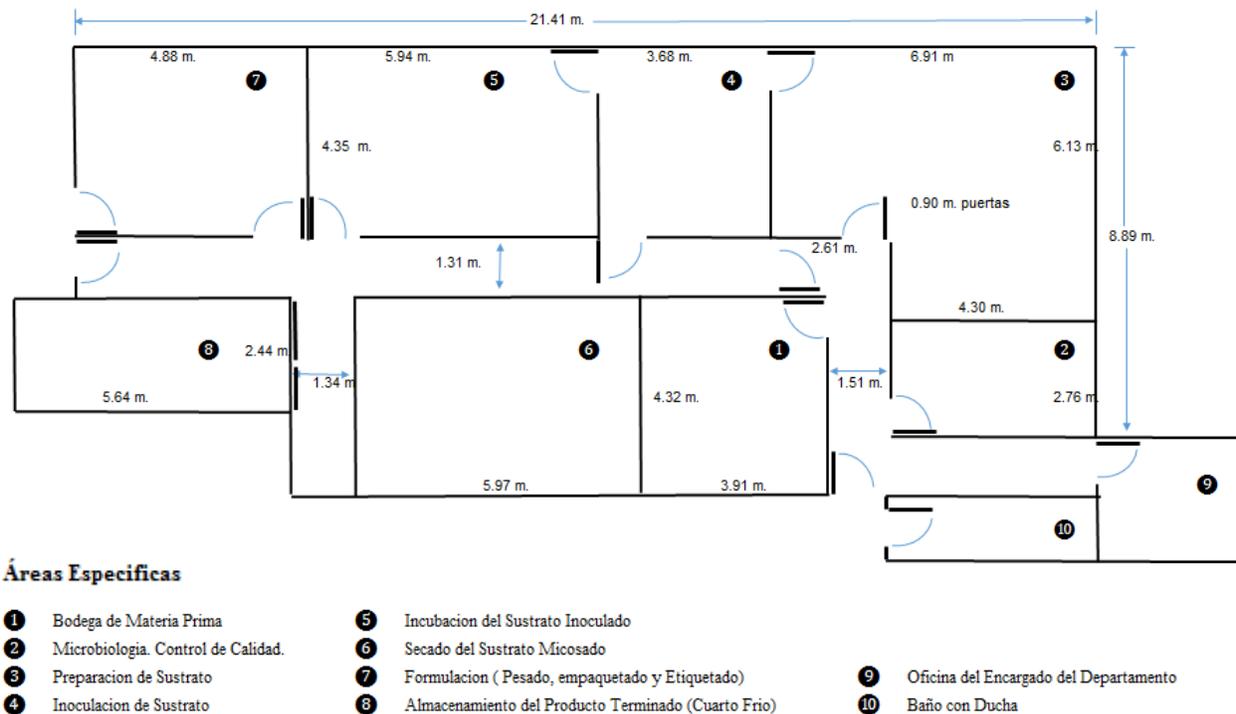


Figura 15. Área del Departamento de Protección Vegetal (CEPACBA)

4.2.2. PROCESO DE PRODUCCIÓN

1. Creación de CEPA Original que se Renueva cada Año

- 1.1. Recolectar el insecto en campo: se recolecta el insecto «mosca pinta» adulto que se encuentra dañando el cultivo de caña de azúcar. Se obtiene la muestra en campo, que demuestre evidente infección natural.

- 1.2. Desinfectar los especímenes recolectados: se requiere la inmersión de los especímenes en una solución diluida de cloro y varios enjuagues con agua destilada estéril dentro de una cámara de flujo laminar.
- 1.3. Depositar especímenes en platos Petri para su incubación: los especímenes desinfectados se colocan sobre un plato Petri esterilizado y con papel filtro húmedo adherido en el fondo para lograr el crecimiento del hongo alrededor del espécimen. Se realizan revisiones microscópicas del hongo en crecimiento.

Tabla 12. Paso 2: Limpieza y Esterilización de Materiales.

Limpieza y Esterilización de Materiales		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Lavar materiales	29.12
	Envolver materiales	7.80
	Preparar autoclave	1.53
	Ingresar materiales a autoclave	4.62
	Esterilizar materiales	30.00
	Esperar disminución de presión de autoclave	120.00
	Abrir autoclave	9.00
	Enfriar materiales	33.32
Total		235.39

2. Limpieza y Esterilización de Materiales

- 2.1. Lavar materiales: se procede a lavar los utensilios con jabón, ace, cloro y agua previo a su utilización. (29.12 minutos)
- 2.2. Envolver materiales: se envuelven platos, tubos, matraces Erlenmeyer, papel toalla, mangueras, beakers, asas de laboratorio, espátulas y demás instrumentos en papel estroza para su debida esterilización en autoclave. (7.80 minutos)
- 2.3. Preparar autoclave: se prepara con agua de botellón purificada al nivel requerido. (01.53 minutos)

- 2.4. Ingresar materiales a autoclave: se colocan los materiales en bandeja de autoclave, se introduce, se proceder al cierre del mismo y se presiona botón de encender. (4.62 minutos)
- 2.5. Esterilizar materiales: se enciende autoclave, equipo que se encuentra programado para terminar el proceso de esterilización después de transcurridos 30 minutos. (30 minutos)
- 2.6. Esperar disminución de presión de autoclave: se esperan 120 minutos para que disminuya la presión interna y así proceder a abrir autoclave. (120 minutos)
- 2.7. Abrir autoclave: se abre autoclave, se retiran los materiales esterilizados y se colocan en carrito de madera para dejar enfriar. (9 minutos)
- 2.8. Enfriar materiales: una vez retirados los materiales del autoclave y colocados en carrito de madera, se espera al enfriamiento de los mismos, frente al aire acondicionado a una temperatura de 17°C. (33.32 minutos)

Tabla 13. Paso 3: Preparación del Medio de Cultivo Artificial (PDA).

Preparación del medio de cultivo artificial - Potato Glucose/Detroxe Agar (PDA)		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Transportar materiales	0.33
	Pesar PDA	1.05
	Transportar materiales	0.33
	Diluir PDA	1.41
	Transportar mezcla	0.33
	Preparar autoclave	1.53
	Ingresar PDA a autoclave	4.62
	Esterilizar mezcla	30.00
	Esperar disminución de presión de autoclave	120.00
	Abrir autoclave	9.00
	Enfriar mezcla de PDA	33.32
	Transportar materiales	0.21

Continuación Tabla 13. Paso 3: Preparación del Medio de Cultivo Artificial (PDA).

Preparación del medio de cultivo artificial - Potato Glucose/Detroxe Agar (PDA)		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Esterilizar cámara de flujo laminar	1.67
	Introducir materiales a cámara de flujo laminar	0.68
	Desenvolver y destapar platos Petri	4.35
	Preparar platos Petri con PDA	10.04
	Tapar platos/tubos Petri	1.16
	Reposar PDA	25.41
	Tapar platos Petri con PDA	14.35
Total		259.78

3. Preparación del Medio de Cultivo Artificial - Potato Glucose/Detroxe Agar (PDA)

- 3.1. Transportar materiales: haciendo uso del carrito de madera se transportan los materiales desde el área de Control de Calidad al área de Preparación de Sustrato. (0.33 minutos)
- 3.2. Pesar PDA: se coloca 39 gramos de PDA en un matraz Erlenmeyer, utilizando una balanza digital. (1.05 minutos)
- 3.3. Transportar materiales: haciendo uso del carrito de madera se transportan los materiales desde el área de Preparación de Sustrato al área de Control de Calidad. (0.33 minutos)
- 3.4. Diluir PDA: se aplica 1 litro de agua estéril al matraz Erlenmeyer con PDA, se ingresa magneto al mismo y posteriormente se coloca en la placa calefactora de agitación para mezclar. PDA sirve para rayar hongo y medir viabilidad. (1.41 minutos)
- 3.5. Transportar mezcla: haciendo uso del carrito de madera se transportan la mezcla de PDA, desde el área de Control de Calidad al área de Preparación de Sustrato. (0.33 minutos)
- 3.6. Preparar autoclave: se prepara con agua de botellón purificada al nivel requerido. (1.53 minutos)

- 3.7. Ingresar PDA a autoclave: se coloca la mezcla de PDA en bandeja de autoclave, se introduce, se proceder al cierre del mismo y se presiona botón de encender. (4.62 minutos)
- 3.8. Esterilizar mezcla: se enciende autoclave, equipo que se encuentra programado para terminar el proceso de esterilización después de transcurridos 30 minutos. (30 minutos)
- 3.9. Esperar disminución de presión de autoclave: se esperan 120 minutos para que disminuya la presión interna y así proceder a abrir autoclave. (120 minutos)
- 3.10. Abrir autoclave: se abre autoclave, se retiran la mezcla de PDA esterilizada y se coloca en carrito de madera para dejar enfriar. (9 minutos)
- 3.11. Enfriar mezcla de PDA: una vez retirada la mezcla de PDA del autoclave y colocada en carrito de madera, se espera al enfriamiento de la misma, frente al aire acondicionado a una temperatura de 17°C. (33.32 minutos)
- 3.12. Transportar materiales: haciendo uso del carrito de madera se transportan los materiales desde el área de Preparación de Sustrato al área Inoculación. (0.21 minutos)
- 3.13. Esterilizar cámara de flujo laminar: haciendo uso de papel toalla esterilizada y alcohol industrial, el cual es esparcido con atomizador, se procede a realizar la limpieza de la cámara de flujo laminar. Se esterilizan todos los instrumentos que se utilizaran en el proceso de preparación de PDA. (1.67 minutos)
- 3.14. Introducir materiales a cámara de flujo laminar: se ingresan los materiales a utilizar a la cámara de flujo laminar, previamente rociados con alcohol industrial. (0.68 minutos)
- 3.15. Desenvolver y destapar platos Petri: se procede a desenvolver, abrir, secar con papel toalla esterilizada y colocar los platos petri ordenadamente. (4.35 minutos)
- 3.16. Preparar platos Petri con PDA: se coloca la mezcla líquida de PDA en los tubos (12ml) y platos (20ml) Petri según las cantidades específicas para el desarrollo del hongo. (10.04 minutos)
- 3.17. Tapar platos/tubos Petri: se tapan parcialmente los platos Petri con su respectiva tapadera y los tubos con un algodón para evitar un derrame. (1.16 minutos)

- 3.18. Reposar PDA: el medio líquido de PDA se mantiene en reposo en la cámara de flujo laminar para lograr el estado gelatinoso para multiplicación del hongo. (25.41 minutos)
- 3.19. Tapar platos Petri con PDA: Se procede a tapar completamente los platos/tubos Petri hasta su utilización. (14.35 minutos)

Tabla 14. Paso 4: Rayado de Platos Petri para Multiplicación del Hongo.

Rayado de Platos Petri para Multiplicación del hongo		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Transportar materiales	0.51
	Esterilizar cámara de flujo laminar	1.67
	Introducir materiales a cámara de flujo laminar	0.68
	Rayar, rotular y sellar las platos/tubos Petri	15.64
	Transportar materiales	0.33
	Reposar platos/tubos Petri	21,600.00
	Transportar materiales	0.69
Total		21,619.51

4. Rayado de Platos Petri para Multiplicación del Hongo

- 4.1. Transportar materiales: haciendo uso del carrito de madera se transportan los materiales desde el área de Control de Calidad al área de Inoculación. (0.51 minutos)
- 4.2. Esterilizar cámara de flujo laminar: haciendo uso de papel toalla esterilizada y alcohol industrial, el cual es esparcido con atomizador, se procede a limpiar la cámara de flujo laminar. Se esterilizan todos los instrumentos que se utilizaran en el proceso de rayado del hongo. (1.67 minutos)
- 4.3. Introducir materiales a cámara de flujo laminar: se ingresan los materiales a utilizar a la cámara de flujo laminar, previamente rociados con alcohol industrial. (0.68 minutos)
- 4.4. Rayar, rotular y sellar las platos/tubos Petri: realizar “toques” al hongo generado con la incubación de los especímenes haciendo uso de un asa de laboratorio.

Seguidamente, se hacen rayados en las cajas/tubos Petri agarizadas, y se sellan con cinta adhesiva (parafilm). (15.64 minutos)

- 4.5. Transportar materiales: haciendo uso del carrito de madera se transportan los platos/tubos Petri desde el área de Inoculación al área de Incubación. (0.33 minutos)
- 4.6. Reposar platos/tubos Petri: se colocan a reposo en estante de 10 a 15 días a temperatura de 28°C a 30°C para el desarrollo del hongo. Una vez desarrollado, se ponen a refrigerar. (21,600 minutos)
- 4.7. Transportar materiales: haciendo uso del carrito de madera se transportan los materiales desde el área de Incubación al área de Control de Calidad. (0.69 minutos)

Tabla 15. Paso 5: Preparación de Medio Líquido.

Preparación de Medio Líquido		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Organizar materiales	1.05
	Transportar materiales	0.33
	Preparar matraces con extracto de levadura y sucrosa	5.54
	Transportar materiales	0.33
	Diluir mezcla con agua estéril	9.79
	Transportar medio líquido	0.33
	Preparar autoclave	1.53
	Ingresar medio líquido a autoclave	4.62
	Esterilizar medio líquido	30.00
	Esperar disminución de presión de autoclave	120.00
	Abrir autoclave	9.00
	Enfriar medio líquido	33.32
	Transportar materiales	0.21
Total		216.04

5. Preparación de Medio Líquido

- 5.1. Organizar materiales: en esta etapa del proceso se utilizará: extracto de levadura, sucrosa, tween 20 (liberador de esporas), agua estéril, vaso beaker, magnetos, removedor de magnetos, probetas de 1000 ml y 500 ml, papel aluminio, matraces Erlenmeyer, cucharas plásticas, panitas plásticas, bandejas de aluminio, balanza digital y placa calefactora básica de agitación. (1.05 minutos)
- 5.2. Transportar materiales: haciendo uso del carrito de madera se transportan los materiales desde el área de Control de Calidad al área de Preparación de Sustrato. (0.33 minutos)
- 5.3. Preparar matraces con extracto de levadura y sucrosa: utilizando una balanza digital, se pesan y se colocan 2.3 gramos de extracto de levadura y 4.5 gramos de sucrosa en cada matraz Erlenmeyer. (5.54 minutos)
- 5.4. Transportar materiales: haciendo uso del carrito de madera se transportan los materiales desde el área de Preparación de Sustrato al área de Control de Calidad. (0.33 minutos)
- 5.5. Diluir mezcla con agua estéril: se agregan 150 ml de agua estéril a cada matraz Erlenmeyer utilizando un vaso beaker de 600 ml y una probeta de 1000 ml. Seguidamente, se coloca un magneto dentro del matraz y se deja agitando en la placa calefactora de agitación (uno por uno). Una vez lista la mezcla, se remueve el magneto haciendo uso del removedor de magnetos. Repite la actividad hasta finalizar con todos los matraces. Finalmente, se añaden 2 gotas de tween 20 a cada matraz y se tapan con papel aluminio. (9.79 minutos)
- 5.6. Transportar medio líquido: haciendo uso del carrito de madera se transportan el medio líquido desde el área de Control de Calidad al área Preparación de Sustrato. (0.33 minutos)
- 5.7. Preparar autoclave: se prepara con agua de botellón purificada al nivel requerido. (1.53 minutos)
- 5.8. Ingresar medio líquido a autoclave: se coloca el medio líquido en bandeja de autoclave, se introduce, se proceder al cierre del mismo y se presiona botón de encender. (4.62 minutos)

- 5.9. Esterilizar medio líquido: se enciende autoclave, equipo que se encuentra programado para terminar el proceso de esterilización después de transcurridos 30 minutos. (30 minutos)
- 5.10. Esperar disminución de presión de autoclave: se esperan 120 minutos para que disminuya la presión interna y así proceder a abrir autoclave. (120 minutos)
- 5.11. Abrir autoclave: se abre autoclave, se retiran el medio líquido esterilizado y se coloca en carrito de madera para dejar enfriar. (9 minutos)
- 5.12. Enfriar medio líquido: una vez retirado el medio líquido del autoclave y colocada en carrito de madera, se espera al enfriamiento de la misma, frente al aire acondicionado a una temperatura de 17°C. (33.32 minutos)
- 5.13. Transportar materiales: haciendo uso del carrito de madera se transporta el medio líquido desde el área de Preparación de Sustrato al área de Inoculación. (0.21 minutos)

Tabla 16. Paso 6: Preparación de Mezcla para Diluir Esporas del Hongo.

Preparación de Mezcla para Diluir Esporas del Hongo		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Preparar la mezcla	0.82
	Transportar mezcla para diluir esporas	0.33
	Preparar autoclave	1.53
	Ingresar mezcla para diluir esporas	4.62
	Esterilizar mezcla para diluir esporas	30.00
	Esperar disminución de presión de autoclave	120.00
	Abrir autoclave	9.00
	Enfriar mezcla para diluir esporas	33.32
	Transportar mezcla para diluir esporas	0.21
Total		199.83

6. Preparación de Mezcla para Diluir Esporas del Hongo

- 6.1. Preparar la mezcla: en un beaker de 40 ml, se colocan 10 ml de agua estéril y 7 gotas de tween 20. (0.82 minutos)

- 6.2. Transportar mezcla para diluir esporas: haciendo uso del carrito de madera se transportan mezcla para diluir esporas desde el área de Control de Calidad al área Preparación de Sustrato. (0.33 minutos)
- 6.3. Preparar autoclave: se prepara con agua de botellón purificada al nivel requerido. (1.53 minutos)
- 6.4. Ingresar mezcla para diluir esporas: se coloca mezcla para diluir esporas en bandeja de autoclave, se introduce, se proceder al cierre del mismo y se presiona botón de encender. (4.62 minutos)
- 6.5. Esterilizar mezcla para diluir esporas: se enciende autoclave, equipo que se encuentra programado para terminar el proceso de esterilización después de transcurridos 30 minutos. (30 minutos)
- 6.6. Esperar disminución de presión de autoclave: se esperan 120 minutos para que disminuya la presión interna y así proceder a abrir autoclave. (120 minutos)
- 6.7. Abrir autoclave: se abre autoclave, se retira la mezcla para diluir esporas ya esterilizada y se coloca en carrito de madera para dejar enfriar. (9 minutos)
- 6.8. Enfriar mezcla para diluir esporas: una vez retirada la mezcla para diluir esporas del autoclave y colocada en carrito de madera, se espera al enfriamiento de la misma, frente al aire acondicionado a una temperatura de 17°C. (33.32 minutos)
- 6.9. Transportar mezcla para diluir esporas: haciendo uso del carrito de madera se transporta la mezcla para diluir esporas desde el área de Preparación de Sustrato al área de Inoculación. (0.21 minutos)

Tabla 17. Paso 7: Preparación de Mezcla para dar Volumen.

Preparación de Mezcla para dar Volumen		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Organizar materiales	1.05
	Transportar materiales	0.33
	Preparar matraces con azúcar	1.43
	Transportar materiales	0.33
	Diluir mezcla utilizada para dar volumen	8.76

Continuación Tabla 17. Paso 7: Preparación de Mezcla para dar Volumen.

Preparación de Mezcla para dar Volumen		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Transportar mezcla utilizada para dar volumen	0.33
	Preparar autoclave	1.53
	Ingresar mezcla utilizada para dar volumen	4.62
	Esterilizar mezcla utilizada para dar volumen	30.00
	Esperar disminución de presión de autoclave	120.00
	Abrir autoclave	9.00
	Enfriar mezcla utilizada para dar volumen	33.32
	Transportar mezcla utilizada para dar volumen	0.21
Total		210.90

7. Preparación de Mezcla para dar Volumen

- 7.1. Organizar materiales: en esta etapa del proceso se utilizará: azúcar, tween 20 (liberador de esporas), agua destilada, vaso beaker, probeta de 1000 ml, probeta de pasteur, papel aluminio, matraces Erlenmeyer, cucharas plásticas, panitas plásticas, bandejas de aluminio y balanza digital. (1.05 minutos)
- 7.2. Transportar materiales: haciendo uso del carrito de madera se transportan los materiales desde el área de Control de Calidad al área de Preparación de Sustrato. (0.33 minutos)
- 7.3. Preparar matraces con azúcar: utilizando una balanza digital, se pesan y se colocan 5 gramos de azúcar en cada matraz Erlenmeyer. (1.43 minutos)
- 7.4. Transportar materiales: haciendo uso del carrito de madera se transportan los materiales desde el área de Preparación de Sustrato al área de Control de Calidad. (0.33 minutos)
- 7.5. Diluir mezcla utilizada para dar volumen: agregar agua destilada (500 ml) y tween 20 (5 gotas) a los matraces con contenido de azúcar utilizando un vaso beaker, una probeta de 1000 ml y una probeta de pasteur. Posteriormente, se coloca un magneto

- dentro del matraz y se deja agitando en la placa calefactora básica de agitación (uno por uno). Una vez lista la mezcla, se remueve el magneto haciendo uso del removedor de magnetos. Finalmente, se tapan los matraces con papel aluminio. (8.76 minutos)
- 7.6. Transportar mezcla utilizada para dar volumen: haciendo uso del carrito de madera se transportan mezcla utilizada para dar volumen desde el área de Control de Calidad al área de Preparación de Sustrato. (0.33 minutos)
 - 7.7. Preparar autoclave: se prepara con agua de botellón purificada al nivel requerido. (1.53 minutos)
 - 7.8. Ingresar mezcla utilizada para dar volumen: se coloca mezcla utilizada para dar volumen en bandeja de autoclave, se introduce, se proceder al cierre del mismo y se presiona botón de encender. (4.62 minutos)
 - 7.9. Esterilizar mezcla utilizada para dar volumen: se enciende autoclave, equipo que se encuentra programado para terminar el proceso de esterilización después de transcurridos 30 minutos. (30 minutos)
 - 7.10. Esperar disminución de presión de autoclave: se esperan 120 minutos para que disminuya la presión interna y así proceder a abrir autoclave. (120 minutos)
 - 7.11. Abrir autoclave: se abre autoclave, se retira la mezcla utilizada para dar volumen ya esterilizada y se coloca en carrito de madera para dejar enfriar. (9 minutos)
 - 7.12. Enfriar mezcla utilizada para dar volumen: una vez retirada la mezcla utilizada para dar volumen de la autoclave y colocada en carrito de madera, se espera al enfriamiento de la misma, frente al aire acondicionado a una temperatura de 17°C. (33.32 minutos)
 - 7.13. Transportar mezcla utilizada para dar volumen: haciendo uso del carrito de madera se transporta la mezcla utilizada para dar volumen desde el área de Preparación de Sustrato al área de Inoculación. (0.21 minutos)

Tabla 18. Paso 8: Añadir Inóculo a la Mezcla para su Dilución.

Añadir Inóculo a la Mezcla para su Dilución		
Símbologia	Subactividad	Tiempo (min)
	Limpiar cámara de flujo laminar	1.67
	Introducir materiales en cámara de flujo laminar	1.26

Continuación Tabla 18. Paso 8: Añadir Inóculo a la Mezcla para su Dilución.

