



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL USO DE LA BACTERIA  
BACILLUS THURINGIENSIS COMO PLAGUICIDA EN LA  
AGRICULTURA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO QUÍMICO  
P R E S E N T A N :**

**ALONSO ALVARADO YAREM SADAHI  
LARIOS RODRÍGUEZ DANIEL ALDAIR  
PÉREZ MARÍN KARLA**

**JURADO DE EXAMEN:**

**DIRECTOR: DR. ROGEL RAMÍREZ ALEJANDRO DE LA CRUZ**

**ASESORA: I.Q ORTIZ BAUTISTA DOMINGA**

**ASESORA: M EN C. ARAUZ TORRES YENNIFER PAOLA**

**SINODAL: I.Q VALENTAN GONZÁLEZ MARIA ALEJANDRA**

**SINODAL: I.Q MATÍAS GARDUÑO CONSUELO**



## **AGRADECIMIENTOS**

### **Larios Rodríguez Daniel Aldair**

A mi director y asesores, les debo eterno agradecimiento; sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mí transitar profesional. A mis padres, ya que ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles. Siempre han sido mis mejores guías de vida; hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro, como una meta más conquistada.

A mis únicos y verdaderos amigos que son mis compañeros de viaje Karla y Yarem, hoy culmina esta maravillosa historia de vida les agradezco por su apoyo y constancia, al estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio y este trayecto.

## **Pérez Marín Karla**

A mi madre Aide Marín por el ejemplo, impulso, amor y motivación que me brindó para lograr mis más grandes anhelos.

A mi abuela María del Carmen Diaz por cuidarme con amor, forjar principios y valores, que serían de indudable importancia en mi vida.

A mis hermanos Maricarmen Pérez y Pablo Sánchez por ser mis compañeros de vida, brindarme horas de felicidad y siempre mantenerme motivada a llegar a mi meta.

A Enrique González por su amor genuino y apoyo incondicional que me ha hecho continuar en los momentos más difíciles.

A mis amigos y compañeros Yarem Alvarado y Daniel Larios por culminar junto a ellos la travesía más grande de nuestra vida hasta el momento.

A mi director de tesis, sinodales y profesores de la facultad que transmitieron en mí, conocimientos con gran dedicación.

Con amor, cariño y respeto.

## **Alonso Alvarado Yarem Sadahi**

A mi motivación más grande; mis padres y hermana, quienes creyeron en mí. Siendo mi mayor ejemplo y el impulso más grande para llegar hasta donde me encuentro el día de hoy.

A mis maestros de la facultad que con trabajo y dedicación me forjaron en el camino de mi carrera universitaria, convirtiéndose en grandes amigos y ejemplos a seguir.

A mi director, asesores, sinodales y compañeros de tesis, que con su trabajo y apoyo han logrado ayudarme a culminar esta gran etapa de mi vida.

A mi futura familia que a pesar de aún no formarla son un motivo muy grande de superación y ambición por seguir cosechando éxitos.

Este logro es de todos ustedes, gracias por siempre haber estado para mí.

## INDICE GENERAL

Resumen .....	13
Introducción .....	14
Marco Teórico .....	15
Agricultura .....	15
Plagas .....	15
Identificación de plagas .....	16
Como evitar plagas (Estrategias de control de plagas) .....	16
Prevención .....	16
Supresión .....	16
Erradicación .....	17
Plaguicida.....	17
Usos más frecuentes de los plaguicidas .....	17
Efectos de los plaguicidas sobre la salud.....	18
Efectos de los plaguicidas sobre el medio ambiente .....	20
Contaminación del aire por plaguicidas.....	21
Contaminación del suelo por plaguicidas .....	22
Contaminación del agua por plaguicidas.....	23
Biotecnología.....	24
Aplicaciones de la biotecnología .....	24
Biosanitaria.....	24
Agrícola y ganadera .....	24
Ambiental .....	25
Proceso industrial.....	25
Planteamiento del problema.....	25
Pregunta de investigación .....	25
Hipótesis.....	26
Objetivo general .....	26
Objetivos particulares .....	26
1. La agricultura en México .....	27
1.1 Antecedentes .....	27

1.2 Importancia económica .....	28
1.3 Importancia social .....	31
2. Plaguicidas utilizados en el sector agrícola .....	33
2.1 Clasificación de los plaguicidas .....	33
2.1.1 Insecticidas .....	33
2.1.2 Acaricidas .....	34
2.1.3 Funguicidas .....	35
2.1.4 Nematicidas .....	35
2.1.5 Herbicidas .....	36
2.1.6 Fitorreguladores .....	37
2.1.7 Bactericidas .....	38
3. Estudio de prefactibilidad .....	38
3.1 Evaluación técnica .....	40
3.2 Evaluación financiera .....	40
3.3 Factibilidad ambiental .....	40
3.4 Identificación de los posibles impactos ambientales del proyecto .....	40
3.5 La factibilidad como dimensión del proceso .....	41
3.6 Importancia del sector agrícola .....	41
3.7 Evaluación de impactos .....	42
4. Estudio del mercado .....	42
4.1 Objetivos y generalidades .....	42
4.2 Definición del producto .....	43
4.3 Principales grupos de genes Cry en B. Thuringiensis .....	43
4.4 Mecanismo de acción .....	44
4.5 Naturaleza y usos .....	45
4.6 Principales recolectores de la bacteria B. Thuringiensis .....	46
4.7 Principales aplicaciones .....	47
4.8 Análisis de la oferta-demanda .....	47
4.9 Oferta .....	47
4.9.1 Beneficios .....	47
4.9.2 Ventajas .....	48

4.10 Distribución del producto .....	48
4.11 Volumen de la producción por cada entidad y los productos agrícolas .....	50
5. Estudio técnico .....	51
5.1 Localización de planta industrial.....	51
5.1.1 Factores a considerar.....	51
5.2 Ubicación de planta.....	51
5.2.1 Características .....	54
5.2.2 Rutas de distribución del producto .....	54
5.3 Tamaño de una planta industrial .....	57
5.4 Factores que determinan el tamaño de una planta industrial .....	57
5.4.1 Características del Mercado de Consumo.....	57
5.4.2 Características del Mercado de Proveedores.....	57
5.4.3 Economías de Escala.....	58
5.4.4 Disponibilidad de Recursos Financieros.....	58
5.4.5 Características de la mano de obra.....	59
5.4.6 Tecnología de Producción.....	59
5.4.7 Política Económica .....	59
5.5 Tipos de proceso.....	60
5.5.1 Producción líquida de bacteria <i>Bacillus Thuringiensis</i> .....	60
5.5.2 Producción sólida de bacteria <i>Bacillus Thuringiensis</i> .....	62
5.6 Descripción del proceso para la obtención del producto .....	63
5.7 Diagrama de bloques .....	64
5.8 Diagrama de flujo de proceso.....	65
5.9 Equipos involucrados en el proceso .....	66
5.10 Selección de maquinaria .....	66
5.10.1 Balance de masa.....	67
5.10.2 Porcentajes y cantidades utilizados en el plaguicida.....	68
5.10.3 Dimensiones y características del equipo seleccionado.....	69
5.11 Determinación de áreas de trabajo .....	70
5.12 Plano general de la empresa.....	71
5.13 Personal a contratar .....	71

5.14 Organigrama .....	72
6. Estudio económico .....	73
6.1 Costos de producción .....	73
6.1.1 Producción por semana, mes y año .....	73
6.1.2 Costo de materia prima .....	74
6.1.3 Costo de empaques .....	75
6.1.4 Costo de consumo de energía .....	75
6.1.5 Costo de consumo de agua .....	76
6.1.6 Costo de mano de obra .....	76
6.2 Mantenimiento .....	77
6.2.1 Costo de mantenimiento para equipos especializados .....	77
6.2.2 Costo total de mantenimiento .....	78
6.3 Costos de control de calidad .....	78
6.4 Presupuesto de costos de producción .....	79
6.5 Costos de administración .....	80
6.5.1 Sueldos del personal administrativo .....	80
6.5.2 Costo total de administración .....	81
6.6 Costos de venta .....	81
6.6.1 Sueldo del personal de ventas .....	82
6.6.2 Costo total de ventas .....	83
6.7 Costo total de operación de la empresa .....	84
6.8 Costos financieros .....	84
6.8.1 Inversión monetaria en activos fijos y diferidos .....	84
6.8.2 Costos totales; activos fijos de oficinas y ventas .....	85
6.9 Activos fijos de producción .....	86
6.9.1 Tanque de almacenamiento .....	86
6.9.2 Fermentador Unitanque .....	87
6.9.3 Desecador .....	88
6.9.4 Liofilizador .....	89
6.9.5 Centrifugadora .....	90
6.9.6 Mezclador .....	91