Añadir Inóculo a la Mezcla para su Dilución		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Preparar mezcla con inóculo	3.54
	Transportar placa para inspección	0.51
	Revisión Microscópica	13.92
	Transportar placa inspeccionada	0.51
Total		21.40

8. Añadir Inóculo a la Mezcla para su Dilución

- 8.1. Limpiar cámara de flujo laminar: haciendo uso de papel toalla esterilizada y alcohol industrial, se procede a limpiar la cámara de flujo laminar (1.67 minutos)
- 8.2. Introducir materiales en cámara de flujo laminar: se ingresan jeringas, antibiótico (Gentamicina), espátula, platos Petri conteniendo el hongo (inoculo), mezcla para diluir esporas del hongo, portaobjetos y cubreobjetos. (1.26 minutos)
- 8.3. Preparar mezcla con inóculo: se abren los platos Petri y se utiliza la espátula para obtener el hongo, se deposita en el recipiente que contiene la mezcla para su dilución. (3.54 minutos)
- 8.4. Transportar placa para inspección: se transporta la placa microscópica desde el área de Inoculación al área de Control de Calidad. (0.51 minutos)
- 8.5. Revisión microscópica: utilizando un gotero, se colocan tres gotas del hongo diluido en un portaobjetos y se tapa con tres cubre objetos. Esta placa sirve para realizar la inspección de conidias y validar que no se haya desarrollado ninguna bacteria. (13.92 minutos)
- 8.6. Transportar placa inspeccionada: se transporta la placa microscópica ya inspeccionada desde el área de área de Control de Calidad al área de Inoculación. (0.51 minutos)

Tabla 19. Paso 9: Inoculación de Medio Líquido.

Inoculación de Medio Líquido		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Añadir mezcla de inóculo a medio líquido	8.12
	Transportar medio líquido inoculado	0.33
Total		8.45

9. Inoculación de Medio Líquido:

- 9.1. Añadir mezcla de inóculo a medio líquido: utilizando una jeringa, se introducen 30 micro litros de antibiótico a cada matraz que incluye el medio líquido. Posteriormente, se añaden 2cc de mezcla con inóculo. Seguidamente, se procede a tapar con tape los agujeros generados por las jeringas en cada matraz. (8.12 minutos)
- 9.2. Transportar medio líquido inoculado: haciendo uso del carrito de madera se transportan el medio líquido inoculado que contienen la mezcla final, desde el área de Inoculación al área de Incubación. (0.33 minutos)

Tabla 20. Paso 10: Incubación del Inóculo.

Incubación del Inóculo		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Colocar los matraces con medio líquido inoculado en shaker	7,201.28
Total		7,201.28

10. Incubación del Inóculo:

- 10.1. Colocar los matraces con medio líquido inoculado en shaker: se colocan matraces con medio líquido inoculado en shaker por un periodo de 120 horas con luz permanente y a una temperatura de 28-30°C (7,201.28 minutos)

Tabla 21. Paso 11: Preparación del Medio Sólido (arroz).

Preparación de Medio Sólido (arroz)		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Pesar arroz	5.06
	Llenar ollas de cocina con agua	3.20
	Hervir agua	7.09
	Precocer arroz	0.52
	Colocar y dejar reposar arroz en tamices	117.55
	Medir la humedad del arroz	12.00
	Empacar, pesar, cerrar y rotular el arroz	17.32
	Preparar autoclave	1.53
	Ingresar bolsas de arroz a autoclave	4.62
	Esterilizar bolsas de arroz	30.00
	Esperar disminución de presión de autoclave	120.00
	Abrir autoclave	9.00
	Enfriar bolsas de arroz	33.32
	Mover y despegar bolsas de arroz	6.27
	Transportar bolsas de arroz	0.21
Total		367.69

11. Preparación de Medio Sólido (arroz)

- 11.1. Pesar arroz: se colocan 10 libras de arroz en bolsas plásticas para ser pesado en la balanza digital. (5.06 minutos)
- 11.2. Llenar ollas de cocina con agua: se introduce agua a un nivel medio en las dos ollas de cocina disponibles. (3.20 minutos)
- 11.3. Hervir agua: se colocan ambas ollas de cocina en una estufa industrial a una temperatura establecida hasta lograr que el agua se muestre burbujeante. (7.09 minutos)

- 11.4. Precocer arroz: se introduce el arroz en las ollas de cocina con agua hirviendo. (0.52 minutos)
- 11.5. Colocar y dejar reposar arroz en tamices: se procede a colocar el arroz en tamices para escurrir. Se revuelve constantemente hasta validar que el arroz obtenga la humedad requerida. El arroz debe reposar a una temperatura de 17°C. (117.55 minutos)
- 11.6. Medir la humedad del arroz: se coloca arroz en deshumidificador para medir su respectiva humedad, verificando que sea la indicada. (12 minutos)
- 11.7. Empacar, pesar, cerrar y rotular el arroz: se embolsa el arroz en respectivas bolsas plásticas con contenido de 300 gramos cada una. Se pesa para asegurar la cantidad especificada y posteriormente se sellan con 4 grapas cada una. Haciendo uso de un marcador permanente, se rotulan con la fecha de elaboración. (17.32 minutos)
- 11.8. Preparar autoclave: se prepara con agua de botellón purificada al nivel requerido. (1.53 minutos)
- 11.9. Ingresar bolsas de arroz a autoclave: se colocan los materiales en bandeja de autoclave, se introduce, se proceder al cierre del mismo y se presiona botón de encender. (4.62 minutos)
- 11.10. Esterilizar bolsas de arroz: se enciende autoclave, equipo que se encuentra programado para terminar el proceso de esterilización después de transcurridos 30 minutos. (30 minutos)
- 11.11. Esperar disminución de presión de autoclave: se esperan 120 minutos para que disminuya la presión interna y así proceder a abrir autoclave. (120 minutos)
- 11.12. Abrir autoclave: se abre autoclave, se retiran las bolsas de arroz esterilizadas y se colocan en un estante metálico para dejar enfriar. (9 minutos)
- 11.13. Enfriar bolsas de arroz: una vez retirados los materiales del autoclave y colocados en carrito de madera, se espera al enfriamiento de los mismos, frente al aire acondicionado a una temperatura de 17°C. (33.32 minutos)
- 11.14. Mover y despegar bolsas de arroz: se procede a despegar las bolsas de arroz. Se realizan movimientos de manera que se despegue el contenido y se pueda esparcir dentro de la bolsa. (6.27 minutos)

- 11.15. Transportar bolsas de arroz: haciendo uso del carrito de madera se transportan las bolsas de arroz desde el área de Preparación de Sustrato al área de Inoculación. (0.21 minutos)

Tabla 22. Paso 12: Preparación de Medio de Volumen con Inóculo.

Preparación de Medio de Volumen con Inóculo		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Retirar y revisar medio líquido inoculado	0.59
	Transportar medio líquido inoculado	0.33
	Limpiar cámara de flujo laminar	1.67
	Introducir medio líquido inoculado a cámara de flujo laminar	1.26
	Elaborar mezcla de volumen	3.37
	Identificar matraces	0.08
	Transportar placa para inspección	0.51
	Revisión microscópica	15.62
	Transportar placa inspeccionada	0.51
Total		23.93

12. Preparación de Medio de Volumen con Inóculo

- 12.1. Retirar y revisar medio líquido inoculado: se procede a retirar el medio líquido del shaker, verificando que se encuentre en las condiciones requeridas. (0.59 minutos)
- 12.2. Transportar medio líquido inoculado: haciendo uso del carrito de madera se transportan el medio líquido inoculado desde el área de Incubación al área de Inoculación. (0.33 minutos)
- 12.3. Limpiar cámara de flujo laminar: haciendo uso de papel toalla esterilizada y alcohol industrial, se procede a limpiar la cámara de flujo laminar (1.67 minutos)
- 12.4. Introducir medio líquido inoculado a cámara de flujo laminar: se introduce el medio líquido inoculado a la cámara de flujo laminar para procedimiento de inyectado de arroz. (1.26 minutos)

- 12.5. Elaborar mezcla de volumen con inóculo: se procede a inyectar inóculo y se añade 1 cc de antibiótico (Gentamicina) por cada matraz Erlenmeyer. (3.37 minutos)
- 12.6. Identificar matraces: se identifican los matraces (1,2,3...) para su control. (0.08 minutos)
- 12.7. Transportar placa para inspección: se transporta la placa microscópica desde el área de Inoculación al área de Control de Calidad. (0.51 minutos)
- 12.8. Revisión microscópica: utilizando un gotero, se colocan tres gotas de la mezcla de volumen en un portaobjetos y se tapa con tres cubre objetos. Esta placa sirve para realizar la inspección de blastoesporas y validar que no se haya desarrollado ninguna bacteria. (15.62 minutos)
- 12.9. Transportar placa inspeccionada: se transporta la placa microscópica ya inspeccionada desde el área de Control de Calidad al área de Inoculación. (0.51 minutos)

Tabla 23. Paso 13: Inoculación de Bolsas de Arroz.

Inoculación de Bolsas de Arroz		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Introducir bolsas de arroz	3.01
	Encender y revisar inyector de inóculo	3.02
	Inyectar, sellar, mover, rotular y colocar arroz en estante	18.99
	Reposar bolsas de arroz	21,600.00
	Mover bolsas de arroz previamente inoculadas	33.07
Total		21,658.09

13. Inoculación de Bolsas de Arroz

- 13.1. Introducir bolsas de arroz: se introducen bolsas de arroz a la cámara de flujo laminar, siendo rociadas con alcohol industrial previamente. (3.01 minutos)
- 13.2. Encender y revisar inyector de inóculo: Se verifica que la manguera arroje los 30 ml de inóculo como cantidad establecida. De lo contrario, se procede a la regulación de la misma. (3.02 minutos)

- 13.3. Inyectar, sellar, mover, rotular y colocar arroz en estante: Se inyectan las bolsas de arroz utilizando el inyector de inóculo, se sella el orificio con cinta adhesiva y posteriormente se realiza un movimiento del arroz para esparcir el inóculo. Se rotulan las bolsas de arroz con el número de referencia del matraz Erlenmeyer. Finalmente, se ubican las bolsas de arroz en el estante, en cuatro líneas de cinco bolsas en cada nivel (5 niveles por estante) (18.99 minutos)
- 13.4. Reposar bolsas de arroz: se procede a dejar reposando las bolsas de arroz inoculadas por un periodo de tres días. (21,600 minutos)
- 13.5. Mover bolsas de arroz previamente inoculadas: se procede al movimiento de las bolsas de arroz al tercer día. Esta actividad se lleva a cabo por un periodo total de 15 días, moviéndose cada tres días (5 movimientos). Tiene por objetivo asegurar la inoculación equitativa dentro de la bolsa de arroz. (33.07 minutos)

Tabla 24. Paso 14: Secado de Arroz Inoculado.

Secado de Arroz Inoculado		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Transportar arroz inoculado	0.26
	Abrir bolsas y colocarlas en los estantes	60.00
	Encender deshumidificadores	2.00
	Dejar secar el arroz inoculado	8,640.00
	Empacar arroz seco	6.53
	Transportar bolsas de arroz inoculado	0.65
	Medir humedad del arroz	13.38
	Preparación de matraces	5.09
	Transportar bolsas de arroz inoculado	0.72
	Transportar matraces	0.33
Total		8,728.96

14. Secado de Arroz Inoculado

- 14.1. Transportar arroz inoculado: se transportan las bolsas de arroz inoculadas desde el área de Incubación al área de Secado. (0.26 minutos)
- 14.2. Abrir bolsas y colocarlas en los estantes: Se abren las bolsas con contenido de arroz inoculado y se colocan en los estantes sobre papel estraza. Se colocan 10 bolsas de arroz por nivel. (60 minutos)
- 14.3. Encender deshumidificadores: se encienden los tres deshumidificadores ubicados dentro del área de secado. (2 minutos)
- 14.4. Dejar secar el arroz inoculado: por un periodo de 4 a 6 días dependiendo del tiempo (cálido o lluvioso) se deja reposar el arroz inoculado hasta que está completamente seco. (8,640 minutos)
- 14.5. Empacar arroz seco: se empaca el total de arroz colocado en 4 niveles en una bolsa debidamente rotulada con la fecha de elaboración del producto. (6.53 minutos)
- 14.6. Transportar bolsas de arroz inoculado: se transportan las bolsas de arroz inoculadas desde el área de Secado al área de Preparación de Sustratos. (0.65 minutos)
- 14.7. Medir humedad de arroz: se obtiene una pequeña cantidad de arroz inoculado. Seguidamente, se introduce la muestra en el Analizador de Humedad Infrarrojo hasta obtener el porcentaje de humedad de la muestra. (13.38 minutos)
- 14.8. Preparación de matraces: se pesa 1 gramo de arroz inoculado y se coloca en un matraz de 250 ml. Se repite con otro matraz de la misma capacidad. Luego, en dos matraces de 500 ml se pesa y se coloca 50 gramos de arroz inoculado en cada uno. (5.09 minutos)
- 14.9. Transportar bolsas de arroz inoculado: se transportan las bolsas de arroz inoculadas desde el área de Preparación de Sustratos al área de Cuarto Frío. (0.72 minutos)
- 14.10. Transportar matraces: se transportan los matraces con contenido de arroz inoculado desde el área de Preparación de Sustratos al área de Control de Calidad. (0.33 minutos)

Tabla 25. Paso 15: Preparación de INEX para Lavado de Arroz.

Preparación de INEX para Lavado de Arroz		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Preparar mezcla de INEX	19.74
	Agitar mezcla para diluir esporas	50.00
Total		69.74

15. Preparación de INEX para Lavado de Arroz

- 15.1. Preparar mezcla de INEX: en una probeta de 1000 ml se coloca 995 ml de agua estéril y 5 ml de INEX. Lo deposita en un matraz de 500 ml y lo coloca en placa calefactora de agitación por 10 minutos. Introducir en cada matraz de 500 ml conteniendo el arroz inoculado, 300 ml de agua con INEX. (19.74 minutos)
- 15.2. Agitar mezcla para diluir esporas: se introduce magneto y se coloca cada matraz de 500 ml por un periodo de 25 minutos c/u en la placa calefactora de agitación. (50 minutos)

Tabla 26. Paso 16: Preparación de Mezcla para Conteo de Conidias para Cosecha.

Preparación de Mezcla para Conteo de Conidias para Cosecha		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Preparar mezcla de tween para dilución	9.69
	Rotular cada matraz	0.49
	Revisión microscópica	27.17
Total		37.35

16. Preparación de Mezcla para Conteo de Conidias para Cosecha

- 16.1. Preparar mezcla de tween para dilución: en seis matraces de 250 ml se colocan 9 ml de agua estéril con tween (mezcla de 500 ml de agua estéril con 5 gotas de tween 20) y 1 ml de esporas diluidas con INEX. Mezclar y depositar mezcla de matraz en matraz hasta lograr su máxima dilución. (9.69 minutos)

- 16.2. Rotular cada matraz: haciendo uso de un marcador se rotulan los seis matraces utilizados para la dilución. (0.49 minutos)
- 16.3. Revisión microscópica: se procede a realizar 8 lecturas (4 de cada matraz), tomando los dos matraces con mayor dilución, para obtener un promedio del conteo de conidias para cosecha. (27.17 minutos)

Tabla 27. Paso 17: Preparación de Mezcla para Medir Viabilidad.

Preparación de Mezcla para Medir Viabilidad		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Preparar mezcla	1.38
	Agitar mezcla	20.00
	Transportar matraces con mezcla para viabilidad	0.51
	Limpiar cámara de flujo laminar	1.67
	Introducir mezclas y platos Petri con PDA	0.68
	Rotular platos Petri	0.17
	Rayar platos Petri	4.41
	Transportar platos Petri	1.00
	Esperar desarrollo del hongo	1,440.00
	Transportar platos Petri	1.00
	Revisión microscópica	21.39
Total		1,492.20

17. Preparación de Mezcla para Medir Viabilidad

- 17.1. Preparar mezcla: se añaden 100 ml de agua con tween estéril a los dos matraces conteniendo 1g de arroz esporulado. (1.38 minutos)
- 17.2. Agitar mezcla: se introduce magneto y se coloca cada matraz por un periodo de 10 minutos c/u en la placa calefactora de agitación (20 minutos)

- 17.3. Transportar matraces con mezcla para viabilidad: se transportan matraces y platos Petri con PDA desde el área de Control de Calidad al área de Inoculación. (0.51 minutos)
- 17.4. Limpiar cámara de flujo laminar: haciendo uso de papel toalla esterilizada y alcohol industrial, se procede a limpiar la cámara de flujo laminar (1.67 minutos)
- 17.5. Introducir mezclas y platos Petri con PDA: se introducen matraces, platos Petri y utensilios a utilizar a la cámara de flujo laminar para procedimiento de inyectado de arroz. (0.68 minutos)
- 17.6. Rotular platos Petri: se rotulan platos Petri con fecha y número de lote utilizando un marcador permanente. (0.17 minutos)
- 17.7. Rayar platos Petri: en cada plato Petri con PDA, se añaden dos gotas de mezcla para medir viabilidad y se raya en forma de cruz. (4.41 minutos)
- 17.8. Transportar platos Petri: se transportan los platos Petri debidamente rayados desde el área de Inoculación al área de Laboratorio, donde se ingresan en una cámara libre de humedad para fomentar el crecimiento del hongo. (1 minuto)
- 17.9. Esperar desarrollo del hongo: se ingresan a la cámara de humedad para que el hongo repose y se desarrolle. (1,440 minutos)
- 17.10. Transportar platos Petri: se transportan los platos Petri conteniendo el hongo desarrollado desde el área de Laboratorio al área de Control de Calidad. (1 minuto)
- 17.11. Revisión Microscópica: se realiza una revisión del plato Petri para medir viabilidad (la cantidad de conidias germinadas y no germinadas. (21.39 minutos)

Tabla 28. Paso 18: Empaque y Rotulación del Producto.

Empaque y Rotulación del Producto		
Simbología	Subactividad	Tiempo (min)
	Empaque del producto	60.00
	Rotulación de bolsas	5.00
Total		65.00

18. Empaque y Rotulación del Producto

- 18.1. Empaque del producto: una vez hecha la medición de la viabilidad, se define la cantidad de arroz que contiene el 100% de viabilidad. Con ese dato se procede a empacar las bolsas de arroz y pesarlas con una balanza. El empaque se realiza en bolsas de 15x25 conteniendo 5 dosis cada una. (60 minutos)
- 18.2. Rotulación de bolsas: a cada bolsa se le coloca la fecha de elaboración del producto y la medida exponencial de la viabilidad haciendo uso de un marcador permanente. (5 minutos)

4.2.3. TRANSPORTE

En la siguiente sección se presenta el plano correspondiente al departamento de Protección Vegetal anteriormente expuesto, incluyendo los movimientos internos ejecutados durante el proceso de producción del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*.

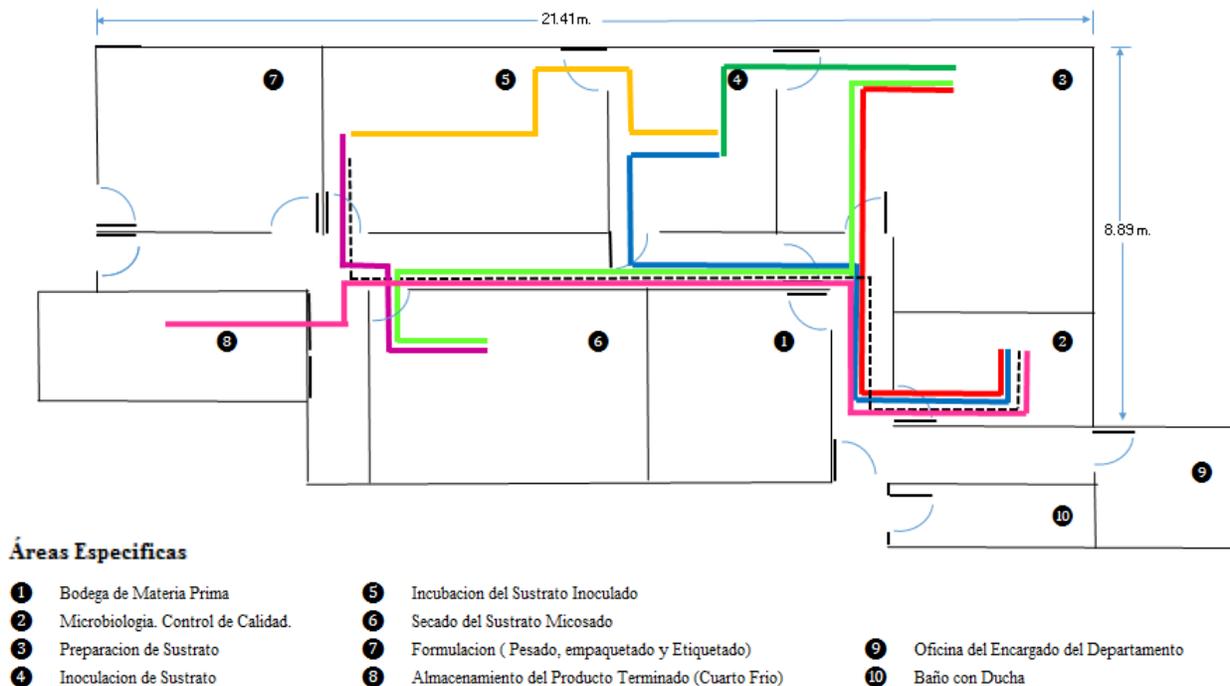


Figura 16. Movimientos Internos dentro del Proceso de Producción.

Para evaluar la acción de caminar, se utilizó como referencia la normativa P de General Sewing Data (GSD) que equivale a 18 TMU's por paso. La restricción indica que debe ser mayor

de 12 pulgadas, por lo que se asume que el paso de una persona es de 13 pulgadas. Es decir, un paso es equivalente es un mosaico estándar del piso.

A continuación se resumen los datos mencionados en el párrafo anterior.

1 pulgada = 0.0254 metros

1 paso = 13 pulgadas = 1 mosaico

1 Paso = 18 TMU's

1 minuto= 1667 TMU's

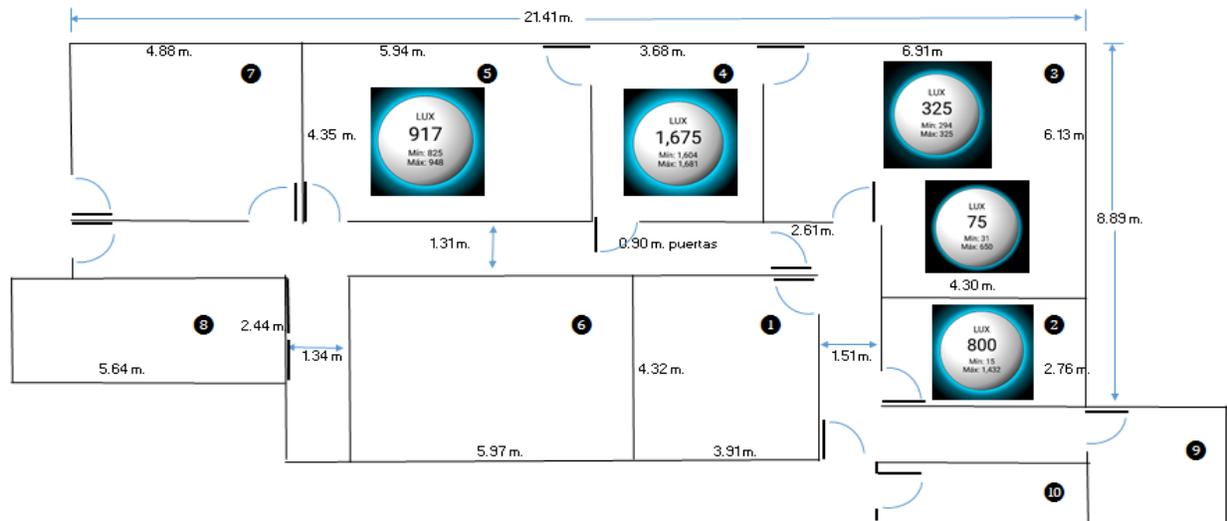
Tabla 29. Cálculo de Tiempo para Movimientos Internos.