6.9.7 Banda transportadora.....	92
6.10 Terreno y obra civil.....	93
6.10.1 Costo de terreno y obra civil.....	94
6.10.2 Inversión total.....	94
6.11 Capital de trabajo .....	95
6.11.1 Estado de resultados proforma .....	95
7. Evaluación económica .....	96
7.1 Criterios de Evaluación Financiera.....	96
7.2 Valor Actual Neto (VAN).....	96
7.3 Determinación del valor actual neto .....	97
7.4 Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR).....	99
7.5 Cálculo del Periodo de Recuperación de la Inversión .....	99
7.6 Determinación del periodo de recuperación.....	101
7.7 Relación Beneficio Costo .....	102
7.8 Beneficio económico .....	102
7.9 Beneficios para los consumidores.....	103
7.10 Análisis y administración del riesgo.....	104
7.11 Generalidades .....	104
7.12 Crítica de la teoría actual del riesgo .....	106
Conclusión.....	107
Bibliografía .....	109
Anexos .....	115

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Gráfico de los principales productos agroalimentarios que más exportó México en 2019 .....	28
Figura 1.2 Gráfico de las hectáreas que conforman el territorio nacional .....	29
Figura 1.3 Gráfico del PIB por sectores económicos .....	30
Figura 1.4 Gráfico del PIB del Sector Primario.....	30
Figura 5.1 Mapa de Localización de la planta industrial en Tabasco .....	53
Figura 5.2 Mapa de Localización del Mega parque Industrial en Tabasco.....	53
Figura 5.3 Mapa de la República Mexicana mostrando la ruta recorrida de Tabasco a Jalisco .....	54
Figura 5.4 Mapa de la República Mexicana mostrando la ruta recorrida de Tabasco a Veracruz.....	55
Figura 5.5 Mapa de la República Mexicana mostrando la ruta recorrida de Jalisco a Oaxaca.....	55
Figura 5.6 Mapa de la República Mexicana mostrando la ruta recorrida de Oaxaca a Chiapas .....	56
Figura 5.7 Mapa de la República Mexicana mostrando la ruta recorrida de Chiapas a Tabasco .....	56
Figura 5.8 Diagrama de bloques del proceso de plaguicida.....	64
Figura 5.9 Diagrama de flujo de proceso de plaguicida .....	65
Figura 5.10 Distribución del equipo en el área de producción.....	69
Figura 5.11 Plano general de la empresa .....	71
Figura 5.12 Organigrama general de la empresa.....	72
Figura 6.1 Representación ilustrativa de Tanque de Almacenamiento a utilizar en el proceso .....	86
Figura 6.2 Representación ilustrativa de Fermentador a utilizar en el proceso .....	87
Figura 6.3 Representación ilustrativa de Deseccador a utilizar en el proceso .....	88
Figura 6.4 Representación ilustrativa de Liofilizador a utilizar en el proceso .....	89
Figura 6.5 Representación ilustrativa de Centrifugadora a utilizar en el proceso..	90
Figura 6.6 Representación ilustrativa de Mezclador a utilizar en el proceso.....	91

Figura 6.7 Representación ilustrativa de banda transportadora a utilizar en el proceso .....	92
--	----

## INDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Principales recolectores de la bacteria Bacillus Thuringiensis .....	46
Tabla 5.1 Equipos requeridos para el proceso de plaguicida con bacteria Bacillus Thuringiensis .....	66
Tabla 5.2 Parte 1 de Balance de masa .....	67
Tabla 5.3 Parte 2 de Balance de masa .....	68
Tabla 5.4 Compuestos utilizados para el plaguicida y cantidades de uso .....	68
Tabla 5.5 Características y dimensiones de los equipos requeridos para el proceso de plaguicida con bacteria Bacillus Thuringiensis .....	69
Tabla 6.1 Proyección de producción de plaguicida con bacteria Bacillus Thuringiensis .....	73
Tabla 6.2 Costos de Materia prima anuales en pesos .....	74
Tabla 6.3 Costos de Empaques anuales en pesos .....	75
Tabla 6.4 Costos de Consumo de energía eléctrica anuales en pesos.....	75
Tabla 6.5 Costos de Consumo de agua eléctrica anuales en pesos.....	76
Tabla 6.6 Costos de mano de obra directa anuales en pesos .....	76
Tabla 6.7 Costos de mantenimiento de equipos especializados anuales en pesos .....	77
Tabla 6.8 Costos de mantenimiento de todos los equipos anuales en pesos .....	78
Tabla 6.9 Presupuesto de costos de producción anuales en pesos.....	79
Tabla 6.10 Sueldos de personal administrativo anuales en pesos.....	80
Tabla 6.11 Costo total de administración anuales en pesos .....	81
Tabla 6.12 Sueldos de personal de ventas anuales en pesos .....	82
Tabla 6.13 Costo anual total de ventas en pesos.....	83
Tabla 6.14 Costos totales de operación de la empresa anuales en pesos .....	84
Tabla 6.15 Costos totales Activos fijos de oficinas y ventas. en pesos .....	85
Tabla 6.16 Costo de terreno y obra civil .....	94

Tabla 6.17 Inversión total para la planta .....	94
Tabla 6.18 Determinación del valor actual neto del proceso .....	98
Tabla 6.19 Determinación del valor de la ganancia real del proyecto .....	98
Tabla 6.20 Determinación del valor actual neto por periodos .....	99
Tabla 6.21 Valores de Valor actual neto positivo final.....	100
Tabla 6.22 Determinación de la Tasa Interna de Retorno.....	100
Tabla 6.23 Determinación del tiempo de recuperación de la inversión por periodos .....	102
Tabla 6.24 Valores de gastos de producción .....	102

## Resumen

Con la incertidumbre por la forma que utiliza la agricultura para controlar plagas actualmente, reflejada en grandes cantidades de químicos que afectan los seres vivos y el medio ambiente, buscando alternativas a este problema se encontró que aplicar la biotecnología en la agricultura tiene innumerables beneficios.

Razón por la cual se desarrolló un proyecto con un enfoque en un estudio de prefactibilidad de la producción de una bacteria con actividad insecticida. Gracias a la biotecnología se han logrado atacar ciertas inquietudes del ser humano, siendo una de ellas la gran problemática de las plagas en el sector agricultor.

El objetivo del proyecto fue erradicar la ecotoxicidad generada por los agentes tóxicos provocados por plaguicidas químicos convencionales, enfocándonos en la creación de una planta productora de un plaguicida biológico utilizando como fuente la bacteria *Bacillus Thuringiensis*.

El estudio se enfocó en solucionar este problema, llevándose a cabo un estudio técnico, económico; en donde se desarrollaron y analizaron los puntos sustanciales para evaluar si el proyecto tiene sustentabilidad y rentabilidad; se analiza, se busca optimizar el desarrollo del plaguicida, se menciona la tecnología y el recurso humano necesario para ponerlo en marcha. Se explica detalladamente los costos y cantidades de cada elemento necesario para iniciar el desarrollo de la planta de producción de este plaguicida, para enfatizar en la evaluación económica donde se refleja si dicho proyecto es factible.

Todo esto con la finalidad permitirnos una descripción general de requerimientos de capital, retos claves, logística y cualquier otra información que se considere importante en el proceso de investigación para la toma de decisiones al desarrollo de este. Esta exploración de una posible inversión permite detectar qué factores pueden afectar o inferir con el proyecto final, ayudando así a crear una imagen más concreta sobre desafíos que puede traer para la idea de un futuro amigable con el sector agrícola y lo que se pretenda proporcionar en productos/servicios.

## **Introducción**

El presente proyecto pretende analizar la aplicación de la bacteria *Bacillus Thuringiensis*, como el plaguicida con más éxito a nivel de implementación en la agricultura, ya que los efectos tóxicos y dañinos al medio ambiente en las prácticas de agricultura son derivadas del uso excesivo de plaguicidas químicos; por lo cual se ha obligado el desarrollo de la biotecnología en la agricultura, la cual es la principal responsable del avance científico moderno, el cual engloba conceptos de ingeniería e investigación científica para el desarrollo de productos mejorados, elaborados con sistemas que emplean el uso de organismos vivos o sus productos, bajo procesos que permiten su comercialización, de esta forma adentrándonos en una nueva era de producción agrícola desarrollando otras técnicas

El proyecto en general está enfocado a dar solución a problemas de baja producción y pérdidas económicas de cultivo, provocadas por factores bióticos y abióticos de la agricultura, con el propósito de lograr una agricultura sustentable, reduciendo la dependencia de químicos, incrementando su productividad la cual traerá como consecuencias la reducción de insumos y problemas ambientales, específicamente la ecotoxicidad.

Este estudio se ha basado, principalmente, en la búsqueda bibliográfica a través de bases de datos obtenidos en sitios web y en bibliotecas universitarias, además de información a través de algunas sociedades de biotecnología.

La biotecnología es una ciencia multidisciplinar que abarca diferentes técnicas y procesos, debido a ciertas investigaciones, se sabe que en la actualidad es junto con las ciencias de información, la tecnología emergente más puntera y con más futuro. Además, esta situación se ha acelerado por los grandes avances en los últimos años, debido a grandes innovaciones, esto ha abierto la puerta a la obtención de nuevos organismos.

Este proyecto está dirigido al sector agrícola donde intervienen procesos de producción con criterios de rentabilidad, calidad y sostenibilidad de los recursos,

para satisfacer las demandas de dicho sector de acuerdo con las nuevas tecnologías y los sistemas productivos. Además, tiene múltiples beneficios, sociales, económicos y ambientales.

## **Marco Teórico**

### **Agricultura**

“La agricultura se define como “el arte de cultivar la tierra” proviene del latín *ager*, *agri* (campo) y *cultura* (cultivo). Es una actividad que se encarga de la producción de cultivo del suelo, desarrollo, recolección de cosechas, explotación de bosques, selvas (silvicultura), la cría y desarrollo de ganado.” (Secretaría del medio Ambiente, 2020).

Es una de las principales actividades de todos los países y el recurso más importante para la vida de las personas; algunos productos agrícolas se consumen directamente y otros se suministran a la industria para la obtención de alimentos, textiles, químicos o productos manufacturados de origen extranjero.

La agricultura moderna utiliza todos los recursos que proporciona la ciencia y la tecnología en la selección de semillas, el uso de fertilizantes químicos, la protección de las plantas contra plagas y enfermedades. Lo que da como resultado el continuo aumento del rendimiento de la tierra.

### **Plagas**

Una plaga de cultivos agrícolas puede denominarse cualquier animal, planta o microorganismo que tenga un impacto negativo en la producción agrícola. Las plagas crecen rápidamente en el cultivo al encontrar una fuente de alimento concentrada y confiable, provocando que disminuya la producción y su reducción en el valor de la cosecha e incremento en los costos de producción.

## **Identificación de plagas**

Para saber si una planta fue afectada por una plaga, es necesario tener en cuenta que cuando los insectos se comen una parte de la planta, dejan agujeros en algunos de sus órganos (hojas, tallos, raíces, flores o fruta) dejando residuos cerca en donde se alimentan (generalmente eses). Este residuo puede ser jarabe dulce, gránulos, una sustancia parecida al aserrín o estiércol negro húmedo. Las plantas infectadas se atrofian.