Distancias definidas (o viceversa):	Metros	Pulgadas	Pasos	TMU's	Minutos
Control de Calidad a Preparación de Sustrato	10.00	393.70	30.28	545.12	0.33
Preparación de Sustrato a Inoculación	6.50	255.91	19.69	354.33	0.21
Control de Calidad a Inoculación	15.50	610.24	46.94	844.94	0.51
Inoculación a Incubación	10.00	393.70	30.28	545.12	0.33
Incubación a Control de Calidad	21.00	826.77	63.60	1144.76	0.69
Incubación a Secado	8.00	314.96	24.23	436.10	0.26
Secado a Preparación de Sustrato	20.00	787.40	60.57	1090.25	0.65
Preparación de Sustrato a Cuarto Frio	22.00	866.14	66.63	1199.27	0.72
Inoculación a Laboratorio	30.50	1200.79	92.37	1662.63	1.00

En el párrafo anterior, se presentan los cálculos de tiempo que incurre un colaborador para realizar los movimientos internos de un área a otra área dentro del departamento de CEPACBA, como parte del proceso de producción.

4.2.4. ILUMINACIÓN

En la Figura 18, se exponen los datos de iluminación de las áreas, las cuales fueron tomadas durante la ejecución del proceso productivo. Se utilizó la aplicación tecnológica Luxómetro para realizar las respectivas mediciones, con el objetivo de verificar si la iluminación es la adecuada para realizar actividades de laboratorio, de control de calidad, trabajos de oficina en general, etc.



Áreas Específicas

- | | | |
|--------------------------------------|---|--|
| ❶ Bodega de Materia Prima | ❺ Incubacion del Sustrato Inoculado | ❾ Oficina del Encargado del Departamento |
| ❷ Microbiología. Control de Calidad. | ❻ Secado del Sustrato Micosado | ❿ Baño con Ducha |
| ❸ Preparacion de Sustrato | ❼ Formulacion (Pesado, empaquetado y Etiquetado) | |
| ❹ Inoculacion de Sustrato | ❽ Almacenamiento del Producto Terminado (Cuarto Frio) | |

Figura 17. Medidas de Iluminación en CEPACBA.

En la Tabla 30, se detallan los niveles de iluminación adecuados de las áreas de trabajo según lo expone Norma de Iluminación publicada en México por la Secretaría del Trabajo. Se busca controlar que los espacios de trabajo cuenten con una correcta iluminación, garantizando el desarrollo de las actividades de manera cómoda y sin afectar el rendimiento esperado.

Tabla 30. Niveles de Iluminación.

NIVELES DE ILUMINACIÓN		
Tarea Visual del puesto de trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50

Continuación Tabla 30. Niveles de Iluminación.

NIVELES DE ILUMINACIÓN		
Tarea Visual del puesto de trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: • de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • exactas y muy prolongadas, y • muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.	2,000

Fuente: (Barragón, 2014)

4.2.5. CAPACIDAD INSTALADA

El análisis técnico del estudio requiere una evaluación de la capacidad instalada del proceso de producción que determine la máxima cantidad de producto que puede resultar del proceso. Con ello, se define si con el equipo que FHIA actualmente posee, existe la posibilidad de cubrir la demanda potencial bajo el escenario de estudio.

4.2.5.1. CÁLCULO ESTADÍSTICO PARA DEFINICIÓN DE DOSIS

Se realizó un cálculo estadístico para la definición de kilogramos de arroz inoculado por dosis, tomando 15 muestras en existencia en el cuarto frío de distintos lotes de producción con el objetivo de garantizar la cantidad de hongo por dosis deseado.

Tabla 31. Muestras Existentes en Cuarto Frío.

Fecha de Producción del Lote	Una dosis kg	Una Bolsa con 5 Dosis	Conidias/ gramos	Producto en Esporas por Dosis
9 mayo 2017	1.562	7.81	3.20E+09	5000000000
10 mayo 2017	1.536	7.68	3.26E+09	5000000000
11 mayo 2017	1.472	7.36	3.40E+09	5000000000
31 mayo 2017	1.406	7.03	3.56E+09	5000000000
6 junio 2017	1.23	6.15	4.07E+09	5000000000
7 junio 2017	1.28	6.4	3.91E+09	5000000000
8 junio 2017	1.472	7.36	3.40E+09	5000000000
20 junio 2017	1.824	9.12	2.74E+09	5000000000
21 junio 2017	1.704	8.52	2.93E+09	5000000000
22 junio 2017	1.844	9.22	2.71E+09	5000000000
27 junio 2017	1.708	8.54	2.93E+09	5000000000
28 junio 2017	1.824	9.12	2.74E+09	5000000000
4 julio 2017	1.722	8.61	2.90E+09	5000000000
6 julio 2017	1.474	7.37	3.39E+09	5000000000
26 julio 2017	1.652	8.26	3.03E+09	5000000000

Tabla 32. Valor Z de la Distribución Normal.

Z	Una dosis kg
-1.843	1.23
-1.585	1.28
-0.934	1.406
-0.594	1.472
-0.594	1.472
-0.583	1.474
-0.263	1.536
-0.129	1.562
0.336	1.652
0.604	1.704
0.625	1.708
0.697	1.722
1.224	1.824
1.224	1.824
1.327	1.844

La FHIA establece que su producto de venta es una dosis de agente biológico que contiene 5×10^{12} conidias por gramo. Una dosis es lo que se requiere para poder fumigar una hectárea de caña de azúcar aplicada de forma aérea o terrestre. Se considera que para que exista mayor efectividad del producto, se riegue el área de aplicación con un día de anticipación. Como la producción es un experimento que se lleva a cabo con seres vivos, su viabilidad nunca resulta en un cien por ciento dado que depende de variables internas y externas que influyen en su crecimiento o reproducción. Tomando la muestra del cuarto de refrigeración a los lotes en almacenamiento y considerando todos los aspectos, se decide considerar el máximo del intervalo de confianza para la media con un nivel de confianza del 95%. Con ello si se comete una falla de consideración, se estará protegido con un porcentaje del costo.

En conclusión, con el cálculo estadístico anterior se define que una dosis equivale a 1.688 kg de arroz con esporas.

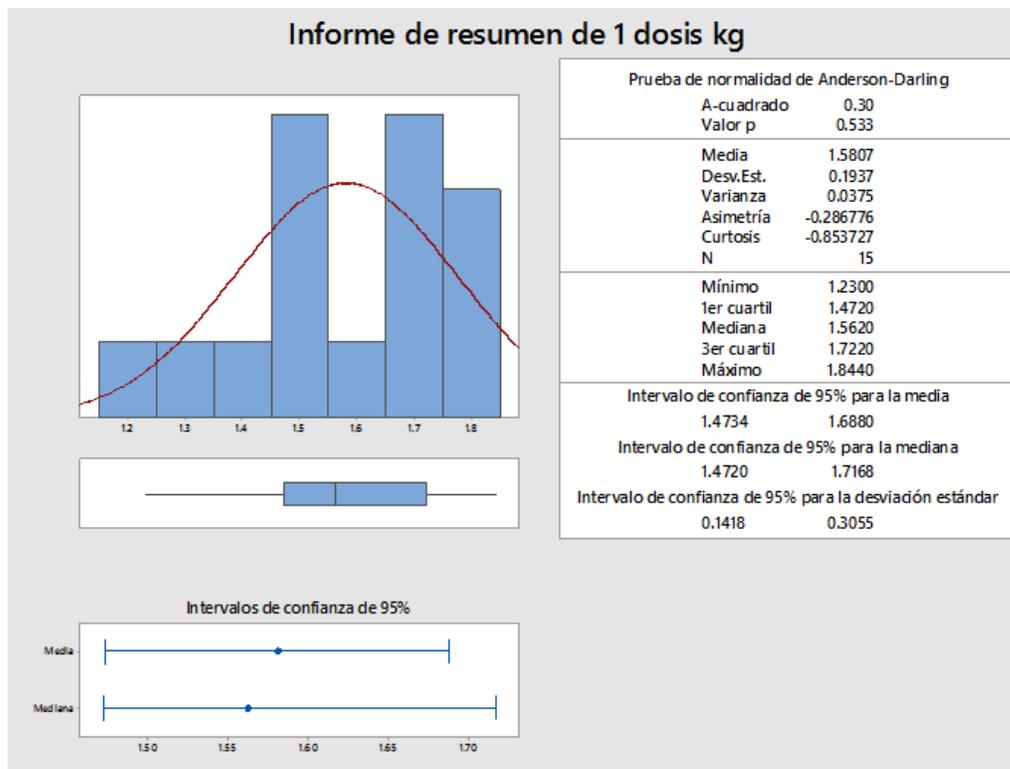


Figura 18. Informe de Resumen Estadístico.

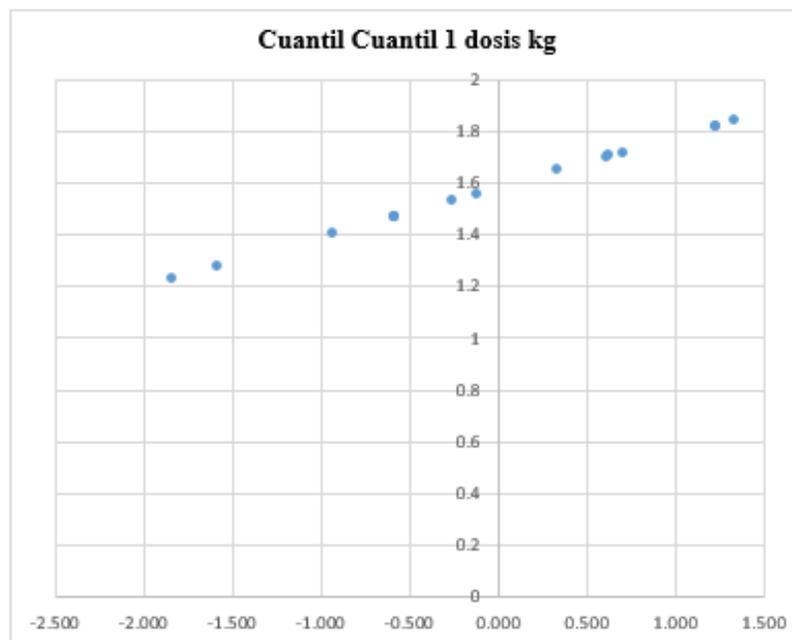


Figura 19. Gráfica Cuantil - Cuantil.

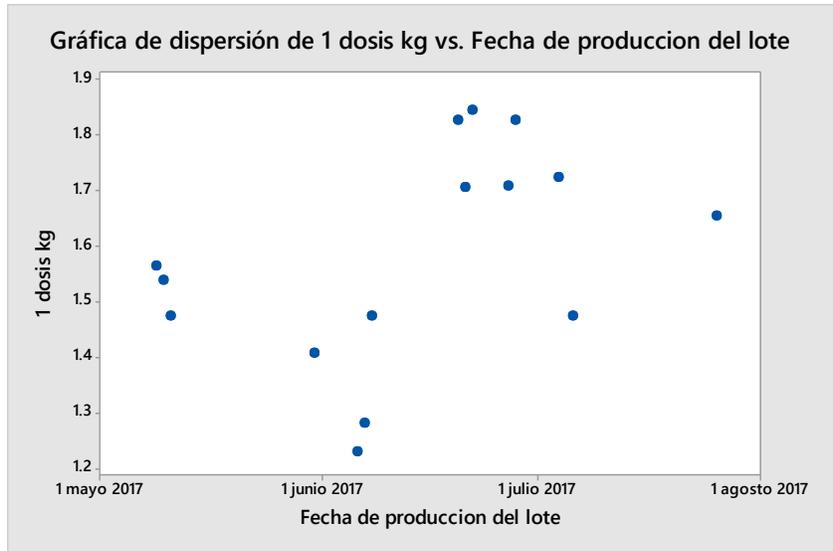


Figura 20. Gráfica de Dispersión.

4.2.5.2. RUTA CRÍTICA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

En la Figura 18, se presenta la ruta crítica del proceso de producción de *Metarhizium anisopliae*. La ruta crítica de un proceso permite reconocer aquellas actividades del proceso productivo que son fundamentales, delicadas y críticas por las que puede detenerse un proceso productivo. Al mismo tiempo, permite identificar aquellas actividades que son predecesoras y que no pueden ejecutarse sin antes haberse realizado actividades anteriores.

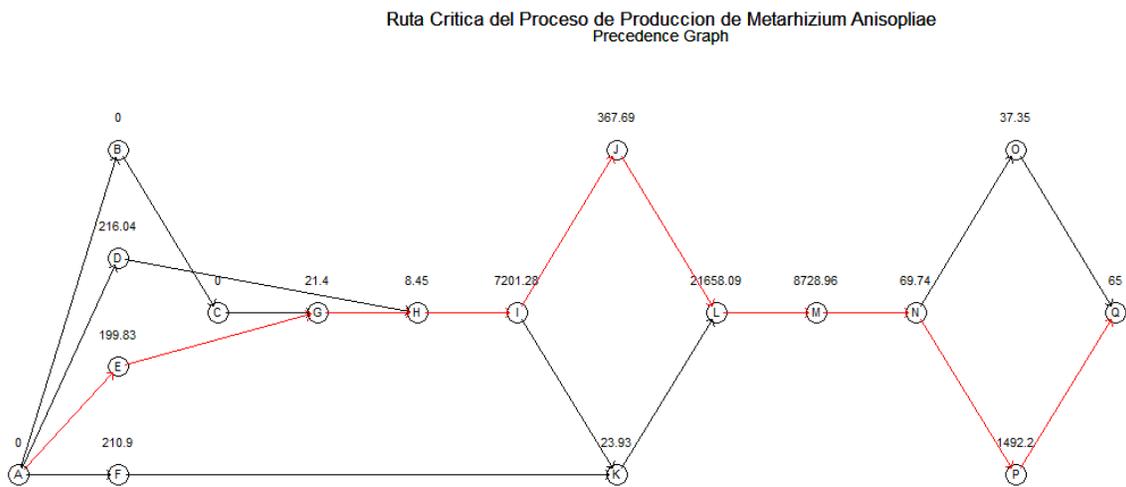


Figura 21. Ruta Crítica del Proceso de Producción M. Anisopliae.

A continuación, se detalla un listado de las actividades correspondientes al proceso productivo con su respectiva referencia, con el propósito de identificar el nombre de la actividad según la letra del abecedario en la ruta crítica presentada anteriormente.

Tabla 33. Referencia de Actividades para Ruta Crítica.

Referencia	Actividad	Tiempo
A	Limpieza y Esterilización de Materiales	235.39
B	Preparación del medio de cultivo artificial - Potato Glucose/Detroxe Agar (PDA)	259.78
C	Rayado de Platos Petri para Multiplicación del hongo	21619.51
D	Preparación de Medio Líquido	216.04
E	Preparación de Mezcla para Diluir Esporas del Hongo	199.83
F	Preparación de Mezcla para dar Volumen	210.90
G	Añadir Inóculo a la Mezcla para su Dilución	21.40
H	Inoculación de Medio Líquido	8.45
I	Incubación del Inóculo	7201.28
J	Preparación de Medio Sólido (arroz)	367.69
K	Preparación de Medio de Volumen con Inóculo	23.93
L	Inoculación de Bolsas de Arroz	21658.09
M	Secado de Arroz Inoculado	8728.96
N	Preparación de INEX para Lavado de Arroz	69.74
O	Preparación de Mezcla para Conteo de Conidias para Cosecha	37.35
P	Preparación de Mezcla para Medir Viabilidad	1492.20
Q	Empaque y Rotulación del Producto	65.00

Nota: Tiempos calculados en una producción de 49 bolsas de arroz.

ACTIVIDAD E

Para una producción de 220 bolsas de arroz se requieren 7 ml de inóculo. En la corrida de producción de 49 bolsas de arroz ejecutada se utilizaron 2 ml de inóculo. Para la producción de ambas cantidades de inóculo, los tiempos se mantienen a excepción del tiempo de preparación de la mezcla que varía según las cantidades producidas, por lo que se realizó un cálculo proporcional.

Preparación de Mezcla	02.87 min
Esterilización en autoclave (demás sub actividades)	199.01 min
Total Tiempo	<u>201.88 min</u>

$8.80 \text{ horas laborales/día} \times 60 \text{ min/hora} = 528 \text{ min/día}$
 $528 \text{ min/día} / 201.88 \text{ min/ciclo} = 2.62 \text{ ciclos/día}$
 $2.62 \text{ ciclos/día} \times 20 \text{ días trabajados/mes} = 52.40 \text{ ciclos/mes}$
 $52.40 \text{ ciclos/mes} \times 220 \text{ bolsas de arroz/ciclo} = 11,528 \text{ bolsas de arroz/mes}$
 $11,528 \text{ bolsas de arroz/mes} \times 300 \text{ gramos de arroz/bolsa} = 3,458,400 \text{ gramos de arroz/mes}$
 $3,458,400 \text{ gramos de arroz/mes} / 1000 \text{ gramos de arroz/kilogramo} = 3,458.40 \text{ kilogramos/mes}$
 $3,458.40 \text{ kilogramos/mes} / 1.688 \text{ kilogramos/dosis} = \mathbf{2,048.82 \text{ dosis/mes.}}$

ACTIVIDAD G Y H

Añadir Inóculo a la Mezcla para su Dilución	21.40 min
Inoculación de Medio Líquido	08.45 min
Total Tiempo	<u>29.85 min</u>

$29.85 \text{ min} / 49 \text{ bolsas} = 0.6092 \text{ min/bolsa}$
 $8.80 \text{ horas laborales/día} \times 60 \text{ min/hora} = 528 \text{ min/día}$
 $528 \text{ min/día} / 0.6092 \text{ min/bolsa} = 866.57 \text{ bolsas/día}$
 $866.57 \text{ bolsas/día} \times 20 \text{ días trabajados/mes} = 17,331.40 \text{ bolsas/mes}$
 $17,331.40 \text{ bolsas/mes} \times 300 \text{ gramos de arroz/bolsa} = 5,199,420 \text{ gramos de arroz/mes}$
 $5,199,420 \text{ gramos/mes} / 1,000 \text{ gramos/kilogramo} = 5,199.42 \text{ kilogramos/mes}$
 $5,199.42 \text{ kilogramos/mes} / 1.688 \text{ kg de arroz/dosis} = \mathbf{3,080.23 \text{ dosis/mes.}}$

ACTIVIDAD I

Capacidad instalada:

Shaker 1: 70 matraces de 150 ml

Shaker 2: 18 matraces de 150 ml (Posee capacidad de 9 matraces de 300 ml, equivalente a 18 matraces del 150 ml).

Perdida/Desperdicio = 33%

$88 \text{ matraces} \times 67\% = 59 \text{ matraces}$

$59 \text{ matraces} \times 500 \text{ mililitros de mezcla para aumentar volumen} = 29,500 \text{ mililitros}$

29,500 mililitros / 30 mililitros/bolsa de arroz = 983.33 bolsas de arroz

1,440 min/día / 7,201.28 min/ciclo = 0.20 ciclos/día

0.20 ciclos/día x 30 días/mes = 6 ciclos/mes (Se consideran 30 días mensuales ya que ésta actividad no requiere mano de obra permanente durante todo el ciclo.)

6 ciclos/mes x 983.33 bolsas de arroz/ciclo = 5,899.98 bolsas de arroz/mes

5,899.98 bolsas de arroz/mes x 300 gramos de arroz/bolsa = 1,769,994 gramos de arroz/mes

1,769,994 gramos de arroz/mes / 1,000 gramos/kilogramo = 1,769.99 kilogramos/mes

1,769.99 kilogramos/mes / 1.688 kilogramos/dosis = **1,048.57 dosis/mes.**

ACTIVIDAD J

Tomando en cuenta que la máxima capacidad de esterilización del arroz en autoclave son 220 bolsas diarias, esa es la restricción que se utilizará en ésta actividad.

220 bolsas de arroz/día x 300 gramos de arroz/bolsa = 66,000 gramos/día

66,000 gramos/día / 1,000 gramos/kilogramo = 66 kilogramos/día

66 kilogramos/día / 1.688 kilogramos/dosis = 39.10 dosis/día

Considerando que los tiempos fueron tomados en una corrida de producción de 49 bolsas de arroz, se realizó una proporción de los tiempos de aquellas subactividades cuyo tiempo varía según la cantidad de bolsas producidas. Por el contrario, las actividades de autoclave como ser: preparar autoclave, ingresar bolsas de arroz a autoclave, esterilizar bolsas de arroz, esperar disminución de presión de autoclave, abrir autoclave y enfriar bolsas de arroz incurren en la misma cantidad de tiempo si las bolsas de arroz a producir no exceden de un total de 110, abarcando la máxima capacidad del equipo. Actualmente, se ejecutan dos auto clavadas diarias. Esto es posible porque mientras la segunda auto clavada se lleva acabo, la persona ejecuta las subactividades con tiempos variables según la cantidad de bolsas de arroz producidas para las bolsas de arroz resultantes de la primera auto clavada.

Tiempos de autoclave (2 auto clavadas diarias) = 395.94 min/día

(+) Tiempos variables según producción (220 bolsas producidas) = 759.78 min/día

(-) Tiempo de actividades realizadas simultáneamente = 197.97 min/día

(Equivalente a 1 auto clavada)

Total tiempo diario de la actividad (un ciclo)= 957.75 min/día

957.75 min/día / 2 personas ejecutando el proceso = 478.88 min/día por persona

8.80 horas laborales/día x 60 min/hora = 528 min/día

528 min/día / 478.88 min/ciclo = 1.10 ciclo/día

1.10 ciclo/día x 39.10 dosis/día = 43.01 dosis/ciclo

1.10 ciclo/día x 20 días laborales/mes = 22 ciclos/mes

22 ciclos/mes x 43.01 dosis/ciclo = **946.22 dosis/mes.**

ACTIVIDAD L

Se considera que la restricción en esta etapa es la máxima capacidad de espacio que se posee para el reposo de las bolsas de arroz inoculadas en estantes.

15 estantes x 5 niveles c/u (con capacidad de 20 bolsas de arroz inoculadas por nivel) = 1,500 bolsa de arroz inoculada.