Otros síntomas que podemos notar son plantas que parecen subdesarrolladas y no crecen adecuadamente, hojas deformadas o dañadas que poseen un color amarillo, verde pálido y con apariencia arrugada.

## **Como evitar plagas (Estrategias de control de plagas)**

Las estrategias de control de plagas tienen como objetivo la prevención y curación de las enfermedades de las plantas y cosechas. Hay tres estrategias diferentes para el control de plagas, como se describen a continuación.

### **Prevención**

Trata de mantener la plaga, ya sea evitando su entrada desde otros países, o evitando su propagación a otras partes del país (cuarentena externa e interna). Esta estrategia predomina en entomología y control por dos razones:

- La incertidumbre asociada con la predicción de brotes obliga a los agricultores a asegurar el cultivo.
- Ciertas técnicas tienen que ser aplicadas en una manera anticipada.

### **Supresión**

Esta estrategia es aplicada cuando la población ha alcanzado una densidad no aceptable. Consiste en la reducción del nivel de plaga o de daño a un nivel adecuado, de manera que no ocurran pérdidas económicas para el productor,



algunas medidas de supresión, es la aplicación de sustancias microbiales, el uso de plaguicidas, entre otras.

## **Erradicación**

Consiste en la eliminación plena de una plaga en su área. Los gobiernos pueden emprender programas de erradicación usando liberaciones de machos estériles u otros procedimientos.

La eliminación de plagas, enfermedades y malas hierbas puede ser realizado a través de control aplicado, el cual incluye todas las actividades profilácticas, terapéuticas y tácticas que el hombre ejecuta para reducir los niveles de plaga (M, 2009).

## **Plaguicida**

Es una sustancia química utilizada para la prevención y control de plagas que afectan a los cultivos agrícolas.

## **Usos más frecuentes de los plaguicidas**

La agricultura es la actividad que más emplea este tipo de productos, consumiendo hasta el 85 % de la producción mundial, con el fin de mantener un control sobre las plagas que afectan los cultivos. Un 10 % de la producción total de los plaguicidas se emplea en salud pública para el control de las enfermedades.

La intensificación de la producción de alimentos conduce a un abuso de plaguicidas. Da lugar a nuevos brotes de plagas (reapariciones), selecciona poblaciones de plagas resistentes (insectos, bacterias y malas hierbas), aumenta los riesgos para la salud humana, medio ambiente y plantea obstáculos al comercio.

También son empleados en la ganadería, cuidado de animales de cría y domésticos; en el control de plagas de grandes estructuras como barcos, aviones, trenes, edificios y centros comerciales. Se aplican en áreas verdes ornamentales y de recreo como parques y jardines, para controlar la proliferación de insectos, hongos,

crecimiento de hierba y maleza. Con el mismo fin, se esparcen a lo largo de autopistas, vías férreas y torres con líneas de corriente de alta tensión.

En reservas naturales o artificiales de agua estos compuestos se emplean para prevenir el crecimiento de hierbas, algas, hongos y bacterias. En la industria se utilizan ampliamente en la fabricación de equipos eléctricos, neveras, pinturas, papel, cartón y materiales para embalaje de alimentos, entre otros, para evitar en estos productos el desarrollo de bacterias, hongos, algas, levaduras que sean dañados por plagas de insectos y roedores.<sup>1</sup>

Su uso en el hogar está dado por la incorporación de estos en productos como cosméticos, champús para preservarlos del desarrollo de hongos y bacterias, en repelentes de insectos y también en productos destinados al cuidado de mascotas, plantas para atacar o prevenir infestaciones por insectos.

### **Efectos de los plaguicidas sobre la salud**

Los plaguicidas entran en contacto con el ser humano a través de las vías de exposición: respiratorias, digestivas y dérmicas, pueden encontrarse en función de sus características, ya sea en el aire inhalado, alimentos, agua y entre otros medios ambientales.

Los plaguicidas tienen efectos agudos y crónicos en la salud. Los efectos agudos son intoxicaciones vinculadas a una exposición de corto tiempo con efectos localizados y los efectos crónicos son manifestaciones o patologías vinculadas a la exposición a bajas dosis por periodos de largo tiempo.