1,500 bolsa de arroz inoculada/día x 300 gramos de arroz/bolsa = 450,000 gramos de arroz/día

450,000 gramos de arroz/día / 1,000 gramos/kilogramo = 450 kilogramos/día

450 kilogramos/día / 1.688 kilogramos/dosis = 266.59 dosis/día

Los tiempos de todas las subactividades están sujetos a la cantidad de bolsas producidas a excepción del tiempo de reposo que únicamente está sujeto al espacio disponible con capacidad máxima de 1,500 bolsas de arroz por lo que su tiempo se mantiene igual. Dado que los datos representados son equivalentes a la producción se 49 bolsas de arroz, se realizó una proporción de los tiempos ajustándolos a una producción máxima de 220 bolsas de arroz diarias.

Tiempos variables según producción (220 bolsas producidas) = 260.81 min/día

(+) Tiempo de reposo = 21,600.00 min/día

Tiempo total (ciclo) = 21,860.81 min/día

1,440 min/día / 21,860.81 min/ciclo = 0.07 ciclos/día

0.07 ciclos/día x 30 días/mes = 2.10 ciclos/mes (se realiza el cálculo en base a 30 días ya que no se requiere mano de obra permanente durante esta actividad)

2.10 ciclos/mes x 266.59 dosis/ciclo = **559.84 dosis/mes.**

ACTIVIDAD M

Se considera que la restricción en esta etapa es la máxima capacidad de espacio que se posee para el secado de las bolsas de arroz inoculadas en estantes.

18 estantes x 5 niveles c/u (con capacidad de 10 bolsas de arroz inoculadas por nivel) = 900 bolsa de arroz inoculada.

900 bolsa de arroz inoculada/día x 300 gramos de arroz/bolsa = 270,000 gramos de arroz/día

270,000 gramos de arroz/día / 1,000 gramos/kilogramo = 270 kilogramos/día

270 kilogramos/día / 1.688 kilogramos/dosis = 159.95 dosis/día

Los tiempos de todas las subactividades están sujetos a la cantidad de bolsas producidas a excepción del tiempo de secado que únicamente está sujeto al espacio disponible con capacidad máxima de 900 bolsas de arroz por lo que su tiempo se mantiene igual. Dado que los datos representados son equivalentes a la producción se 49 bolsas de arroz, se realizó una proporción de los tiempos ajustándolos a una producción máxima de 220 bolsas de arroz diarias.

Tiempos variables según producción (220 bolsas producidas) = 399.42 min/día

(+) Tiempo de secado = 8,640.00 min/día

Tiempo total (ciclo) = 9,039.42 min/día

1,440 min/día / 9,039.42 min/ciclo = 0.16 ciclos/día

0.16 ciclos/día x 30 días/mes = 4.80 ciclos/mes (se realiza el cálculo en base a 30 días ya que no se requiere mano de obra permanente durante esta actividad)

4.80 ciclos/mes x 159.95 dosis/ciclo = **767.76 dosis/mes.**

ACTIVIDAD N

Se considera una producción máxima de 220 bolsas de arroz por la restricción de la capacidad de la autoclave.

220 bolsa de arroz inoculada/día x 300 gramos de arroz/bolsa = 66,000 gramos de arroz/día

66,000 gramos de arroz/día / 1,000 gramos/kilogramo = 66 kilogramos/día

66 kilogramos/día = 1 lote/día
8.80 horas laborales/día x 60 min/hora = 528 min/día
528 min/día / 69.74 min/lote = 7.57 lotes/día
7.57 lotes/día x 66 kilogramos/lote = 499.62 kilogramos/día
499.62 kilogramos/día / 1.688 kilogramos/dosis = 295.98 dosis/día
295.98 dosis/día x 20 días laborales/mes = **5,919.60 dosis/mes.**

ACTIVIDAD P

220 bolsas de arroz/lote x 300 gramos de arroz/bolsa = 66,000 gramos/lote
1,492.20 min/lote / 60 min/hora = 24.87 horas/lote
66,000 gramos/lote / 24.87 horas/lote = 2,412.55 gramos/hora
2,412.55 gramos/hora / 1,000 gramos/kilogramo = 2.41 kilogramos/hora
2.41 kilogramos/hora / 1.688 kilogramos/dosis = 1.43 dosis/hora
1.43 dosis/hora x 24 horas/día = 34.32 dosis/día
34.32 dosis/día x 20 días laborales/mes = **686.40 dosis/mes.**

ACTIVIDAD Q

Producción actual de FHIA por año (9 meses de producción) = 1,500 dosis
Una persona empaqa 100 bolsas en 2 horas. Cada empaque contiene 5 dosis del producto.
1,500 dosis/año x 1.688 kilogramos/dosis = 2,532 kilogramos/año
2,532 kilogramos/año / 9 meses de producción/año = 281.33 kilogramos/mes
281.33 kilogramos/mes x 1000 gramos/kilogramo = 281,330 gramos/mes
281,330 gramos/mes / 300 gramos de arroz/bolsa de arroz = 937.77 bolsas de arroz/mes
1.688 kilogramos/dosis x 1000 gramos de arroz/kilogramo = 1,688 gramos de arroz/dosis
1,688 gramos de arroz/dosis / 300 gramos de arroz/bolsa de arroz = 5.63 bolsas de arroz/dosis empacada.
Cada empaque que ponen a disposición de sus clientes contiene 5 dosis del producto.
100 bolsas de arroz/hora / 5.63 bolsas de arroz/dosis empacada = 17.76 dosis empacada/hora
8.80 horas laborales/día x 17.76 dosis empacada/hora = 156.28 dosis empacada/día
156.28 dosis empacada/día x 20 días laborales/mes = **3,125.76 dosis empacada/mes.**

Tabla 34. Resumen de Capacidad Instalada de Proceso Productivo.

Ruta Crítica	Producción Mensual		Producción Anual	
Actividad E	2,048.82	dosis/mes	18,439.38	dosis/año
Actividad G y H	3,080.23	dosis/mes	27,722.07	dosis/año
Actividad I	1,048.57	dosis/mes	9,437.13	dosis/año
Actividad J	946.22	dosis/mes	8,515.98	dosis/año
Actividad L	559.84	dosis/mes	5,038.56	dosis/año
Actividad M	767.76	dosis/mes	6,909.84	dosis/año
Actividad N	5,919.60	dosis/mes	53,276.40	dosis/año
Actividad P	686.4	dosis/mes	6,177.60	dosis/año
Actividad Q	3,125.76	dosis/mes	28,131.84	dosis/año

Con el objetivo de calcular la máxima producción que se podría obtener con la capacidad instalada actual, se evaluaron las actividades que componen la ruta crítica calculada con el POM. Los cálculos ejecutados para medir la máxima capacidad instalada indican que para producir un 20% de la demanda potencial, equivalente a 2,690 dosis anuales (299 dosis mensuales), no existe restricción alguna. Sin embargo, si FHIA desea ampliar su oferta en el mercado, cubriendo la demanda potencial descrita en el escenario 3, 4 o 5, debe tomar medidas para ajustar su capacidad, preparándose para el desarrollo las actividades J, L, M y P que serían su restricción para el logro de los niveles de producción deseados.

4.3. ANÁLISIS FINANCIERO

En esta sección del trabajo de investigación se presenta el análisis financiero realizado, exponiendo la inversión inicial para la puesta en marcha del proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* como también los costos fijos y variables incurridos en el proceso mismo. Adicionalmente, se analizan flujos de efectivo, el periodo de recuperación de la inversión y se evalúan escenarios que permitirán a la FHIA tomar decisiones con respecto al proyecto en cuestión.

4.3.1. INVERSIÓN INICIAL

Posteriormente, se expone la inversión inicial en la que incurre la FHIA conjuntamente con WWF para la puesta en marcha del proyecto de producción y comercialización del producto.

Tabla 35. Inversión Inicial.

Equipo/Mobiliario	Marca/Proveedor	Descripcion	UM	Cantidad	Precio Unitario	Total
Autoclave	Moller	Serie: WM2012-15-278A, 110V-120V A.C., 60hz, voltaje de resistencias: trifásico 220V 8800W, acero Inoxidable, dimensiones: H 158 x L 170 x A 100 cm	Unidad	1	L. 532,225.00	L. 532,225.00
Microscopio	Zeiss	N/A	Unidad	1	L. 51,442.00	L. 51,442.00
Cuarto frío	N/A	N/A	Unidad	1	L. 98,170.00	L. 98,170.00
Placa calefactora de agitación	Thermo Scientific	Modelo: SP131325, serie: C1768100929718, 120V, 8.90 amperios, 60hz	Unidad	1	L. 7,175.00	L. 7,175.00
Placa calefactora de agitación	Themolyne nuova	858 watts, 7.3 A, 120V	Unidad	1	L. 9,181.00	L. 9,181.00
Deshumificador	Danby Mod	Modelo: DP1-50-03A. Voltaje:115V, Capacidad: (ATDB:80°).	Unidad	4	L. 1,125.00	L. 4,500.00
Analizador de humedad infrarrojo	Sartorius MA35	230V, Capacidad de pesaje: 35g, rango y ajuste de temperatura: 40°C-160°C, ajustable en incrementos de 1°	Unidad	1	L. 56,525.00	L. 56,525.00
Shaker para incubación	Innova 2300	120V, 50/60hz, Dimensiones (W x D x H) 76.2 x 56.6 x 16.3 cm / 30 x	Unidad	1	L. 177,374.00	L. 177,374.00
Shaker para incubación	Labline Orbit	Modelo: 3527, 50/60hz, 600 watts, 120 voltios, 5.0 amperios	Unidad	1	L. 4,580.00	L. 4,580.00
Cámara de flujo laminar	Logic Labconco	Catalogo No. 3440009, serie No. 100627651B	Unidad	1	L. 289,422.00	L. 289,422.00
Maquina inyectora	Tritech research - pour boy	Alto: 14cm (5.5"), ancho: 15.5cm (6"), peso: 1kg (2.2 lbs). Bomba 3ml/sec	Unidad	1	L. 21,690.00	L. 21,690.00
Balanza digital	OHAUS Adventurer Pro	Modelo: AV2101, máx.: 2100g, 1°C/30°C	Unidad	1	L. 37,172.00	L. 37,172.00
Balanza digital	Torrey L-EQ	Capacidad de 10 lbs, acero inoxidable, dimensiones: 25 x 25.5 x 11 cm	Unidad	1	L. 4,715.00	L. 4,715.00
Estufa de gas doble hornilla	Almijar	Dos quemadores lineales (40X20X32) laterales en Aluzinc	Unidad	1	L. 6,567.65	L. 6,567.65
Mesas de acero inoxidable	Almijar	55x25x35 con entrepaño	Unidad	9	L. 10,120.00	L. 91,080.00
Lavabo	La Mundial	2 espacios	Unidad	1	L. 3,928.00	L. 3,928.00
Sillas de metal acolchonada	IPSA	N/A	Unidad	2	L. 900.00	L. 1,800.00
Bancos de metal	Office depot	64.7 a 75.5cm	Unidad	2	L. 2,058.50	L. 4,117.00
Estantes de metal (secado)	IPSA	5 niveles	Unidad	18	L. 2,314.95	L. 41,669.10
Estantes de metal	IPSA	3 niveles	Unidad	9	L. 2,314.95	L. 20,834.55
Estantes de metal (incubación)	IPSA	5 niveles	Unidad	15	L. 4,123.75	L. 61,856.26
Gavetero plástico	Kawaki	5 niveles	Unidad	1	L. 1,581.00	L. 1,581.00
Cortinas plásticas	N/A	Tiras plásticas para dividir espacios	Unidad	1	L. 2,124.00	L. 2,124.00
Carretilla manual de madera	N/A	2 niveles	Unidad	1	L. 3,200.00	L. 3,200.00
Refrigerador	Whirlpool	Una puerta	Unidad	1	L. 15,000.00	L. 15,000.00
Protector de Voltaje	La Mundial	N/A	Unidad	1	L. 260.00	L. 260.00
Regleta	Radio Shack	N/A	Unidad	1	L. 250.00	L. 250.00
Extintidores	ExtinSanps	30 libras cada uno	Unidad	3	L. 1,950.00	L. 5,850.00
Aire Acondicionado	Comfort Star	12 btu	Unidad	3	L. 10,150.00	L. 30,450.00
Aire Acondicionado	Comfort Star	18 btu	Unidad	3	L. 12,700.00	L. 38,100.00
Aire Acondicionado	Comfort Star	24 btu	Unidad	1	L. 16,400.00	L. 16,400.00
Mascara full-face	N/A	N/A	Unidad	3	L. 2,814.00	L. 8,442.00

Continuación Tabla 35. Inversión Inicial.

Equipo/Mobiliario	Marca/Proveedor	Descripcion	UM	Cantidad	Precio Unitario	Total
Cámara de Neubauer	Prodylab	N/A	Unidad	1	L. 2,990.00	L. 2,990.00
Gabachas	Imasa	N/A	Unidad	12	L. 289.80	L. 3,477.60
Beaker 40mL	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 30.21	L. 30.21
Beaker 50mL	Labhospy	N/A	Unidad	2	L. 30.21	L. 60.42
Beaker 250mL	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 52.54	L. 52.54
Beaker 400mL	Labhospy	N/A	Unidad	2	L. 80.30	L. 160.61
Beaker 600mL	Labhospy	N/A	Unidad	7	L. 95.23	L. 666.62
Beaker 1000mL	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 151.06	L. 151.06
Erlenmeyer 250mL	Labhospy	N/A	Unidad	60	L. 68.80	L. 4,128.27
Erlenmeyer 500mL	Labhospy	N/A	Unidad	36	L. 91.51	L. 3,294.20
Erlenmeyer 1000mL	Labhospy	N/A	Unidad	4	L. 129.55	L. 518.19
Erlenmeyer 2000 mL	Labhospy	N/A	Unidad	4	L. 478.26	L. 1,913.05
Pipeta Pasteur de vidrio 10mL	Labhospy	N/A	Caja 50pcs	1	L. 299.08	L. 299.08
Probeta 50mL	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 188.07	L. 188.07
Probeta 100mL	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 97.87	L. 97.87
Probeta 100mL vidrio	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 208.20	L. 208.20
Probeta de 250mL	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 161.70	L. 161.70
Probeta de 500mL	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 217.05	L. 217.05
Probeta de 1000mL	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 295.00	L. 295.00
Probeta de 2000mL	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 680.41	L. 680.41
Tubos Petri	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 15.93	L. 15.93
Platos Petri	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 103.52	L. 103.52
Imán de agitación	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 82.59	L. 82.59
Tubo removedor de imanes	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 580.58	L. 580.58
Asa de laboratorio	Labhospy	N/A	Unidad	2	L. 385.20	L. 770.41
Espátulas pequeñas	Labhospy	N/A	Unidad	2	L. 93.53	L. 187.06
Pinzas pequeñas metálicas	Labhospy	N/A	Unidad	2	L. 84.62	L. 169.23
Bote de vidrio con tapadera 50mL	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 65.61	L. 65.61
Bote de vidrio con tapadera 250mL	Labhospy	N/A	Unidad	2	L. 170.91	L. 341.83
Bote de vidrio con tapadera 500mL	Labhospy	N/A	Unidad	2	L. 282.54	L. 565.08
Bote plástico de 20L	Plastikal	N/A	Unidad	1	L. 130.00	L. 130.00
Atomizadores	Maxidespensa	N/A	Unidad	5	L. 49.00	L. 245.00
Pazcón	Diunsa	N/A	Unidad	1	L. 148.35	L. 148.35
Ollas de 2L	Diunsa	N/A	Unidad	2	L. 516.35	L. 1,032.70
Tamiz para colar arroz	N/A	N/A	Unidad	4	L. 160.00	L. 640.00
Escumidor de trastes	Lady Lee	N/A	Unidad	1	L. 199.00	L. 199.00
Basureros	Lady Lee	N/A	Unidad	3	L. 94.00	L. 282.00
Chimbo de gas (25 libras)	Tropigas	N/A	Unidad	2	L. 712.00	L. 1,424.00
Cucharas de madera	Diunsa	N/A	Unidad	2	L. 159.85	L. 319.70
Cucharón de plástico	Lady Lee	N/A	Unidad	2	L. 75.00	L. 150.00
Guantes térmicos	Maxidespensa	N/A	Unidad	1	L. 52.00	L. 52.00
Caja plástica	Maxidespensa	N/A	Unidad	2	L. 79.00	L. 158.00
Grapadoras	Útiles de Honduras	N/A	Unidad	3	L. 76.13	L. 228.39
Calculadora	Útiles de Honduras	N/A	Unidad	1	L. 195.50	L. 195.50
Tijeras	Útiles de Honduras	N/A	Unidad	3	L. 53.30	L. 159.90
Libreta	Útiles de Honduras	N/A	Unidad	1	L. 13.10	L. 13.10

Continuación Tabla 35. Inversión Inicial.

Equipo/Mobiliario	Marca/Proveedor	Descripcion	UM	Cantidad	Precio Unitario	Total
Bolígrafos	Útiles de Honduras	N/A	Caja	1	L. 55.08	L. 55.08
Marcador	Útiles de Honduras	N/A	Unidad	1	L. 33.12	L. 33.12
Mechero	Labhospy	N/A	Unidad	1	L. 149.83	L. 149.83
Panas plásticas pequeñas	Maxidespensa	N/A	Unidad	2	L. 20.00	L. 40.00
Panas plásticas	Maxidespensa	N/A	Unidad	3	L. 70.00	L. 210.00
Bandejas de aluminio	Diunsa	N/A	Unidad	2	L. 493.35	L. 986.70
Botellones para agua purificada	Aguazul	N/A	Unidad	4	L. 100.00	L. 400.00
Edificio	N/A	N/A	Unidad	1	L. 1857,000.00	L. 1857,000.00
Capital de trabajo	N/A	N/A	N/A	1	L. 109,890.00	L. 109,890.00
Total						L. 3534,404.92

4.3.2. ANÁLISIS DE COSTOS

Se detallan los costos fijos, variables y totales generados durante el proceso productivo. Estos sirven como base para evaluar si el precio de venta actual del producto en el mercado actualmente lo convierte en un proyecto auto sostenible para la organización.

4.3.2.1. COSTOS FIJOS

Se consideran costos fijos todos aquellos costos en los que incurre la compañía en cualquier momento, aunque no se ejecute el proceso de producción. En este caso, se mencionan los costos generales o administrativos como ser salarios, energía eléctrica, agua potable y depreciación del equipo y mobiliario.

4.3.2.1.1. GASTOS POR SALARIOS

Tomando en cuenta que el proyecto únicamente se ejecuta en una temporada en el año, iniciando en el mes de marzo y finalizando en el mes de septiembre, las actividades que realizan los colaboradores son compartidas con otras áreas dentro de la compañía. Es por ello que se procede a realizar una ponderación de salarios según porcentaje de participación en el proceso.

Tabla 36. Ponderación de Salarios.

No.	Posicion	Salario Mensual + Beneficios de Ley	Temporada alta (Mar-Sept)	Salario ponderado (Mar-Sept)	Temporada baja (Oct-Feb)	Salario ponderado (Oct-Feb)	Total
1	Encargado Técnico-Científico	L. 33,280.00	30%	L. 69,888.00	5%	L. 8,320.00	L. 78,208.00
2	Asistente I	L. 14,287.00	100%	L. 100,009.00	80%	L. 57,148.00	L. 157,157.00
3	Auxiliar II	L. 14,090.00	50%	L. 49,315.00	0%	L. -	L. 49,315.00
4	Asistente I	L. 15,000.00	40%	L. 42,000.00	0%	L. -	L. 42,000.00
5	Técnico I	L. 19,110.00	5%	L. 6,688.50	0%	L. -	L. 6,688.50
6	Técnico II	L. 14,123.00	5%	L. 4,943.05	0%	L. -	L. 4,943.05
	Total	L. 109,890.00		L. 272,843.55		L. 65,468.00	L. 338,311.55

Nota: La ponderación salarial restante se otorga a otros departamentos en los que estos colaboradores emplean su tiempo realizando otras actividades completamente ajenas al proceso en mención.

Se toma en consideración el cien por ciento de un único asistente, quien es permanente en el departamento de CEPACBA. El resto de los colaboradores aportan al proceso de producción únicamente en temporada alta, es decir, de marzo a septiembre.

4.3.2.1.2. ENERGÍA ELÉCTRICA

Uno de los problemas que presenta CEPACBA es el control del costo de la energía eléctrica. Esto se debe a que no cuenta con un contador independiente y por lo tanto debe calcularse el consumo de Kw/hr por mes. Se deben establecer algunas consideraciones por las restricciones del proceso.

ILUMINACIÓN

El laboratorio cuenta con diferentes niveles de iluminación por área. La Figura 17 muestra los resultados del análisis de iluminación realizado en las áreas de Control de Calidad, Preparación del Sustrato, Inoculación e Incubación. En todas las áreas se utilizan balastos de cuatro lámparas de 32 watts. A continuación se detalla el listado de lámparas/balastos por áreas y pasillos.

Tabla 37. Cantidad de Balastos por Área.

Departamentos	Balastos
Bodega de Materia Prima	3
Microbiología y Control de Calidad	4
Preparación de Sustrato	6
Preparación de Sustrato (Area de Autoclave)	2
Inoculación del Sustrato	3
Incubación del Sustrato	6
Secado del Sustrato	6
Fomulación (empaquete)	4
Almacenamiento en Frio (un foco aprox. lampara)	0.25
Total Balastos	34.25
Lámparas por Balastro	4
Total Lámparas	137
Watts por Lámpara	32
Total Watts	4384

Tomando en cuenta el total de departamentos, se concluye que hay 4,384 watts de potencia. Para efectos de costo se asumirá que todos los departamentos permanecen encendidos las 44 horas laborales de la semana, esto compensaría cualquier iluminación de los alrededores que se utilice para alumbrar el perímetro durante la noche. Por lo tanto, se trabajan 176 horas al mes. Esto equivale a 4384 watts x 176 horas al mes tenemos = 771,584 watts/hr.

$771,584 \text{ Kw/hr} / 1,000 \text{ watts/kilowatt} = 771.58 \text{ KWH consumidos en el mes.}$

CUARTO FRÍO

El cuarto frío usa un compresor Copeland, modelo CS10KGE-PFV-255 con una capacidad de 10,000 BTUs/hr. Un BTU (British Thermal Unit) es una unidad de energía. Suele ejemplificarse diciendo que un BTU es la cantidad de energía que se necesita en condiciones atmosféricas normales, para incrementar en un grado Fahrenheit la temperatura que registra una libra de agua.

$1 \text{ BTU/hr} = 0.2931 \text{ watts}$

$10000 \text{ BTU/hr} = 2,931 \text{ watts}$

$2,931 \text{ watts} / 1000 \text{ watts/kilowatt} = 2.931 \text{ KWH consumidos mensualmente.}$

De acuerdo a pláticas sostenidas con los encargados del departamento, se estima que el cuarto frío permanece inactivo (sin producto) los meses de enero, noviembre y diciembre. Sin embargo, por cuestiones de costo se asumirá que el cuarto frío funciona todos los meses del año. Para efectos del cálculo se tomara el mes contable de 30 días y 24 horas.

Consumo de energía del cuarto frío = $2.931 \text{ KWH} \times 30 \text{ días} \times 24 \text{ horas/día} = 2,110.32 \text{ KWH}$ consumidos mensualmente.

DESHUMIDIFICADORES

Para lograr el máximo rendimiento del producto este debe secarse en su totalidad. El porcentaje de humedad debe ser de aproximadamente 7%. Para ello, el cuarto de secado cuenta con 4 deshumidificadores colocados en el suelo y pegados a la pared ubicados en el centro de la misma. La marca del humidificador es SOLEUSAIR Powered by Gree, la potencia del aparato según especificaciones es de 750 watts. Se tomará en consideración que los deshumidificadores permanecen activos todo el mes asumiendo una producción continua.

Deshumidificadores = 4 unidades

Potencia = 750 watts

Consumo de energía eléctrica de los deshumidificadores = $4 \text{ unidades} \times 750 \text{ watts} \times 30 \text{ días} \times 24 \text{ horas} = 2,160,000 \text{ watts/hora}$

$2,160,000 \text{ watts/hora} / 1000 \text{ watts/kilowatt} = 2,160 \text{ KWH}$ consumidos en el mes

AIRES ACONDICIONADOS

CEPACBA mantiene el área climatizada siguiendo medidas de seguridad y protección del producto terminado. El área total consta de 7 unidades de aire acondicionado de los cuales solo una unidad permanece encendida por 24 horas para mantener una temperatura estable de 27 grados, que es lo requerido para la producción de esporas en el área de incubación. La marca de los aires acondicionados es Comfort Star.

Tabla 38. Consumo de Energía Eléctrica por Aire Acondicionado.

Equipo	Cantidad	Potencia (BTU)	Total BTU's	Watts/ BTU	Watts	Horas/ Mes	Watts/ Hora	KWH
Aires acondicionados	3	12,000	36,000	0.29	10,548	176	1856,448	1,856.45
Aires acondicionados	3	18,000	54,000	0.29	15,822	176	2784,672	2,784.67
Aires acondicionados	1	24,000	24,000	0.29	7,032	720	5063,040	5,063.04
Consumo total (KWH)							9704,160	9,704.16

AUTOCLAVE

Para calcular el costo de energía consumida por el autoclave se debe considerar que la misma se mantiene encendida por 30 minutos para que alcance la máxima temperatura de esterilización y luego se apaga. Estas son sus especificaciones:

Serie: WM2012-15-278A, 110V-120V A.C., 60hz, voltaje de resistencias: trifásico 220V 8800W, acero Inoxidable.

Dimensiones: H 158 x L 170 x A 100 cm

Potencia de autoclave 8,800 watts x 0.5 horas =4,400 watts por hora =4.4 KWH utilizando el autoclave una vez.

La producción está fijada bajo una demanda de 1,500 dosis para su único cliente. Esto significa que se requiere producir 2,532 Kg de arroz al año, considerando que una dosis es equivalente a 1.688 Kg de arroz. En los meses de noviembre y diciembre el cuarto frío no tiene producto terminado, por lo que se asumirá que la producción es ejecutada en 9 meses. Por lo menos se deben producir mensualmente 281.33 Kg de arroz al mes. Cuando se esterilizó el arroz durante la corrida de producción, se pudo observar que se pueden colocar 50-55 bolsas por nivel esto significa que podemos colocar unas 100-110 bolsas en el autoclave. Considerando la máxima capacidad y que cada bolsa contiene 300 gramos de arroz, el resultado es un total de 30-33 Kg por autoclave.

Cantidad de veces que se requiere utilizar la autoclave = $281.33 \text{ Kg arroz/mes} / 30 \text{ Kg/auto clavada} = 9.38 \text{ veces/mes}$

9.38 veces/mes x 4.4 KWH = 41.27 KWH consumidos en el mes.

Dentro del proceso también se realizan otras esterilizaciones:

- 1) Esterilizar materiales
- 2) Esterilizar PDA
- 3) Esterilizar mezclas

Como éstas se pueden unir y realizar en conjunto, en la simulación del proceso se hicieron esterilizaciones para 14.70 kg equivalente a 49 bolsas de 300 gramos. Tomando esta proporción podemos decir que se hacen 19 esterilizaciones adicionales.

19 veces/mes x 4.4 KWH = 83.60 KWH consumidos en el mes.

Total KWH consumidos en el mes = 124.87 KWH

SHAKERS

Con respecto a los shakers se asumirá que están activos las 24 horas del mes en el periodo de producción. Se poseen dos modelos diferentes. A continuación las especificaciones de ambos.

Shaker para incubación: Marca Labline Orbit, 120V, 600 watts, 50/60hz, dimensiones (W × D × H) 76.2 × 56.6 × 16.3 cm / 30 × 22.3 × 6.4 in.

Shaker para incubación: Marca Innova 2300, modelo 3527, 50/60hz, 600 watts, 120 voltios, 5.0 amperios.

Consumo de energía eléctrica de shakers en el mes = 600 watts x 2 shakers x 720 horas/mes = 864,000 watts/mes.

864,000 watts/mes / 1,000 watts/kilowatt = 864 KWH consumidos en el mes.

Tabla 39. Resumen de Consumo de Energía Eléctrica.

Equipo	KWH consumidos al mes
Iluminación	771.58
Cuarto Frio	2,110.32
Deshumidificador	2,160.00
Aires acondicionados	9,704.16
Autoclave	124.87
Shakers	864.00
Otros aparatos	154.32
Total	15,889.25

Para otros aparatos, se calcula un 20% de la iluminación, debido a que sus potencias son bajas.

CALCULO ESTIMADO DE LA FACTURA [COMERCIAL BAJA TENSION](#)

Ingrese la Cantidad de kw, Kwh consumidos y presione enter

KWh:

Kwh Calculados: 15889.25

Estimación de Factura	11/12/2017
Alumbrado	6,037.75
Energía	68,547.81
Cargo por Comercialización	54.57
Cargo por Regulación	186.60
Total a pagar	74,826.73

Figura 22. Cálculo Estimado de la Factura Comercial Baja Tensión.

Fuente: (Empresa Eergía Honduras, 2017)

4.3.2.1.3. AGUA POTABLE

El gasto por consumo de agua de CEPACBA es reducido ya que se cuenta con un pozo propio. Sin embargo, mensualmente se cancela un costo por alcantarillado sanitario, alquiler de medidor, gastos administrativos y gasto pluvial que en su totalidad oscilan entre L. 85.00 - L.100.00

4.3.2.1.4. DEPRECIACIÓN

Las compañías en Honduras tienen la obligación legal de depreciar sus equipos contablemente según la Resolución No. CGR-003/2010 emitido por la Secretaría de Finanzas donde se establece la vida útil contable de los equipos y el mobiliario.

Tabla 40. Depreciación de Equipo y Mobiliario.

Equipo/Mobiliario	Cantidad	Precio Unitario	Total	Valor residual	Valor a Depreciar	Vida Útil	Depreciación Anual
Autoclave	1	L. 532,225.00	L. 532,225.00	L. 5,322.25	L. 526,902.75	10 años	L. 52,690.28
Microscopio	1	L. 51,442.00	L. 51,442.00	L. 514.42	L. 50,927.58	10 años	L. 5,092.76
Cuarto frío	1	L. 98,170.00	L. 98,170.00	L. 981.70	L. 97,188.30	10 años	L. 9,718.83
Placa calefactora de agitación	1	L. 7,175.00	L. 7,175.00	L. 71.75	L. 7,103.25	10 años	L. 710.33
Placa calefactora de agitación	1	L. 9,181.00	L. 9,181.00	L. 91.81	L. 9,089.19	10 años	L. 908.92
Deshumificador	4	L. 1,125.00	L. 4,500.00	L. 45.00	L. 4,455.00	10 años	L. 445.50
Analizador de humedad infrarrojo	1	L. 56,525.00	L. 56,525.00	L. 565.25	L. 55,959.75	10 años	L. 5,595.98
Shaker para incubación	1	L. 177,374.00	L. 177,374.00	L. 1,773.74	L. 175,600.26	10 años	L. 17,560.03
Shaker para incubación	1	L. 4,580.00	L. 4,580.00	L. 45.80	L. 4,534.20	10 años	L. 453.42
Cámara de flujo laminar	1	L. 289,422.00	L. 289,422.00	L. 2,894.22	L. 286,527.78	10 años	L. 28,652.78
Maquina inyectora	1	L. 21,690.00	L. 21,690.00	L. 216.90	L. 21,473.10	10 años	L. 2,147.31
Balanza digital	1	L. 37,172.00	L. 37,172.00	L. 371.72	L. 36,800.28	10 años	L. 3,680.03
Balanza digital	1	L. 4,715.00	L. 4,715.00	L. 47.15	L. 4,667.85	10 años	L. 466.79
Estufa de gas doble hornilla	1	L. 6,567.65	L. 6,567.65	L. 65.68	L. 6,501.97	10 años	L. 650.20
Mesas de acero inoxidable	9	L. 10,120.00	L. 91,080.00	L. 910.80	L. 90,169.20	10 años	L. 9,016.92
Lavabo	1	L. 3,928.00	L. 3,928.00	L. 39.28	L. 3,888.72	10 años	L. 388.87
Bancos de metal	2	L. 2,058.50	L. 4,117.00	L. 41.17	L. 4,075.83	10 años	L. 407.58
Estantes de metal (secado)	18	L. 2,314.95	L. 41,669.10	L. 416.69	L. 41,252.41	10 años	L. 4,125.24
Estantes de metal	9	L. 2,314.95	L. 20,834.55	L. 208.35	L. 20,626.20	10 años	L. 2,062.62
Estantes de metal (incubación)	15	L. 4,123.75	L. 61,856.26	L. 618.56	L. 61,237.69	10 años	L. 6,123.77
Gavetero plástico	1	L. 1,581.00	L. 1,581.00	L. 15.81	L. 1,565.19	10 años	L. 156.52
Cortinas plásticas	1	L. 2,124.00	L. 2,124.00	L. 21.24	L. 2,102.76	10 años	L. 210.28
Carretilla manual de madera	1	L. 3,200.00	L. 3,200.00	L. 32.00	L. 3,168.00	10 años	L. 316.80
Refrigerador	1	L. 15,000.00	L. 15,000.00	L. 150.00	L. 14,850.00	10 años	L. 1,485.00
Extinguidores	3	L. 1,950.00	L. 5,850.00	L. 58.50	L. 5,791.50	5 años	L. 1,158.30

Continuación Tabla 40. Depreciación de Equipo y Mobiliario.

Equipo/Mobiliario	Cantidad	Precio Unitario	Total	Valor residual	Valor a Depreciar	Vida Útil	Depreciación Anual
Aire Acondicionado	3	L. 10,150.00	L. 30,450.00	L. 304.50	L. 30,145.50	10 años	L. 3,014.55
Aire Acondicionado	3	L. 12,700.00	L. 38,100.00	L. 381.00	L. 37,719.00	10 años	L. 3,771.90
Aire Acondicionado	1	L. 16,400.00	L. 16,400.00	L. 164.00	L. 16,236.00	10 años	L. 1,623.60
Mascara full-face	3	L. 2,814.00	L. 8,442.00	L. 84.42	L. 8,357.58	10 años	L. 835.76
Cámara de Neubauer	1	L. 2,990.00	L. 2,990.00	L. 29.90	L. 2,960.10	10 años	L. 296.01
Edificio	1	L. 1857,000.00	L. 1857,000.00	L. 18,570.00	L. 1838,430.00	50 años	L. 36,768.60
Total			L. 3505,360.56	L. 35,053.61	L. 3470,306.95		L. 200,535.45

Tabla 41. Resumen de Costos Fijos Anuales.

Costos Fijos	
Gastos por salarios	L. 338,311.55
Gastos de electricidad	L. 673,544.52
Agua Potable	L. 1,200.00
Depreciaciones	L. 200,535.45
Total	L. 1213,591.52

4.3.2.2. COSTOS VARIABLES

Se definen como costos variables aquellos costos que se generan en la medida en que se lleva a cabo el proceso de producción. Estos costos aumentan o disminuyen según el volumen de producto que se desea producir. A continuación se detallan los materiales requeridos para la ejecución del proceso incluyendo sus respectivos precios de mercado.

Tabla 42. Precio de Insumos de Producción.

Cantidad	Material	UM	Proveedor	Precio unitario
1	Alcohol	Galón=3785.41 ml	Labhospy	L. 210.96
1	Algodón	Bolsa	Labhospy	L. 103.68
1	Arroz partido 3/4	Saco 100 lbs	Baprosa	L. 517.50
1	Bolsas autoclavables 9x16	Paquete 80pcs	Pacific	L. 115.00
1	Bolsas 12x18	Fardo 3500pcs	Vanguardia	L. 1,511.33
1	Bolsas 15x25	Fardo 1000pcs	Vanguardia	L. 1,511.33
1	Agua purificada	Botellón=3.79L	Aguazul	L. 28.00
1	Fósforos	Caja de 40pcs	Maxidespensa	L. 0.93
1	Gas	Refill chimbo 25 lbs	Tropigas	L. 245.77
1	Grapas	Caja 5000pcs	Útiles de Honduras	L. 24.27
1	Guantes látex	Caja 100pcs	Labhospy	L. 135.49
1	Jeringas 5cc	Caja 100pcs	Farsiman	L. 204.48

Continuación Tabla 42. Precio de Insumos de Producción.

Cantidad	Material	UM	Proveedor	Precio unitario
1	Jeringas 1cc	Caja 100pcs	Farsiman	L. 293.36
1	Mascarillas	Caja 50pcs	Farsiman	L. 136.19
1	Masking tape	Rollo	Útiles de Honduras	L. 18.57
1	Papel aluminio	Rollo 179.93 cuadros	Maxidespensa	L. 40.10
1	Papel toalla	Rollo 44 hojas	Maxidespensa	L. 18.00
1	Papel Kraft	Rollo 36"	Pacasa	L. 460.92
1	Antibiótico Gentamicina	Caja 3 ampollas de 2ml	Farsiman	L. 63.70
1	Agua purificada	Botellón 5 galones	Aguazul	L. 28.00
1	Tween 20	Bote 1L	Biocientífica Hondureña	L. 1,046.50
1	Sucrosa	Bote 1kg	Labfarma	L. 3,197.00
1	Inex	Bote 1L	Seagro	L. 200.00
1	Extracto de levadura	Bote 500g	Labfarma	L. 2,355.04
1	Potato Dextrose/ Glucose Agar (PDA)	Bote 500g	Analítica Hondureña	L. 4,542.50
1	Azúcar	Libra=453.59g	Maxidespensa	L. 12.00
1	Jabón de trastes	Unidad	Maxidespensa	L. 39.00
1	Cloro	Galón	Maxidespensa	L. 54.00
1	Ace	Bolsa	Maxidespensa	L. 41.00
1	Paste de trastes	Unidad	Maxidespensa	L. 19.00
1	Panita plástica	Unidad	Maxidespensa	L. 4.00
1	Cuchara plástica	Bolsa 25pcs	Maxidespensa	L. 8.00
1	Porta objetos	Caja 72pcs	Labhospy	L. 64.21
1	Cubre objetos	Caja 100pcs	Labhospy	L. 77.00
1	Tape Parafilm	Caja 4800pcs	Labhospy	L. 1,445.73

Tabla 43. Creación de CEPA Original.

ACTIVIDAD #1	
CREACIÓN DE CEPA ORIGINAL	<p>Nota aclaratoria: no se poseen datos de costo de dicha actividad ya que se realiza una vez al año para renovar la viabilidad de la cepa. Los datos no se pudieron confirmar en campo dado que la actividad se realiza a inicios de año.</p>

Tabla 44. Limpieza y Esterilización de Materiales.

ACTIVIDAD #2										
LIMPIEZA Y ESTERILIZACIÓN DE MATERIALES	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Autoclave	Matraces	22	Jabón para trastes	lavada	L. 3.90	1	L. 3.90	0.08	L. 0.31
		Platos petri	24	Paste para trastes	lavada	L. 1.90	2	L. 3.80	0.15	L. 0.29
		Beakers	6	Cloro	lavada	L. 5.40	1	L. 5.40	0.08	L. 0.41
		Probetas	2	Ace	lavada	L. 4.10	1	L. 4.10	0.08	L. 0.31
		Asa de laboratorio	1	Agua purificada	galón	L. 5.60	1.67	L. 9.35	0.13	L. 0.71
		Recipiente plástico mediano	1	Papel kraft	pedazo	L. 0.48	28	L. 13.44	2.12	L. 1.02
		Guantes térmicos	1							
		Espátula	1							
		Total						L. 39.99		L. 3.05

Tabla 45. Preparación del Medio de Cultivo Artificial (PDA).

ACTIVIDAD #3										
PREPARACIÓN DEL MEDIO DE CULTIVO ARTIFICIAL - POTATO GLUCOSE/DETROXE AGAR (PDA)	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Carrito de madera	Platos Petri	24	Panita plástica	unidad	L. 4.00	1	L. 4.00	0.08	L. 0.30
	Autoclave	Matraz erlenmeyer 1L	1	Cuchara plástica	unidad	L. 0.32	1	L. 0.32	0.08	L. 0.02
	Banquito metálico	Magneto	1	Potato glucose/detroxe agar	gramo	L. 9.09	39	L. 354.51	2.96	L. 26.91
	Placa calefactora de agitación	Removedor de magneto	1	Agua estéril	litro	L. 7.39	1	L. 7.39	0.08	L. 0.59
	Balanza digital	Recipiente plástico mediano	1	Agua purificada	galón	L. 5.60	1.67	L. 9.35	0.13	L. 0.71
	Cámara de flujo laminar	Guantes térmicos	1	Papel aluminio	unidad	L. 0.22	3	L. 0.66	0.23	L. 0.05
		Probeta de 1000mL	1	Papel toalla	unidad	L. 0.41	4	L. 1.64	0.30	L. 0.12
		Bandeja de aluminio	1	Alcohol industrial	puff/mL	L. 0.06	14/3.5	L. 0.21	0.27	L. 0.02
		Atomizador	1							
		Beaker 40mL	1							
Total							L. 378.08		L. 28.72	

Tabla 46. Rayado de Platos Petri para Multiplicación del Hongo.

ACTIVIDAD #4										
RAYADO DE PLATOS PETRI PARA MULTIPLICACIÓN DEL HONGO	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Carrito de madera	Atomizador	1	Papel toalla	hoja	L. 0.41	4	L. 1.64	0.30	L. 0.12
	Cámara de flujo laminar	Asa de laboratorio	1	Alcohol industrial	puff/mL	L. 0.06	14/3.5	L. 0.21	0.270	L. 0.02
	Banquito metálico	Mechero	1	Parafilm	unidad	L. 0.30	9	L. 2.70	0.682	L. 0.20
	Estante metálico de cinco niveles			Fósforos	unidad	L. 0.02	2	L. 0.04	0.152	L. 0.00
				Plato con CEPA	unidad	L. -	1	L. -	0.076	L. -
				Plato con PDA	unidad	L. -	9	L. -	0.682	L. -
	Total							L. 4.59		L. 0.35

Tabla 47. Preparación de Medio Líquido.

ACTIVIDAD #5										
PREPARACIÓN DE MEDIO LÍQUIDO	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Báscula	Magneto	1	Extracto de levadura	gramo	L. 4.71	13.8	L. 65.00	1.05	L. 4.95
	Carrito de madera	Removedor de magneto	1	Sucrosa	gramo	L. 3.20	27	L. 86.32	2.05	L. 6.56
	Placa calefactora de agitación	Recipiente plástico mediano	1	Agua estéril	mL	L. 0.01	900	L. 9.00	68.21	L. 0.68
	Autoclave	Bandeja de aluminio	1	Tween 20	gotas/mL	L. 1.05	12/0.60	L. 0.63	0.05	L. 0.05
	Balanza digital	Probeta de 1000mL	1	Panita plástica	unidad	L. 4.00	1	L. 4.00	0.08	L. 0.30
		Beaker 600mL	1	Cuchara plástica	unidad	L. 0.32	1	L. 0.32	0.08	L. 0.02
		Matraces erlenmeyer 250mL	6	Papel aluminio	pedazo	L. 0.22	8	L. 1.76	0.61	L. 0.13
		Guantes térmicos	1							
Total							L. 167.03		L. 12.70	

Tabla 48. Preparación de Mezcla para Diluir Esporas del Hongo.

ACTIVIDAD #6										
PREPARACIÓN DE MEZCLA PARA DILUIR ESPORAS DEL HONGO	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Camito de madera	Beaker 40mL	1	Agua estéril	mL	L. 0.01	10mL	L. 0.10	0.76	L. 0.01
	Autoclave	Recipiente plástico mediano	1	Tween 20	gotas/mL	L. 1.05	7/0.35	L. 0.37	0.03	L. 0.03
		Guantes térmicos	1	Papel aluminio	pedazo	L. 0.22	3	L. 0.66	0.23	L. 0.05
		Probeta de vidrio 100mL	1	Agua purificada	galón	L. 5.60	1.67	L. 9.35	0.13	L. 0.71
		Beaker 400mL	1							
Total							L. 10.48			L. 0.80

Tabla 49. Preparación de Mezcla para Dar Volumen.

ACTIVIDAD #7										
PREPARACIÓN DE MEZCLA PARA DAR VOLUMEN	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Camito de madera	Bandeja de aluminio	1	Azúcar	gramo	L. 0.03	20	L. 0.60	1.52	L. 0.05
	Balanza digital	Beaker de 500mL	1	Tween 20	gotas/mL	L. 1.05	20/1	L. 1.05	0.08	L. 0.08
	Placa calefactora de agitación	Probeta de 1000mL	1	Agua estéril	mL	L. 0.01	2000	L. 20.00	151.59	L. 1.52
	Autoclave	Probeta de pasteur	1	Papel aluminio	pedazo	L. 0.22	7	L. 1.54	0.53	L. 0.12
		Matraces erlenmeyer 500mL	4	Panita plástica	unidad	L. 4.00	1	L. 4.00	0.08	L. 0.30
		Magneto	1	Cuchara plástica	unidad	L. 0.32	1	L. 0.32	0.08	L. 0.02
		Removedor de magneto	1	Agua purificada	galón	L. 5.60	1.67	L. 9.35	0.13	L. 0.71
		Guantes térmicos	1							
		Recipiente plástico mediano	1							
Total							L. 36.86			L. 2.80

Tabla 50. Añadir Inóculo a Mezcla para su Dilución.

ACTIVIDAD #8										
AÑADIR INÓCULO A MEZCLA PARA SU DILUCIÓN	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Cámara de flujo laminar	Atomizador	1	Papel toalla	hoja	L. 0.41	4	L. 1.64	0.30	L. 0.12
	Banquito metálico	Espátula	1	Alcohol industrial	puff/mL	L. 0.06	14/3.5	L. 0.21	0.27	L. 0.02
	Camito de madera	Gotero	1	Jeringa 5cc	unidad	L. 2.04	1	L. 2.04	0.08	L. 0.15
	Microscopio	Marcador permanente	1	Porta objetos	unidad	L. 0.89	1	L. 0.89	0.08	L. 0.07
	Cámara de Neubauer	Probeta de pasteur	1	Cubre objetos	unidad	L. 0.77	3	L. 2.31	0.23	L. 0.18
		Probeta de vidrio de 100mL	1	Mezcla para dilución de esporas	unidad	L. -	6	L. -	0.45	L. -
		Beaker de 250mL	1	Platos petri con inóculo	unidad	L. -	4	L. -	0.30	L. -
		Libreta de anotaciones	1							
	Bolígrafo	1								
Total							L. 7.09			L. 0.54

Tabla 51. Preparación del Medio Líquido.