Un plaguicida dado tendrá un efecto perjudicial sobre la salud del ser humano cuando el grado de exposición supere los niveles considerados.

La exposición puede ser directa a plaguicidas (como es el caso de las personas que trabajan en la industria y fabrican plaguicidas, especialmente los agricultores, que los aplican), la exposición también es indirecta (consumidores, residentes y

---

<sup>1</sup> Vega LO. Uso de plaguicidas en Cuba, su repercusión en el ambiente y la salud. Rev Cubana Aliment Nutr. 1997

caminantes), esto es durante o después de la aplicación de plaguicidas en la agricultura, jardinería, terrenos, mantenimiento de edificios públicos, control de malas hierbas y otras actividades.

La toxicidad de los plaguicidas se puede expresar en cuatro formas:

- Toxicidad oral aguda: Se refiere a la ingestión "de una sola vez" de un plaguicida, que causa efectos tóxicos en un ser vivo. Puede afectar tanto al manipulador como al resto de la población expuesta, aunque el riesgo de ingerir en una sola dosis la cantidad correspondiente a la DL 50 oral aguda sólo puede ocurrir por accidente, error, ignorancia o intento suicida.<sup>2</sup>
- Toxicidad dérmica: Se refiere a los riesgos tóxicos debidos al contacto y absorción del plaguicida por la piel, aunque es menos evidente y sus dosis letales son siempre superiores a las orales, es por eso por lo que presenta mayor riesgo para el manipulador que para el resto de la población.<sup>3</sup>
- Toxicidad por inhalación: Se produce al respirar una atmósfera contaminada por el plaguicida, como ocurre con los fumigantes, o cuando un ser vivo está inmerso en una atmósfera cargada de un polvo insecticida o en pulverizaciones finas (nebulización, rociamiento o atomización).<sup>4</sup>
- Toxicidad crónica: Se refiere a la utilización de dietas alimenticias preparadas con dosis variadas del producto tóxico, para investigar los niveles de riesgo del plaguicida, mediante su administración repetida a lo largo del tiempo. Las alteraciones más graves son: efectos sobre el sistema inmunológico, alteraciones de los sistemas endocrinos, problemas reproductivos, cáncer y trastornos del sistema neurológico o suicidio.<sup>5</sup>

---

<sup>2</sup> Comisión europea. La política comunitaria para un uso sostenible de los plaguicidas. Origen de la estrategia. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas; 2006.

<sup>3</sup> Comisión europea. La política comunitaria para un uso sostenible de los plaguicidas. Origen de la estrategia. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas; 2006.

<sup>4</sup> Comisión europea. La política comunitaria para un uso sostenible de los plaguicidas. Origen de la estrategia. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas; 2006.

<sup>5</sup> Comisión europea. La política comunitaria para un uso sostenible de los plaguicidas. Origen de la estrategia. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas; 2006.

## **Efectos de los plaguicidas sobre el medio ambiente**

La contaminación ambiental por plaguicidas está dada fundamentalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, lavado inadecuado de tanques contenedores, filtraciones en los depósitos de almacenamiento y residuos descargados dispuestos en el suelo, derrames accidentales, el uso inadecuado de los mismos por parte de la población, que frecuentemente son empleados para contener agua y alimentos en los hogares ante el desconocimiento de los efectos adversos que provocan en la salud.<sup>6</sup>

La unión de estos factores provoca su distribución en la naturaleza. Los restos de estos plaguicidas se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas bióticos y abióticos, amenazando su estabilidad, representando un peligro de salud pública. Factores como sus propiedades físicas y químicas, el clima, las condiciones geomorfológicas de los suelos, las condiciones hidrogeológicas y meteorológicas de las zonas, definen la ruta que siguen los mismos en el ambiente.

El grado de lixiviación (el movimiento de las sustancias a través de las fases del suelo) depende de la solubilidad del compuesto en agua, de su naturaleza química y del valor del pH del suelo, que se favorece por la capacidad de adsorción de este, esto varía principalmente por el porcentaje de arcillas, arenas y limos presentes en el, por las altas temperaturas y por la precipitación pluvial.