ACTIVIDAD #9										
INOCULACIÓN DEL MEDIO LÍQUIDO	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Cámara de flujo laminar	Marcador permanente	1	Jeringa de 5cc	unidad	L. 2.04	1	L. 2.04	0.08	L. 0.15
	Carrito de madera			Masking tape	pulgada	L. 0.01	3	L. 0.03	0.23	L. 0.00
				Gentamicina	mL	L. 10.62	0.03	L. 0.32	0.01	L. 0.11
				Papel toalla	hoja	L. 0.41	4	L. 1.64	0.30	L. 0.12
				Jeringa de 1cc	unidad	L. 2.93	1	L. 2.93	0.08	L. 0.22
				Matraces erlenmeyer con medio líquido	unidad	L. -	6	L. -	0.45	L. -
	Total							L. 6.96		L. 0.61

Tabla 52. Incubación del Inóculo.

ACTIVIDAD #10										
INCUBACIÓN DEL INÓCULO	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Carrito de madera			Matraces erlenmeyer con medio líquido inoculado	unidad	L. -	6	L. -	0.45	L. -
	Shaker para incubación									
	Total							L. -		L. -

Tabla 53. Preparación de Medio Sólido (arroz).

ACTIVIDAD #11										
PREPARACIÓN DE MEDIO SÓLIDO (ARROZ)	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Autoclave	Recipiente plástico mediano	1	Agua purificada	galón	L. 5.60	2.2	L. 12.32	0.17	L. 0.93
	Balanza digital Torrey	Guantes térmicos	1	Arroz %	libra	L. 5.18	30	L. 155.40	2.27	L. 11.76
	Estufa de gas industrial	Ollas de cocina	2	Bolsas plásticas (12x18)	unidad	L. 0.43	3	L. 1.29	0.23	L. 0.10
	Analizador de humedad infrarrojo	Chimbo de gas	1	Panita plástica	unidad	L. 4.00	1	L. 4.00	0.08	L. 0.30
	Balanza digital	Cucharon	1	Bolsas plásticas (9x16)	unidad	L. 1.44	49	L. 70.56	3.71	L. 5.34
	Estante metálico de cinco niveles	Cucharon de madera	1	Grapas	unidad	L. 0.01	196	L. 0.98	14.86	L. 0.07
	Carrito de madera	Grapadora	1							
		Marcador permanente	1							
		Tamiz	1							
Total							L. 244.55		L. 18.51	

Tabla 54. Preparación de Medio de Volumen con Inóculo.

ACTIVIDAD #12										
PREPARACIÓN DE MEDIO DE VOLUMEN CON INÓCULO	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Cámara de flujo laminar	Atomizador	1	Papel toalla	hoja	L. 0.41	4	L. 1.64	0.30	L. 0.12
	Banquito metálico	Marcador permanente	1	Alcohol industrial	puff/mL	L. 0.06	14/3.5	L. 0.21	0.27	L. 0.02
	Carrito de madera	Libreta de anotaciones	1	Gentamicina	mL	L. 10.62	3	L. 31.81	0.23	L. 2.44
	Microscopio	Boligrafo	1	Jeringa de 5cc	unidad	L. 2.04	1	L. 2.04	0.08	L. 0.15
	Cámara de neubauer	Probeta de vidrio de 100mL	1	Porta objetos	unidad	L. 0.89	1	L. 0.89	0.08	L. 0.07
				Cubre objetos	unidad	L. 0.77	3	L. 2.31	0.23	L. 0.18
				Matraces con medio liquido inoculado	unidad	L. -	6	L. -	0.45	L. -
	Total							L. 38.90		L. 2.98

Tabla 55. Inoculación de Bolsas de Arroz.

ACTIVIDAD #13										
INOCULACIÓN DE BOLSAS DE ARROZ	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Cámara de flujo laminar	Marcador permanente	1	Alcohol industrial	puff/mL	L. 0.06	14/3.5	L. 0.21	0.27	L. 0.02
	Maquina inyectora	Probeta de vidrio de 100mL	1	Papel toalla	hoja	L. 0.41	4	L. 1.64	0.30	L. 0.12
	Estante metálico de cinco niveles			Masking tape	pulgada	L. 0.01	24.5	L. 0.25	1.86	L. 0.02
				Bolsas de arroz esterilizadas	unidad	L. -	49	L. -	3.71	L. -
	Total							L. 2.10		L. 0.16

Tabla 56. Secado de Arroz Inoculado.

ACTIVIDAD #14										
SECADO DE ARROZ INOCULADO	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Deshumidificadores	Papel estraza		Bolsas plásticas (15x25)	unidad	L. 1.51	2	L. 3.02	0.15	L. 0.23
	Carrito de madera	Matraces erlenmeyer de 500mL	2	Panita plástica	unidad	L. 4.00	1	L. 4.00	0.08	L. 0.30
	Analizador de humedad infrarrojo	Matraces erlenmeyer de 250mL	2	Cuchara plástica	unidad	L. 0.32	1	L. 0.32	0.08	L. 0.02
	Balanza digital	Marcador permanente	1	Guantes	par	L. 1.35	1	L. 1.35	0.08	L. 0.10
		Bandeja de aluminio	1	Papel kraft	pedazo	L. 1.92	10	L. 19.20	0.76	L. 1.46
		Espátula	1							
Total							L. 27.89		L. 2.12	

Tabla 57. Preparación de Inex para Lavado de Arroz.

ACTIVIDAD #15										
PREPARACIÓN DE INEX PARA LAVADO DE ARROZ	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Placa calefactora de agitación	Probeta de plástico de 1000mL	1	Agua estéril	mL	L. 0.01	995	L. 9.95	75.4	L. 0.75
		Matraz erlenmeyer de 500mL	1	Inex	mL	L. 0.20	5	L. 1.00	0.38	L. 0.08
		Magneto	1	Papel aluminio	pedazo	L. 0.22	3	L. 0.66	0.23	L. 0.05
		Removedor de Magneto	1							
		Pipeta de plástico de 10mL	1							
Total							L. 11.61			L. 0.88

Tabla 58. Preparación de Mezcla para Conteo de Conidias para Cosecha.

ACTIVIDAD #16										
PREPARACIÓN DE MEZCLA PARA CONTEO DE CONIDIAS PARA COSECHA	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Microscopio	Matraces Erlenmeyer de 250mL	6	Agua estéril	mL	L. 0.01	9	L. 0.09	0.68	L. 0.01
	Cámara de Neubauer	Pipeta de plástico de 10mL	1	Tween 20	gotas/mL	L. 1.05	5/0.25	L. 0.26	0.02	L. 0.02
		Marcador permanente	1							
		Pipeta de pasteur	1							
		Libreta de anotaciones	1							
		Bolígrafo	1							
Total							L. 0.35			L. 0.03

Tabla 59. Preparación de Mezcla para Medir Viabilidad.

ACTIVIDAD #17										
PREPARACIÓN DE MEZCLA PARA MEDIR VIABILIDAD	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Microscopio	Probeta de vidrio de 100mL	1	Agua c/ tween estéril	mL	L. -	100	L. -	7.58	L. -
	Cámara de Neubauer	Magneto	1	Alcohol industrial	puff/mL	L. 0.06	14/3.5	L. 0.21	0.27	L. 0.02
	Placa calefactora de agitación	Removedor de magneto	1	Papel toalla	hoja	L. 0.41	4	L. 1.64	0.30	L. 0.12
	Carrito de madera	Atomizador	1	Papel aluminio	pedazo	L. 0.22	1	L. 0.22	0.08	L. 0.02
		Probetas de pasteur	2	Parafilm	unidad	L. 0.30	4	L. 1.20	0.30	L. 0.09
		Marcador permanente	1	Platos petri con PDA	unidad	L. -	2	L. -	0.15	L. -
Total							L. 3.27			L. 0.25

Tabla 60. Empaque y Rotulación de Producto.

ACTIVIDAD #18										
EMPAQUE Y ROTULACIÓN DE PRODUCTO	Equipo	Materiales Reutilizables	Cantidad	Materiales No Reutilizables	UM	Precio Unitario	Cantidad (22.27 kg)	Total	Cantidad (1.688 kg)	Total
	Balanza digital	Marcador permanente	1	Bolsas plásticas (15x25)	unidad	L. 1.51	10	L. 15.10	0.76	L. 1.14
				Guantes	par	L. 2.71	1	L. 2.71	0.08	L. 0.21
				Mascarilla	unidad	L. 2.72	1	L. 2.72	0.08	L. 0.21
	Total							L. 20.53		L. 1.56

En la siguiente tabla, se presenta un resumen de las actividades que forman parte del proceso de producción junto con su respectivo costo, tal y como se presentó individualmente en las tablas anteriores. Como resultado, el costo total de operación por proceso productivo es de L. 76.05.

Tabla 61. Resumen de Costo por Actividad.

Actividad	Descripción	Costo de Operación
1	Creación de CEPA original que se renueva cada año	L. -
2	Limpieza y esterilización de materiales	L. 3.05
3	Preparación del medio de cultivo artificial - potato glucose/detroxe agar (PDA)	L. 28.72
4	Rayado de platos petri para multiplicación del hongo	L. 0.35
5	Preparación de medio líquido	L. 12.70
6	Preparación de mezcla para diluir esporas del hongo	L. 0.80
7	Preparación de mezcla para dar volumen	L. 2.80
8	Añadir inóculo a mezcla para su dilución	L. 0.54
9	Inoculación del medio líquido	L. 0.61
10	Incubación del inóculo	L. -
11	Preparación de medio sólido (arroz)	L. 18.51
12	Preparación de medio de volumen con inóculo	L. 2.98
13	Inoculación de bolsas de arroz	L. 0.16
14	Secado de arroz inoculado	L. 2.12
15	Preparación de inx para lavado de arroz	L. 0.88
16	Preparación de mezcla para conteo de conidias para cosecha	L. 0.03
17	Preparación de mezcla para medir viabilidad	L. 0.25
18	Empaque y rotulación de producto	L. 1.56
Total		L. 76.05

4.3.3. ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO

Se procede a realizar un análisis financiero para validar si el proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* es auto sostenible. Es por ello que se presenta un estado de resultados proyectado a 10 años.

Tabla 62. Estado de Resultados Proyectado.

Datos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Tasa de Cambio (equivalente a 1 dólar estadounidense)		L. 23.71	L. 24.90	L. 26.14	L. 27.45	L. 28.82
Precio (USD)	\$	18.00	\$ 18.00	\$ 18.00	\$ 18.00	\$ 18.00
Costo variable por dosis	L.	76.05	L. 79.85	L. 83.85	L. 88.04	L. 92.44
Inflación		5%	5%	5%	5%	5%
Producción Anual (dosis)		1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00

Estado de Resultados Proyectado	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por venta		L. 640,215.90	L. 672,226.70	L. 705,838.03	L. 741,129.93	L. 778,186.43
(-) Costo de producción		L. 114,075.00	L. 119,778.75	L. 125,767.69	L. 132,056.07	L. 138,658.88
Utilidad Bruta		L. 526,140.90	L. 552,447.95	L. 580,070.34	L. 609,073.86	L. 639,527.55

Gastos Generales, Venta y Administrativos		L. 1213,591.52				
Gastos de electricidad		L. 673,544.52				
Gastos por salarios		L. 338,311.55				
Depreciaciones		L. 200,535.45				
Agua		L. 1,200.00				
Utilidad Neta		L. -687,450.62	L. -661,143.57	L. -633,521.17	L. -604,517.66	L. -574,063.96
Flujos del proyecto						
Depreciaciones (+)		L. 200,535.45				
Valor residual		L. 35,053.61				
Recuperación de capital de trabajo						
Inversión inicial/Flujos de efectivo	L.	-3534,404.92	L. -451,861.56	L. -425,554.52	L. -397,932.12	L. -368,928.61

Nota: Se utilizó tasa de cambio del 11/12/2017

Datos	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tasa de Cambio (equivalente a 1 dólar estadounidense)	L. 30.26	L. 31.78	L. 33.36	L. 35.03	L. 36.78
Precio (USD)	\$ 18.00	\$ 18.00	\$ 18.00	\$ 18.00	\$ 18.00
Costo variable por dosis	L. 97.06	L. 101.91	L. 107.01	L. 112.36	L. 117.98
Inflación	5%	5%	5%	5%	5%
Producción Anual (dosis)	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00	1,500.00

Estado de Resultados Proyectado	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos por venta	L. 817,095.75	L. 857,950.54	L. 900,848.06	L. 945,890.47	L. 993,184.99
(-) Costo de producción	L. 145,591.82	L. 152,871.41	L. 160,514.98	L. 168,540.73	L. 176,967.77
Utilidad Bruta	L. 671,503.93	L. 705,079.13	L. 740,333.08	L. 777,349.74	L. 816,217.22

Gastos Generales, Venta y Administrativos	L. 1213,591.52				
Gastos de electricidad	L. 673,544.52				
Gastos por salarios	L. 338,311.55				
Depreciaciones	L. 200,535.45				
Agua	L. 1,200.00				
Utilidad Neta	L. -542,087.59	L. -508,512.39	L. -473,258.43	L. -436,241.78	L. -397,374.29
Flujos del proyecto					
Depreciaciones (+)	L. 200,535.45				
Valor residual	L. 35,053.61	L. 35,053.61	L. 35,053.61	L. 35,053.61	L. 1671,279.45
Recuperación de capital de trabajo					L. 109,890.00
Inversión inicial/Flujos de efectivo	L. -306,498.53	L. -272,923.34	L. -237,669.38	L. -200,652.73	L. 1584,330.60

Nota: Se utilizó tasa de cambio del 11/12/2017

Utilizando los flujos calculados en la tabla anterior, se procede a calcular el valor presente neto de la inversión para medir la rentabilidad del proyecto.

Tabla 63. Valor Presente Neto.

Valor Presente Neto	
Tasa de descuento	9.50%
VPN	L. -4963,437.71
Punto de equilibrio financiero (dosis producidas)	3,358.01
Punto de equilibrio financiero (precio por dosis)	36.32

Con el cálculo del valor presente neto se acepta la hipótesis nula, confirmando que bajo las condiciones actuales, con una producción anual de 1,500 dosis y un precio de venta de \$18.00 por dosis, el proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* ejecutado por el CEPACBA, no resulta auto sostenible, tomando como base los costos de producción y el precio de mercado.

4.3.4. EVALUACIÓN DE ESCENARIOS

Se procede a realizar un análisis de escenarios con cambios en las cantidades producidas y ofertadas al cliente al precio actual. Para el escenario optimista se asume un incremento del 25% de la producción considerada en el escenario normal.

Tabla 64. Evaluación de Escenarios en Base a Producción.

Datos						
Tasa de Cambio (equivalente a 1 dólar estadounidense)	L.	23.71	L.	23.71	L.	23.71
Precio	\$	18.00	\$	18.00	\$	18.00
Costo variable por dosis	L.	76.05	L.	76.05	L.	76.05
Inflación		5%		5%		5%
Producción Anual (dosis)		1,500.00		2,788.23		3,485.29

Estado de Resultados Proyectado	Escenario Pesimista	Escenario Normal	Escenario Optimista
Ingresos por venta	L. 640,215.90	L. 1190,047.64	L. 1487,559.55
(-) Costo de producción	L. 114,075.00	L. 212,045.16	L. 265,056.45
Utilidad Bruta	L. 526,140.90	L. 978,002.47	L. 1222,503.09
Gastos Generales, Venta y Administrativos	L. 1213,591.52	L. 1213,591.52	L. 1213,591.52
Gastos de electricidad	L. 673,544.52	L. 673,544.52	L. 673,544.52
Gastos por salarios	L. 338,311.55	L. 338,311.55	L. 338,311.55
Depreciaciones	L. 200,535.45	L. 200,535.45	L. 200,535.45
Agua	L. 1,200.00	L. 1,200.00	L. 1,200.00
Utilidad Neta	L. -687,450.62	L. -235,589.04	L. 8,911.58
Flujos del proyecto			
Depreciaciones (+)	L. 200,535.45	L. 200,535.45	L. 200,535.45
Valor residual	L. 35,053.61	L. 35,053.61	L. 35,053.61
Recuperación de capital de trabajo			
Inversión inicial/Flujos de efectivo	L. -451,861.56	L. -0.00	L. 244,500.63

Seguidamente, se realiza un análisis de escenarios manteniendo las cantidades producidas actualmente y considerando cambios en el precio de venta del mercado. Para el escenario optimista se asume un incremento del 10% del precio considerado en el escenario normal. El precio de equilibrio en un año de producción es de \$30.67 por dosis producida.

Existe una diferencia entre el punto de equilibrio calculado anteriormente dado que el primer dato resulta de una evaluación a la inversión completa en un periodo de diez años.

Tabla 65. Evaluación de Escenarios en Base a Precio.

Datos						
Tasa de Cambio (equivalente a 1 dólar estadounidense)	L.	23.71	L.	23.71	L.	23.71
Precio	\$	18.00	\$	30.70	\$	33.77
Costo variable por dosis	L.	76.05	L.	76.02	L.	76.05
Inflación		5%		5%		5%
Producción Anual (dosis)		1,500.00		1,500.00		1,500.00
Estado de Resultados Proyectado	Escenario Pesimista	Escenario Normal	Escenario Optimista			
Ingresos por venta	L.	640,215.90	L.	1092,032.46	L.	1201,235.71
(-) Costo de producción	L.	114,075.00	L.	114,030.00	L.	114,075.00
Utilidad Bruta	L.	526,140.90	L.	978,002.46	L.	1087,160.71
Gastos Generales, Venta y Administrativos	L.	1213,591.52	L.	1213,591.52	L.	1213,591.52
Gastos de electricidad	L.	673,544.52	L.	673,544.52	L.	673,544.52
Gastos por salarios	L.	338,311.55	L.	338,311.55	L.	338,311.55
Depreciaciones	L.	200,535.45	L.	200,535.45	L.	200,535.45
Agua	L.	1,200.00	L.	1,200.00	L.	1,200.00
Utilidad Neta	L.	-687,450.62	L.	-235,589.05	L.	-126,430.81
Flujos del proyecto						
Depreciaciones (+)	L.	200,535.45	L.	200,535.45	L.	200,535.45
Valor residual	L.	35,053.61	L.	35,053.61	L.	35,053.61
Recuperación de capital de trabajo						
Inversión inicial/Flujos de efectivo	L.	-451,861.56	L.	-0.00	L.	109,158.24

Nota: Se utilizó tasa de cambio del 11/12/2017

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo, se presenta el cumplimiento de los objetivos y las respectivas respuestas para las preguntas de investigación determinadas en el capítulo inicial del proyecto de investigación. Los cumplimientos y las respuestas se derivan de los resultados obtenidos del capítulo anterior. Así mismo, se presentan las conclusiones así como también un listado de recomendaciones o sugerencias para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) sobre el proceso de producción de *Metarhizium anisopliae* para tomar en consideración en búsqueda de una mejora continua.

5.1. CONCLUSIONES

1. Luego de analizar los resultados, el cálculo del valor presente neto indica la aceptación de la hipótesis nula, confirmando que bajo las condiciones actuales, con una producción anual de 1,500 dosis y un precio de venta de \$18.00 por dosis, el proyecto de producción de *Metarhizium anisopliae* ejecutado por el CEPACBA, no resulta auto sostenible.
2. Los resultados muestran que los costos fijos y variables para el proceso productivo de *Metarhizium anisopliae* ejecutado por FHIA son de L.674.64 y de L76.05 respectivamente, generando un costo fijo total de L.750.69, monto que se encuentra por encima del precio de venta actual.
3. Según los resultados, la actual capacidad instalada para el proceso de producción permite que se cumpla con las dosis demandadas actualmente por su único cliente. No obstante, para abarcar del 50% de la demanda potencial en adelante, FHIA deberá realizar ajustes en su capacidad instalada en ciertas áreas tales como Preparación de Sustrato, Incubación y Secado.
4. Posterior al análisis de los resultados, FHIA deberá adoptar una estrategia de fijación de precios basada en costos de producción y no una fijación de precios basada en precios de mercado, ya que a un precio de venta actual de \$18.00 por dosis, el proyecto no resulta auto sostenible. El precio de venta para lograr un punto de equilibrio mensual es de \$30.67, por lo que se sugiere

ajustar el precio de venta de equilibrio considerando el margen de utilidad que la organización espera recibir.

5. Según las entrevistas a expertos, la percepción del cliente sobre producto *Metarhizium anisopliae* es aceptable. El hongo entomopatógeno se considera efectivo siempre y cuando se integre con un Manejo Integrado de Plagas (MIP), ya que el producto por sí solo no se considera cien por ciento efectivo. Los ingenios azucareros a nivel nacional utilizan el producto en sus cultivos de caña de azúcar para combatir y control la plaga.
6. Posterior al cálculo de la demanda potencial, considerando que la incidencia de la plaga oscila entre 12,000 y 14,000 hectáreas anuales y que se utiliza una dosis de *Metarhizium anisopliae* por hectárea infectada, se estima que la demanda potencial oscila en el mismo rango. Es importante considerar los clientes, en su mayoría, expone que para combatir y controlar la plaga se requiere la combinación de pesticidas químicos y pesticidas biológicos, por lo que la demanda potencial tiende a disminuir.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Elaborar y ejecutar un plan de mercadeo que permita dar a conocer el producto a clientes actuales y potenciales exponiendo sus beneficios, su eficacia y buscando aumentar la participación en el mercado hondureño.
2. Definir estrategias de venta a través del desarrollo de un plan comercial donde se ofrezca el producto con servicios de valor agregado. Ya que FHIA posee el conocimiento técnico sobre el cultivo, manejo de la plaga y utilización del pesticida, podría ofrecer los servicios de diagnóstico, fumigación haciendo uso del producto *Metarhizium anisopliae* y seguimiento durante el periodo de zafra.
3. Enfocar esfuerzos en el desarrollo del producto orientado a la parte de presentación y empaque. Muchos de los clientes potenciales exponen que les resulta más conveniente el producto en líquido ya que no requiere mayor espacio de almacenamiento y refrigeración. Además, resulta

muy importante que se utilice un material de empaque más atractivo y una etiqueta que contenga la marca de FHIA como productor y la descripción del producto y su contenido.

4. Realizar una revisión de los ingresos y costos de producción de forma anual para evaluar la auto sostenibilidad del negocio. Actualmente, se sugiere ampliar el volumen de producción y/o reconsiderar un aumento en el precio de venta al cliente final. Es imperante una fijación de precios en base a costos y no en base al precio de los competidores actuales.
5. Automatizar el control de las dosis producidas, los materiales requeridos por cada ciclo de producción, los cálculos para medir viabilidad y la cantidad de producto que debe empacarse según pruebas de viabilidad para garantizar la eficiencia garantizada al cliente.
6. A la Universidad se le recomienda dar seguimiento al proyecto de vinculación con FHIA brindando apoyo enfocado en la parte de desarrollo de nuevas tecnologías y sistemas que faciliten en gran medida las actividades que el laboratorio desempeña, tales como: costeo y control de inventarios, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- APAH. (04 de Noviembre de 2017). *Asociación de Productores de Azúcar de Honduras*. Obtenido de Asociación de Productores de Azúcar de Honduras: <http://azucar.hn/wp/ingenios/>
- Arkema, K. (4 de Noviembre de 2017). *Patrimonio Natural, Riqueza Natural (Destacando los beneficios económicos del Sitio de Patrimonio Mundial del Sistema de Reservas de la Barrera Arrecifal de Belice)*. Obtenido de Patrimonio Natural, Riqueza Natural (Destacando los beneficios económicos del Sitio de Patrimonio Mundial del Sistema de Reservas de la Barrera Arrecifal de Belice): http://www.wwfca.org/recursos/publicaciones/belice_patrimonio_natural_riqueza_natural.cfm
- Arrendondo, H. C., & Rodríguez, L. A. (2015). *Casos de Control Biológico en México*. Guadalajara, Jalisco: Judith Sandoval Romo.
- Asociación de Azucareros de Guatemala, A. (2017). *Asociación de Azucareros de Guatemala*. Obtenido de Asociación de Azucareros de Guatemala: <http://www.azucar.com.gt/economia.html>
- Asociación de Productores de Azúcar de Honduras, A. (2017). *Asociación de Productores de Azúcar de Honduras, APAH*. Obtenido de Asociación de Productores de Azúcar de Honduras, APAH: <http://www.azucar.hn/new/APAH/estadisticas.php>
- Barragón, A. (2014). Tabla de Niveles de Iluminación. *Revista de Iluminación en Línea*.
- Biodiversidad, I. N. (2014 de Febrero de 2014). *Instituto Nacional de Biodiversidad*. Obtenido de Instituto Nacional de Biodiversidad: <http://www.inbio.ac.cr/papers/hongos/intro.htm>
- Burke, L., & Maidens, J. (2005). *Arrecifes en Peligro en el Caribe*. Washington, D.C.: World Resources Institute .

Bustillo, A., Obando, J., Matabanchoy, J., & Castro, U. (Noviembre de 2011). Control Biológico del Salivazo. Cali, Colombia.

Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, C. (13 de Enero de 2017). *Métodos de Control Biológico*. Obtenido de Métodos de Control Biológico: <http://www.casafe.org/metodos-de-control-biologico/>

Carrasquel, G. (02 de Febrero de 2015). Arrecifes del Caribe y Mesoamérica Enfrentan los Disturbios de Hoy en Día. *Anca 24*.

Comite Nacional de Productores de Azúcar, C. (2017). *Comite Nacional de Productores de Azúcar*. Obtenido de Comite Nacional de Productores de Azúcar: <http://www.cnpa.com.ni/pagina.php?p=31>

Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera, C. (2017). *Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera, CONSAA*. Obtenido de Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera, CONSAA: <http://www.consaa.gob.sv/informe-final-de-produccion-zafras-2004-2012/>

Empresa Energía Honduras. (2017).

FHIA, F. H. (Noviembre de 2010). Se Inaugura Centro de Produccion de Agentes para Control Biológico. La Lima, Cortés, Honduras.

FHIA, F. H. (20 de Noviembre de 2013). *Centro de Producción de Agentes Control Biológico en Agricultura, CEPACBA*. Obtenido de Centro de Producción de Agentes Control Biológico en Agricultura, CEPACBA: http://www.fhia.org.hn/downloads/proteccion_veg_pdfs/CEPACBA.pdf

Gómez, L. A. (2007). *Manejo del Salivazo Aeneolamia varia en Cultivos de Caña de Azúcar en el Valle de Río Cauca*. Cali: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia - Cenicaña.

González, H. (11 de Julio de 2012). *Calidad y Gestión*. Obtenido de Herramientas para la Mejora Continua: <https://calidadgestion.wordpress.com/2012/07/11/herramientas-para-la-mejora-continua/>

Kaplan, R. S., & Cooper, R. (2000). *Coste y Efecto*. Barcelona: Ediciones Gestion.

Kotler, P., & Armstrong, G. (2007). *Marketing, Versión para Latinoamérica*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Malhotra, N. (2008). *Investigación de Mercados*. Estado de México: PEARSON Educación.

Matanbanchoy, J., Bustillo, A., Castro, U., Mesa, N., & Moreno, C. (2012). Eficacia de *Metarhizium anisopliae* para controlar *Aeneolamia varia* (Hemiptera: Cercopidae), en Caña de Azúcar. *Revista Colombiana*.

Monzón, A. (2001). Producción, Uso y Control de Calidad de Hongos Entomopatgenos en Nicaragua. Costa Rica.

Moya, P. (2003). Hongos Patógenos en la Lucha contra *Ceratitis Copitata*. *Tecnología de Producción*, 24.

Obando, J. A. (2013). Selección de Cepas de *Metarhizium Anisopliae* para el Control de *Aeneolamia Varia* (Hemiptera: Cercopidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 26-27.

Parkin, M., Esquivel, G., & Muñoz, M. (2006). *Macroeconomía, Versión para Latinoamerica*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Render, & Keizer. (2004). *Principios de Administración de Operaciones*. Estado de Mexico: PEARSON Educación.

Rodriguez, A., & Sáenz, C. (1999). Uso Biológico del *Metarhizium anisoplae* Como Estrategia para el Control del Salivazo. Costa Rica.

Salud, P. d. (12 de Septiembre de 2017). Autoclave – Que es, para que sirve, funcionamiento, temperatura, esterilización. *News Magazine*.

Sampieri, R. H. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill .

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2010). *Metodología de la Investigación*. México, DF: MCGRAW HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Sierra, I. R. (2 de Noviembre de 2017). Producción de Caña de Azúcar en Honduras. (J. Handal, Entrevistador)

Tribuna, L. (26 de Abril de 2017). Palma Africana y Caña de Azucar son las Atividades con Mayor Crecimiento Económico. *La Tribuna*.

WRI. (2004). *Arrecifes en Peligro en el Caribe*.

ANEXOS

ANEXO 1. CUESTIONARIO A EXPERTOS



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

Nombre Completo: **Edwin Teodoro Gutiérrez Montoya**

Empresa: **Azucarera del Norte, S.A. (AZUNOSA)**

Cargo: **Gerente de Operaciones Agrícolas**

Área o Departamento: **Agricultura**

Fecha: **04 de diciembre de 2017**

Objetivo: Recopilar información sobre la percepción y demanda potencial para el Proyecto de Producción de Metarhizium anisopliae en la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA).

-
- 1. ¿Cuántas hectáreas de caña de azúcar cultivan anualmente? ¿Cuántas hectáreas cuentan con incidencia de “El Salivazo”?**

Son 8,003 hectáreas de caña de azúcar que se cultivan anualmente.

- 2. ¿La compañía azucarera utiliza insecticida químico o biológico para combatir la plaga “El Salivazo” en caña de azúcar?**

Azucarera del Norte, S.A. (AZUNOSA) utiliza ambos, pesticidas químicos y pesticidas biológicos.

- 3. ¿Qué insecticida químico y/o biológico utiliza para el control de esta plaga?**

Químicos: Jade 0.9 GR, Jazzell 0.8 GR, Joker 1 GR, Kaindor 70 WG, Kpaz 70 WG (Imidacloprid) Actara 25 WG, Renova 25 WG (Tiamethoxan)

Biológico: Metarhizium anisopliae.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METAHRIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

4. ¿Qué cantidad de insecticida químico y/o biológico adquieren por mes?

Las aplicaciones de insecticidas se realizan desde mes de mayo hasta octubre.

Insecticidas químicos: 800 Mz / Mes (la cantidad es variable por la dosis)

Insecticidas biológico: 166 Dosis / Mes (1 Dosis /Mz)

5. ¿Dónde adquieren el insecticida químico y/o biológico?

Insecticidas químicos: en el mercado local (Casas comerciales o Distribuidores de agroquímicos)

Insecticida biológico: en el CEPACBA, Depto. de Protección Vegetal, FHIA.

6. ¿En qué presentaciones lo adquiere (líquido, solido o mixto)?

Sólido (Sustrato + conidio)

7. ¿A qué precio adquieren el insecticida químico y/o biológico que utilizan en sus cultivos de caña de azúcar?

Insecticidas químicos: L. 1,300 a 1,800 / Kg. (Se aplican 5 Mz / Kg.)

Insecticidas biológico: L.391/Dosis (1 Dosis/ Mz)

8. ¿Cuánto insecticida químico y/o biológico utilizan por hectárea cultivada?

Insecticida químicos: 0.67 Kg/Ha

Insecticida biológico: 0.12 Kg/Ha

9. ¿Con que frecuencia aplican el insecticida químico y/o biológico?

Insecticida químicos: 1 aplicación /mes.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

Insecticida biológico: 1 aplicación/año (Ciclo de Cultivo)

10. ¿Ha escuchado hablar de *Metarhizium anisopliae*?

Sí, se conoce sobre el producto. Azucarera del Norte, S.A. (AZUNOSA) actualmente utiliza *Metarhizium anisopliae* para combatir la plaga “El Salivazo” en los cultivos de caña de azúcar.

11. ¿Cree usted que *Metarhizium anisopliae* es efectivo para el control de la plaga?

Sí. Sin embargo, esa eficacia está determinada por las condiciones climatológicas; temperatura, humedad relativa, humedad del suelo y condiciones de manejo del producto; producción, manejo y aplicación (cadena en frío).

12. ¿Según su experiencia, es más efectivo el control químico o el control biológico?

Ambos tienen sus fortalezas y sus debilidades.

13. ¿Estaría dispuesto a reemplazar el insecticida químico por uno biológico?

No. En un Programa MIP ambos son complementarios, sin embargo se deben tener en cuenta la toxicidad de los insecticidas químicos de manera que reduzcan el impacto a la fauna benéfica (Depredadores principalmente de chinche salivosa) para conservarlos en los agro ecosistemas cañeros.

14. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un pesticida biológico para controlar la plaga?

L.300 / Dosis (5×10^{12} Conidios / Ha.)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

Nombre Completo: **Ing. Francisco Gutiérrez**

Empresa: **Azucarera Choluteca S.A. de C.V.**

Cargo: **Superintendente de Campo ACHSA**

Área o Departamento: **Fincas**

Fecha: **6 de diciembre de 2017**

Objetivo: Recopilar información sobre la percepción y demanda potencial para el Proyecto de Producción de Metarhizium anisopliae para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA)

1. **¿Cuántas hectáreas de caña de azúcar cultivan anualmente? ¿Cuántas hectáreas cuentan con incidencia de “El Salivazo”?**

Son 7,000 hectáreas cultivadas anualmente para caña de azúcar. En la actualidad, son 2,200 hectáreas infectadas por la plaga de “El Salivazo”.

2. **¿La compañía azucarera utiliza pesticida químico o biológico para combatir la plaga “El Salivazo” en caña de azúcar?**

Se utilizan ambos, pesticidas químicos y biológicos para tratar la plaga.

3. **¿Qué pesticida químico y/o biológico utiliza para el control de esta plaga?**

El insecticida utilizado es Imidacloprid y Bifentrina.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METAHRIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

4. ¿Qué cantidad de pesticida químico y/o biológico adquieren por mes?

La plaga se manifiesta de mayo - septiembre, este último año fue de 9,000 kg/mes, siendo un total de 45,000 kg de pesticida químicos durante la temporada.

5. ¿Dónde adquieren el pesticida químico y/o biológico?

Se adquieren el pesticida químico a través del Comercio Nacional (Foragro, Duwest, Agrinter y Agroiris).

6. ¿En qué presentaciones lo adquiere (líquido, solido o mixto)?

Sólidos, presentaciones de 20 kg.

7. ¿A qué precio adquieren el pesticida químico y/o biológico que utilizan en sus cultivos de caña de azúcar?

Precio 2.12 \$/kg del químico.

8. ¿Cuánto pesticida químico y/o biológico utilizan por hectárea cultivada?

Se utilizan 14 kg/ha aproximadamente por aplicación. Se realizan 2.5 aplicaciones por hectárea, lo que resulta ser 35 kg/ha de pesticida químico para las hectáreas infectadas.

9. ¿Con que frecuencia aplican el pesticida químico y/o biológico?

Según muestreo, para este año la frecuencia fue de 2.5 aplicaciones/ha.

10. ¿Ha escuchado hablar de *Metarhizium anisopliae*?

Sí, en el pasado, Azucarera Choluteca S.A. de C.V. utilizó *Metarhizium anisopliae*, adquiriéndolo directamente de El Zamorano. Se discontinuó el producto ya que su incidencia de plaga “El Salivazo” era relativamente poca. Este año, se disparó la plaga, y es ahora que se retoman las acciones para combatirla.

11. ¿Cree usted que *Metarhizium anisopliae* es efectivo para el control de la plaga?

Sí, se considera *Metarhizium anisopliae* efectivo.

12. ¿Según su experiencia, es más efectivo el control químico o el control biológico?

Según la experiencia adquirida a través de los años, el control químico se considera más efectivo.

13. ¿Estaría dispuesto a reemplazar el pesticida químico por uno biológico?

Azucarera Choluteca S.A. de C.V. esta dispuesta a reducir sus dosis de aplicación de pesticida químico, dado que se encuentra en la obtención de la certificación BONSUCRO, que limita el uso de pesticida químico como manejo activo de los ecosistemas y la biodiversidad. Está dispuesto a integrar nuevos métodos, siendo el control químico su última alternativa. No se considera el reemplazo totalmente.

14. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un pesticida biológico para controlar la plaga?

Un precio similar o menor al pesticida químico obtenido actualmente.



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

Nombre Completo: **Ing. Carlos Suazo / Ing. Jaime Berrios**

Empresa: **Compañía Azucarera Hondureña S.A. (CAHSA)**

Cargo: **Jefe de Distrito / Jefe de Departamento**

Área o Departamento: **Jefe de Distrito / Control de Manejo de Plagas**

Fecha: **23 de noviembre de 2017**

Objetivo: Recopilar información sobre la percepción y demanda potencial para el Proyecto de Producción de Metarhizium anisopliae para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA)

1. ¿Cuántas hectáreas de caña de azúcar cultivan anualmente? ¿Cuántas hectáreas cuentan con incidencia de “El Salivazo”?

Las hectáreas cultivadas anualmente por Compañía Azucarera Hondureña, S.A. (CAHSA) son 13,000 hectáreas, de las cuales 4,460 hectáreas se encuentran con incidencia, es decir, afectadas con la plaga “El Salivazo”.

2. ¿La compañía azucarera utiliza pesticida químico o biológico para combatir la plaga “El Salivazo” en caña de azúcar?

CAHSA utiliza tanto pesticidas químicos como pesticidas biológicos para combatir la plaga. Se utiliza cada uno dependiendo la fase, estado o condición en que se encuentre la plaga. Así mismo, su uso depende directamente del grado y tipo de daño que este causando, habiendo realizado monitoreos previos para conocer el mismo.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

3. ¿Qué pesticida químico y/o biológico utiliza para el control de esta plaga?

Pesticida químico: Imidacloprid, aplicado de manera sistémica. Es decir, del suelo hacia las hojas de la caña de azúcar. De igual manera, se aplica de forma aérea.

Pesticida biológico: Hongo de Metarhizium anisopliae, aplicado al suelo como de forma aérea.

4. ¿Qué cantidad de pesticida químico y/o biológico adquieren por mes?

Cuando el producto es utilizado al suelo, se mantiene un stock de pesticidas líquidos. Si es aéreo, se mantiene un stock de pesticidas granulados. Se han utilizado 382 Litros de insecticidas, 600 dosis de producto biológico (año 2016). Para el 2017, se han aplicado 5,948 kg de varios productos.

5. ¿Dónde adquieren el pesticida químico y/o biológico?

Los pesticidas químicos se adquieren de distintos proveedores como ser: Foragro, Agroiris, Agrinter, entre otros. El pesticida biológico es elaborado y adquirido un único proveedor y es la Escuela Agrícola Panamericana, mejor conocida como El Zamorano, quien elabora el producto en distintas presentaciones como ser polvo y arroz (sólido).

6. ¿En qué presentaciones lo adquiere (líquido, solido o mixto)?

Actualmente, CAHSA adquiere su producto en polvo, cuando se refiere a productos biológicos ya que no requiere de un almacenamiento en cuarto frío y su logística al campo es menos compleja. Se pretende migrar a un producto biológico en líquido, una vez sea

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METAHRIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

lanzado al mercado por El Zamorano. El producto químico lo adquiere en diversas presentaciones, tanto en litros, kilogramos, polvo mojable y granulado.

El arroz y el polvo requieren de un clima acondicionado, ya que son materiales puros.

7. ¿A qué precio adquieren el pesticida químico y/o biológico que utilizan en sus cultivos de caña de azúcar?

El precio promedio al que adquieren el pesticida químico es de \$62.00 el kilo y el producto biológico, el precio es de \$18.00 en cualquier presentación (polvo o arroz).

8. ¿Cuánto pesticida químico y/o biológico utilizan por hectárea cultivada?

Normalmente se utiliza una dosis de hongo (producto biológico) por hectárea cultivada. Por el otro lado, para el pesticida químico se utilizan tres dosis de 395 g por hectárea, siendo alrededor de un kilo por hectárea.

9. ¿Con que frecuencia aplican el pesticida químico y/o biológico?

CAHSA indica que la frecuencia con la que se aplica un pesticida químico depende directamente del grado de incidencia de la plaga sobre el cultivo de caña de azúcar. Se promedia que se realiza la aplicación una vez al año. Por el contrario, el pesticida biológico se utiliza una sola vez por periodo de zafra o ciclo de caña de azúcar.

10. ¿Ha escuchado hablar de *Metarhizium anisopliae*?

Sí, se conoce sobre el producto. Compañía Azucarera Hondureña, S.A. (CAHSA) cuenta con más de 15 años de utilizar un hongo natural como lo es *Metarhizium anisopliae*.

11. ¿Cree usted que *Metarhizium anisopliae* es efectivo para el control de la plaga?

Se considera *Metarhizium anisopliae* efectivo, siempre y cuando se lleve a cabo de la mano de un manejo integrado de plagas (MIP). Así mismo, su efectividad dependerá de una correcta aplicación que se realice, a través de condiciones climáticas idóneas y un seguimiento adecuado.

12. ¿Según su experiencia, es más efectivo el control químico o el control biológico?

Según la experiencia de CAHSA, los dos controles se consideran efectivos. Cada producto posee su tiempo o nicho de control a través de un uso adecuado de los mismos.

13. ¿Estaría dispuesto a reemplazar el pesticida químico por uno biológico?

Reemplazar no, pero si dispuestos a reducir la cantidad de pesticida químico, a través de distintos manejos de actividades por medio del manejo integrado de plagas (MIP).

14. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un pesticida biológico para controlar la plaga?

Consideran \$18.00 como un precio idóneo para adquirir *Metarhizium anisopliae* por otro proveedor, ya que su actual fabricante y proveedor les ofrece a ese precio y en la presentación que sea de su actual necesidad.



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

Nombre Completo: **Rodolfo Alberto Rubio Chávez**

Empresa: **Grupo Cadelga**

Cargo: **Gerente de Desarrollo y Servicios Técnicos**

Área o Departamento: **Desarrollo y Servicios Técnicos**

Fecha: **4 de diciembre del 2017**

***Objetivo:** Recopilar información sobre la percepción y demanda potencial para el Proyecto de Producción de Metarhizium anisopliae para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA)*

1. ¿Cuántas hectáreas de caña de azúcar cultivan anualmente? ¿Cuántas hectáreas cuentan con incidencia de “El Salivazo”?

62,000.00 hectáreas se cultivan en Honduras. La cantidad de 11,160.00 hectáreas son afectadas por la plaga “El Salivazo”, es cerca del 18% del área cultivable, siendo los ingenios ubicados en la zona norte del país lo que presentan la mayor incidencia. En el caso de Tres Valles, las hectáreas cultivadas son de 6,712 hectáreas anualmente, siendo 92 hectáreas afectadas con la plaga.

2. ¿La compañía azucarera utiliza pesticida químico o biológico para combatir la plaga “El Salivazo” en caña de azúcar?

El 80% del área afectada es tratada con productos químicos y 20% con biológicos.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METAHRIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

3. ¿Qué pesticida químico y/o biológico utiliza?

Los productos químicos más utilizados son:

1. Jade 0.8 Gr. Fabricante BAYER
2. Actara 25 WG Fabricante SYNGENTA
3. KPAZ 70 WG Formulador FORAGRO
4. METAZAM Escuela Agrícola Zamorano
5. M.E. M. Agritrade de Honduras.

4. ¿Qué cantidad de pesticida químico y/o biológico adquieren por mes?

El requerimiento de producto no se adquiere por mes. Está concentrado en las etapas de siembras de nuevas plantaciones y en épocas de alta precipitación meses de mayo a octubre, según la incidencia de la plaga.

5. ¿Dónde adquieren el pesticida químico y/o biológico?

Los productos químicos son distribuidos:

1. Jade 0.8 Gr. Agrinter
2. Actara 25 WG Grupo Cadelga, Cohorsil
3. KPAZ 70 WG FORAGRO
4. METAZAM Escuela Agrícola Zamorano
5. M.E. M. Agritrade de Honduras.

6. ¿En qué presentaciones lo adquiere (líquido, sólido o mixto)?

Los productos se obtienen en las siguientes presentaciones:

1. Jade 0.8 Gr. Bolsa de 20 Kg

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METAZAM ANISOPHIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

- | | |
|-----------------|---------------------|
| 2. Actara 25 WG | Tambo de 55 kg |
| 3. KPAZ 70 WG | Tambo de 10 kg |
| 4. METAZAM | Sobre de 400 gramos |
| 5. M.E. M. | Fco de 500 gramos |

7. ¿A qué precio adquieren el pesticida químico y/o biológico que utilizan en sus cultivos de caña de azúcar?

Los precios para los pesticidas químicos y/o biológicos se detallan a continuación:

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. Jade 0.8 Gr. | Kg a \$4.15 |
| 2. Actara 25 WG | Kg a \$153.00 |
| 3. KPAZ 70 WG | Kg a \$70.00 |
| 4. METAZAM | Sobre a \$17.00 |
| 5. M.E. M. | Fco. a \$29.00 |

8. ¿Cuánto pesticida químico y/o biológico utilizan por hectárea cultivada?

- | | |
|-----------------|-------------|
| 1. Jade 0.8 Gr. | \$66.40/ ha |
| 2. Actara 25 WG | \$62.00/ ha |
| 3. KPAZ 70 WG | \$28.00/ ha |
| 4. METAZAM | \$34.00/ ha |
| 5. M.E. M. | \$29.00/ ha |

9. ¿Con que frecuencia aplican el pesticida químico y/o biológico?

Una aplicación por ciclo de cultivo / año. En la área afectada.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

10. ¿Ha escuchado hablar de *Metarhizium anisopliae*?

Si es un hongo entomófago.

11. ¿Cree usted que *Metarhizium anisopliae* es efectivo para el control de la plaga?

Sí, siempre y cuando se encuentren niveles de afectación inicial en cuanto al umbral crítico de plaga.

12. ¿Según su experiencia, es más efectivo el control químico o el control biológico?

Ninguno de los dos son superiores los dos tienen ventajas y desventajas:

Sintéticos: efectividad de choque y alta residualidad, riesgo a resistencia y mayor impacto ambiental.

Biológicos: es para etapas iniciales del establecimiento de la plaga en el cultivo, no son tan residuales, no hay riesgo de resistencia y no contaminan el ambiente.

13. ¿Estaría dispuesto a reemplazar el pesticida químico por uno biológico?

Grupo Cadelga estaría dispuesto a integrar ambos, el pesticida químico y el pesticida biológico dentro de un programa de manejo en cuanto al control de esta plaga.

14. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un pesticida biológico para controlar la plaga?

El costo con un rango de \$15 a \$25 por hectárea tratada.



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

Nombre Completo: **Sergio Fabián Ramos**

Empresa: **Compañía Azucarera Chumbagua**

Cargo: **Jefe de Producción Agrícola**

Área o Departamento: **Gerencia Agrícola**

Fecha: **22 de noviembre de 2017**

***Objetivo:** Recopilar información sobre la percepción y demanda potencial para el Proyecto de Producción de *Metarhizium anisopliae* para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA)*

- 1. ¿Cuántas hectáreas de caña de azúcar cultivan anualmente? ¿Cuántas hectáreas cuentan con incidencia de “El Salivazo”?**

Compañía Azucarera Chumbagua cultiva aproximadamente 7,400 hectáreas de caña de azúcar en promedio anualmente. Del total de cultivo, aproximadamente 1,200 hectáreas se infectan con la plaga “El Salivazo”.

- 2. ¿La compañía azucarera utiliza pesticida químico o biológico para combatir la plaga “El Salivazo” en caña de azúcar?**

La compañía azucarera trata este tipo de plaga utilizando pesticidas químicos únicamente. De momento no se han hecho análisis ni pruebas con pesticida biológico.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METAHRIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

3. ¿Qué pesticida químico y/o biológico utiliza para el control de esta plaga?

Para combatir la plaga solo se utiliza pesticida químico cuyo componente básico es Tiametoxan (nombre comercial Actara 25, Respekt 75).

4. ¿Qué cantidad de pesticida químico y/o biológico adquieren por mes?

Generalmente se adquieren 10 Kg de Tiametoxan mensualmente para la aplicación en suelo, con el objetivo de controlar y/o erradicar la plaga de modo que no afecte el cultivo.

5. ¿Dónde adquieren el pesticida químico y/o biológico?

Se adquiere el pesticida directamente del proveedor. Compañía Azucarera Chumbagua tiene como proveedor a Rainbow Chemical.

6. ¿En qué presentaciones lo adquiere (líquido, sólido o mixto)?

Solo de adquiere el pesticida en presentación sólida.

7. ¿A qué precio adquieren el pesticida químico y/o biológico que utilizan en sus cultivos de caña de azúcar?

Actualmente, se está adquiriendo el producto a un precio de USD 230.00 por kilogramo. El gasto mensual de pesticida químico para combatir salivazo es de USD 2,300.00 durante 8 meses aproximadamente.

8. ¿Cuánto pesticida químico y/o biológico utilizan por hectárea cultivada?

Se utiliza una dosis de 65 gramos por hectárea de cultivo infectada con la plaga. Con el

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

total de compra mensual se cubren 154 hectáreas.

9. ¿Con que frecuencia aplican el pesticida químico y/o biológico?

Aplicando pesticida químico, se realiza únicamente una vez por año.

10. ¿Ha escuchado hablar de *Metarhizium anisopliae*?

Sí, es un hongo parasitario que ayuda en el control de ciertas plagas que afectan a varios cultivos, no solo cultivos de caña de azúcar.

11. ¿Cree usted que *Metarhizium anisopliae* es efectivo para el control de la plaga?

Sí, pero debe de combinarse con otros controles dentro de un plan de manejo integrado de plagas para ser efectivo.

12. ¿Según su experiencia, es más efectivo el control químico o el control biológico?

Se posee un mejor control con el uso de químicos, son más contundentes y actúan más rápido.

13. ¿Estaría dispuesto a reemplazar el pesticida químico por uno biológico?

No, se pueden usar juntos disminuyendo la dosis del pesticida químico, pero no lo elimina o reemplaza por completo.

14. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un pesticida biológico para controlar la plaga?

Eso va a depender de cuanto sea la dosis recomendada pero aceptaría un costo por hectárea por concepto de control de plagas de USD 20.00.



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

Nombre Completo: **Cristian Eliazar Banegas Cruz**

Empresa: **Azucarera La Grecia-Grupo Pantaleon**

Cargo: **Jefe de Agronomía**

Área o Departamento: **Producción Agrícola-Gerencia Agrícola**

Fecha: **28 de noviembre de 2017**

Objetivo: Recopilar información sobre la percepción y demanda potencial para el Proyecto de Producción de Metarhizium anisopliae para la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA)

1. ¿Cuántas hectáreas de caña de azúcar cultivan anualmente? ¿Cuántas hectáreas cuentan con incidencia de “El Salivazo”?

Compañía Azucarera La Grecia, a nivel de ingenio cultiva 13,000 hectáreas, 10,000 hectáreas correspondientes a la empresa y 3,000 hectáreas a productores independientes. De las 10,000 bajo control directo de la empresa, 1,500.00 hectáreas en promedio tienen incidencia de “El Salivazo”.

2. ¿La compañía azucarera utiliza pesticida químico o biológico para combatir la plaga salivazo en caña de azúcar?

En los últimos cinco años, se ha tratado la plaga con pesticida químico únicamente.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METAHRIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

3. ¿Qué pesticida químico y/o biológico utiliza para el control de esta plaga?

Los pesticidas químicos que se adquieren para el control de la plaga son dos: Imidacloprid, Tiametoxan (Actara 25).

4. ¿Qué cantidad de pesticida químico y/o biológico adquieren por mes?

Se adquieren del proveedor directamente las siguientes cantidades: 150 kilos de Tiametoxan y 700 kilos de Imidacloprid.

5. ¿Dónde adquieren el pesticida químico y/o biológico?

El único proveedor de pesticidas agroquímicos es Grupo Cadelga.

6. ¿En qué presentaciones lo adquiere (líquido, sólido o mixto)?

El producto se adquiere únicamente en presentación sólida.

7. ¿A qué precio adquieren el pesticida químico y/o biológico que utilizan en sus cultivos de caña de azúcar?

Aproximadamente cuesta USD 140.00 por kilogramo.

8. ¿Cuánto pesticida químico y/o biológico utilizan por hectárea cultivada?

Se coloca 0.60 kilogramos por hectárea de cultivo infectada por “El Salivazo”.

9. ¿Con que frecuencia aplican el pesticida químico y/o biológico?

La frecuencia de aplicación es de una vez por año durante la zafra.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA
FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

10. ¿Ha escuchado hablar de *Metarhizium anisopliae*?

Sí, es un hongo entomopatógeno que se utiliza para combatir varias plagas.

11. ¿Cree usted que *Metarhizium anisopliae* es efectivo para el control de la plaga?

Si puede ser efectivo, pero depende mucho de la cepa, pues ya se han hecho pruebas con cepas que no han funcionado por el clima.

12. ¿Según su experiencia, es más efectivo el control químico o el control biológico?

Definiendo la cepa adecuada, sin duda que el control biológico es el mejor. Pero por el momento, es más efectivo el pesticida químico.

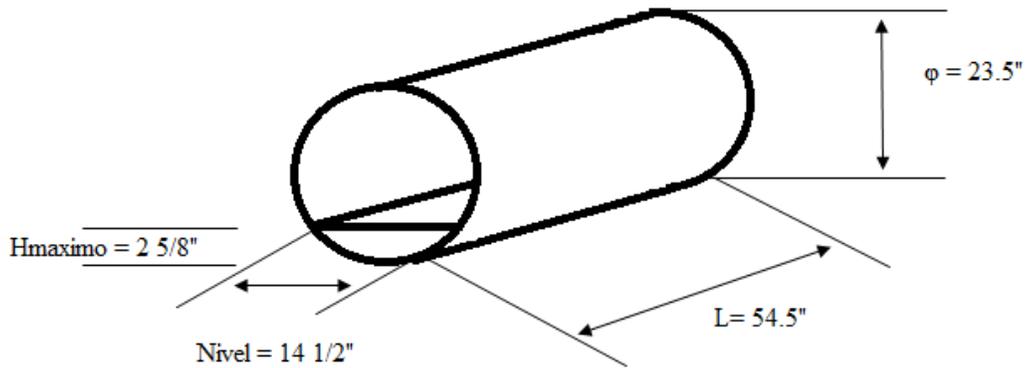
13. ¿Estaría dispuesto a reemplazar el pesticida químico por uno biológico?

Sí, Azucarera La Grecia si estaría dispuesta.

14. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un pesticida biológico para controlar la plaga?

La compañía estará dispuesta a pagar hasta USD 20.00.

ANEXO 2. CÁLCULO DE VOLUMEN DE AGUA UTILIZADA EN AUTOCLAVE



$$V = L \left[\frac{\pi R^2 + (H - R) (2RH - H^2)^{1/2} - R^2 \arcsen \left(\frac{-R + H}{R} \right)}{2} \right]$$

Para verificar la cantidad de agua consumida al utilizar el autoclave se mide el nivel de llenado máximo de agua del autoclave, 2 5/8 de pulgada. Una vez utilizado el autoclave el nivel de agua era de 2 1/8 pulgadas. La diferencia de volúmenes proporciona el dato del agua consumida cada vez que se usa el autoclave. Asumiendo los mismos tiempos de esterilización. Hoy en día hay un sin número de aplicaciones que nos ayudan a verificar este tipo de cálculos, entre ellos la fórmula detallada anteriormente.

R= 11.75 pulgadas

L= 54.5 pulgadas

$\pi = 3.1416$

V1 con H de 2 5/8"	1450.96	pulgadas cúbicas
V2 con H 2 1/8"	1064.79	pulgadas cúbicas
Consumo Agua	386.17	pulgadas cúbicas

1 pulgada cubica equivale a 0.004329 galón

Consumo de agua por uso de autoclave = 1.67 galones

ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS



Shaker con Capacidad de 9 Matraces



Deshumidificador



Carrito de Madera



Shaker con Capacidad de 70 Matraces



Autoclave



Microscopio

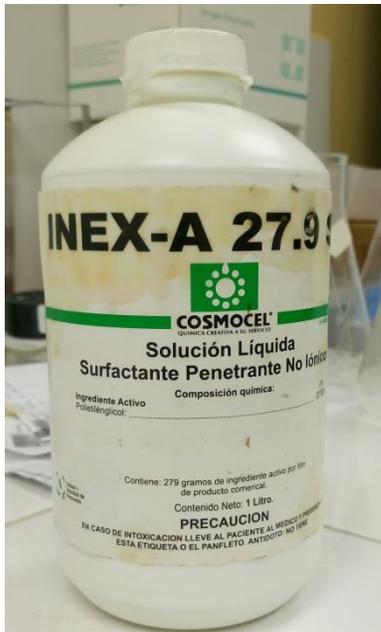


Cámara de Flujo Laminar



Cuarto Frío

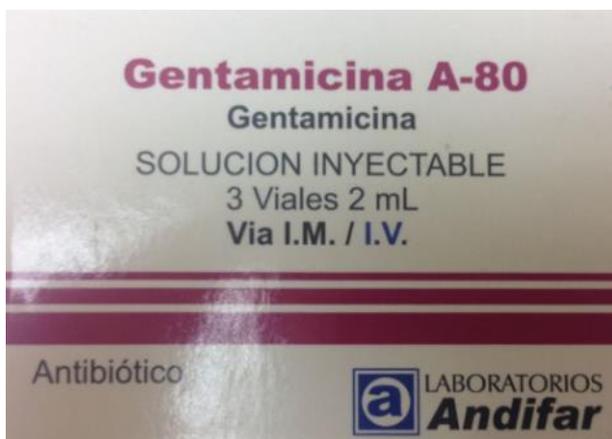




Inex



Extracto de Levadura, Sucrosa y Tween 20



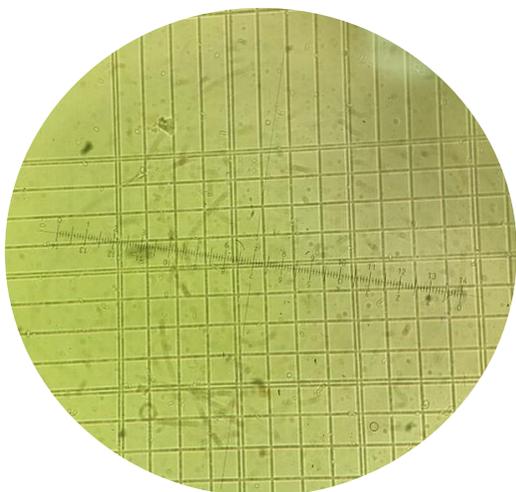
Gentamicina A-80



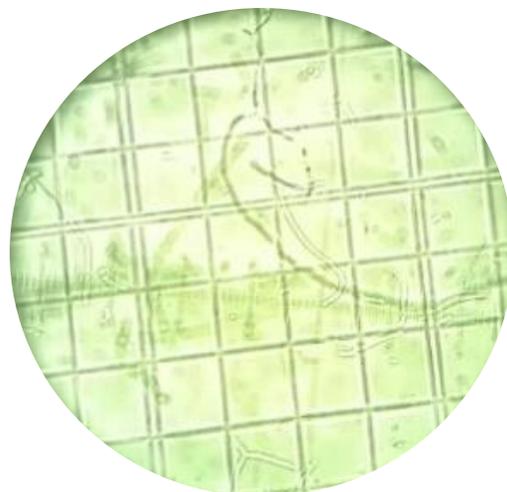
Producto Final



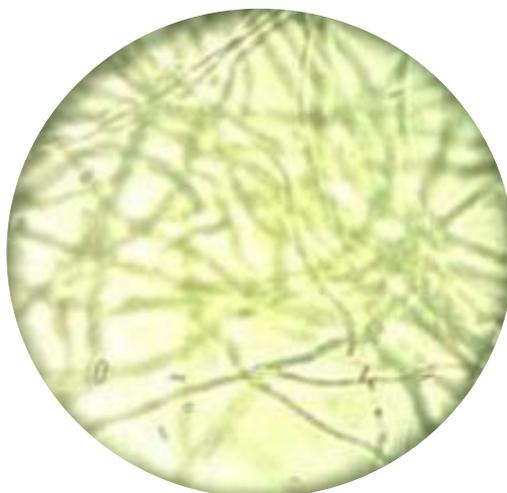
Beakers y Probetas



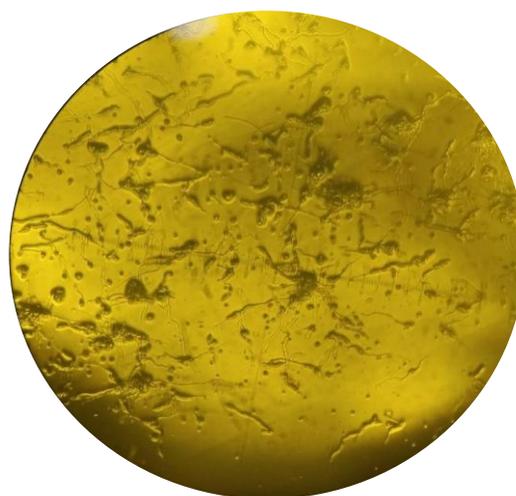
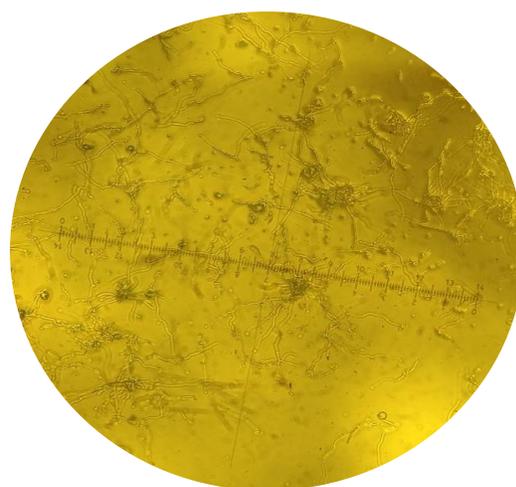
Revisión Microscópica de Esporas



Revisión Microscópica de Conidias



Revisión Microscópica de Blastoesporas



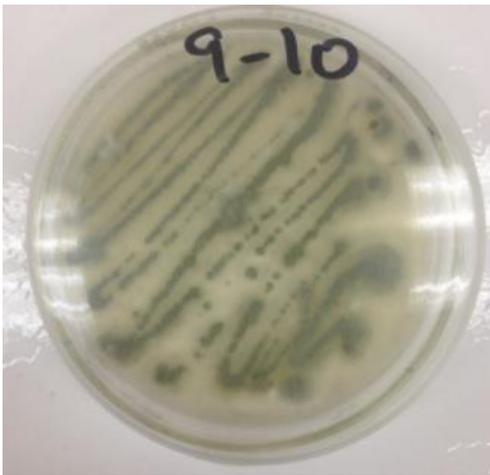
Revisión Microscópica para Viabilidad



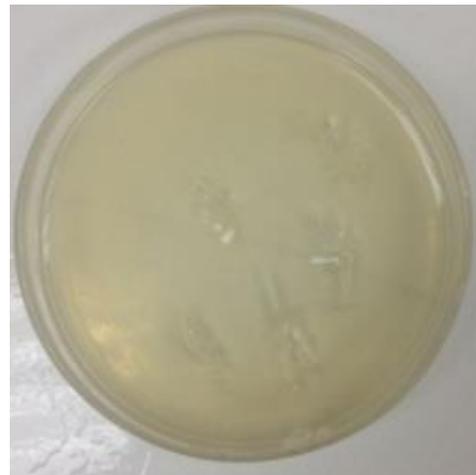
Recolección de Mosca Pinta



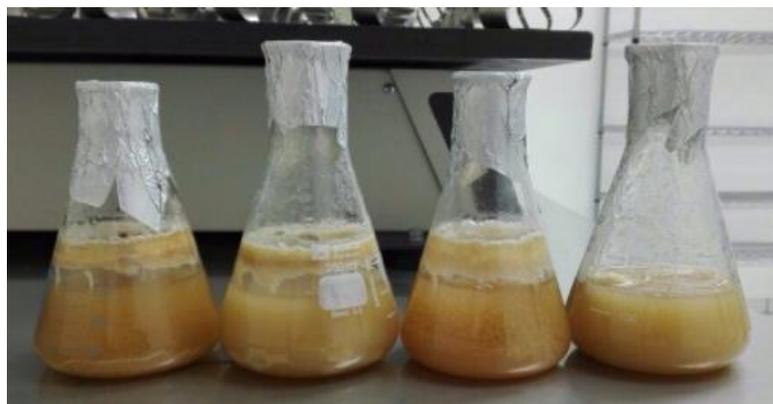
Cultivo de Hongo



Metarhizium Anisopliae



Medio de Cultivo Artificial - PDA



Incubación del Hongo



Bolsas de Arroz Inoculadas



Bolsas de Arroz Inoculadas (10 días de reposo)



Secado de Arroz Inoculado



De derecha a izquierda: Jennifer Handal, Ing. Juan Carlos Muñoz Mayes,
Griselda Maldonado y Joan Handal



De derecha a izquierda: Jennifer Handal, Ing. Juan Carlos Muñoz Mayes,
Joan Handal e Ing. David Perla

ANEXO 4. CARTA DE COMPROMISO PARA ASESORÍA TEMÁTICA

Señores Facultad de Postgrado UNITEC.

Por este medio yo: **JUAN CARLOS MUÑOZ MAYES**

Identidad No.: **0501-1966-07607**

Licenciado en: **INGENIERIA INDUSTRIAL**

Maestría en: **DIRECCIÓN EMPRESARIAL CON ORIENTACIÓN EN FINANZAS**

Hago constar que asumo la responsabilidad de asesorar técnicamente el trabajo de Tesis de Maestría denominado:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE PRODUCCIÓN DE METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA LA FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA (FHIA)

A ser desarrollado por el (los) estudiante(s):

JENNIFER MARIE HANDAL HASBUN Y JOAN CLAUDETTE HANDAL HASBUN

Para lo cual me comprometo a realizar de manera oportuna las revisiones y facilitar las observaciones que considere pertinentes a fin de que se logre finalizar el trabajo de tesis en el plazo establecido por la Facultad de Postgrado.

En la ciudad de **SAN PEDRO SULA**

Departamento **CORTÉS**

Nombre _____

Fecha **03 DE ENERO DE 2018**

Firma: _____

GLOSARIO

1. **Biocida:** Son sustancias químicas sintéticas o de origen natural o microorganismos que están destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo considerado nocivo para el hombre.
2. **Cepa:** Cultivo puro de microorganismos procedentes de un aislamiento.
3. **Cepario:** es una colección de microorganismos: bacterias, hongos, virus y parásitos, principalmente, así como parte o productos de ellos; ácidos nucleicos, proteínas o toxinas que se han conservado y utilizado en el diagnóstico, la constatación y la investigación biomédica.
4. **Cloroplastos:** Orgánulo de las células vegetales y de las algas que contiene la clorofila y en el que se realiza la fotosíntesis.
5. **Conidio:** Espora asexual compuesta por una o varias células de diversos tamaños y formas.
6. **Dilución:** Acción y efecto de añadir líquido a un soluto.
7. **Entomopatógeno:** Microorganismo o sus productos secundarios utilizados para el control biológico de plagas insectiles.
8. **Escorrentía:** Agua de lluvia que circula libremente sobre la superficie de un terreno.
9. **Especímenes:** Es aquel individuo o parte de un individuo que se toma como muestra, especialmente el que se considera representativo de los caracteres de la población a la que pertenece.
10. **Espora:** Unidad reproductiva de los hongos, constituida por una o varias células.

- 11. Esterilizar:** Destrucción de todas las formas de vida microscópicas, incluidos virus y esporas.
- 12. Enzimas:** Proteína soluble producida por las células del organismo, que favorece y regula las reacciones químicas en los seres vivos.
- 13. Follaje:** Conjunto de hojas y ramas de árboles y plantas.
- 14. Homóptera:** Los homópteros son un antiguo orden de insectos que incluía todos los hemípteros, que no eran heterópteros. Incluye especies tan conocidas como las cigarras, los pulgones o las cochinillas.
- 15. Incubación:** Mantenimiento de cultivo de microorganismos en condiciones favorables para su desarrollo
- 16. Inoculación:** Introducción artificial de microorganismos o sustancias en el cuerpo o en un medio de cultivo.
- 17. Inóculo:** Término colectivo para referirse a los microorganismos o sus partes (esporas, fragmentos miceliales, etc.) capaces de provocar infección o simbiosis cuando se transfieren a un huésped. El término también se usa para referirse a los organismos simbióticos o patógenos transferidos por cultivo.
- 18. Manejo Integrado de Plagas:** Estrategia que usa una gran variedad de métodos complementarios: físicos, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales para el control de plagas.
- 19. Medio de cultivo:** Medio nutritivo preparado, en el que se cultivan los microorganismos para su desarrollo y multiplicación.

20. Ninfa: Insecto en estado juvenil durante la metamorfosis gradual, que se diferencia del adulto en su menor tamaño y en el incompleto desarrollo de las alas.

21. Solución: Acción y efecto de desunir en un líquido las partículas de un sólido, gas u otro líquido, de manera de queden incorporadas a él.

22. Viabilidad: Cualidad de viable. Que puede vivir.