Lo anterior también es decisivo para determinar la distribución del material en la biosfera, pues las plantas y los microorganismos no pueden recibir directamente los compuestos adsorbidos sobre las partículas del suelo. Este proceso está en equilibrio con la eliminación (desorción) del compuesto en la solución del suelo. La distribución de un plaguicida en la biofase (plantas y microorganismos) depende de la capacidad de absorción de esta y de la naturaleza del suelo. Un suelo con gran

---

<sup>6</sup> Lara G. Plaguicidas en la biodiversidad del suelo; su comportamiento como contaminantes. España: Biociencias.org y Biociencias.com; c2001-2013 Disponible en: <http://www.biociencias.org/odisea/plaguicidas>

capacidad de absorción puede conducir a la inactividad total del plaguicida, ya que nunca penetrara en la plaga.

Cuando los plaguicidas ingresan en las cadenas alimentarias, se distribuyen a través de ellas, se concentran en cada nicho ecológico y se acumulan sucesivamente hasta que alcanzan una concentración letal para algún organismo constituyente de la cadena, o bien hasta que llegan a niveles superiores de la red trófica.

### **Contaminación del aire por plaguicidas**

La contaminación del aire tiene importancia cuando se trata de aplicaciones por medios aéreos; la gran extensión que abarcan éstas y el pequeño tamaño de las partículas contribuyen a sus efectos, entre los que se cuenta el "arrastre" de partículas a las zonas vecinas, fuera del área de tratamiento. Este efecto tiene importancia si contamina zonas habitadas o con cultivos, y se hace muy evidente cuando se emplean herbicidas de contacto que llegan hasta cultivos que son muy sensibles a los mismos.

La dispersión de plaguicidas en forma líquida o en polvo para exterminar las plagas es hoy en día una práctica aceptada por muchos países. Los insecticidas suelen dispersarse en el aire para combatir los insectos voladores, aunque en ciertos casos los ingredientes activos de dichos productos sólo actúan después de depositarse en objetos fijos, como la vegetación, donde pueden entrar en contacto con los insectos. En estos casos el aire se contamina deliberadamente con uno o varios productos cuyas propiedades nocivas se conocen y que también pueden ser tóxicos para el hombre.

En general, se volatilizan desde el suelo, fenómeno que depende sobre todo de la presión de vapor, la solubilidad del plaguicida en agua, las condiciones ambientales y la naturaleza del sustrato tratado.

También desde el agua puede contaminarse la atmósfera, como en el caso de los plaguicidas clorados, poco solubles en ésta, por lo que tienden a situarse en la

interfase agua-aire. Se calcula, por ejemplo, que a partir de una hectárea de agua tratada pueden pasar al aire, en un año, unos 9 kg de DDT.<sup>7</sup>

### **Contaminación del suelo por plaguicidas**

La contaminación del suelo se debe tanto a tratamientos específicos (por ejemplo: insecticidas aplicados al suelo), como a contaminaciones provenientes de tratamientos al caer al suelo el excedente de los plaguicidas, o ser arrastradas por las lluvias las partículas depositadas en las plantas.

La mayoría de los herbicidas, los derivados fosforados y los carbamatos, sufren degradaciones microbianas y sus residuos desaparecen en tiempo relativamente corto. En la acumulación de residuos de plaguicidas influye el tipo de suelo; los arcillosos y orgánicos retienen más residuos que los arenosos. Los mayores riesgos se presentan con la aplicación de algunos plaguicidas organoclorados, que son de eliminación más difícil, persistiendo en el suelo más tiempo.

La evaluación del grado de contaminación del suelo por plaguicidas es de gran importancia por la transferencia de ellos a los alimentos. Algunos pueden permanecer durante períodos de 5 a 30 años, como es el caso del DDT. En el caso de la ganadería, los residuos de plaguicidas pasan del suelo al forraje y finalmente a los animales, concentrándose en la grasa y por consiguiente, incrementan la concentración de residuos persistentes en la carne y la leche.

### **Contaminación del agua por plaguicidas**

Los plaguicidas constituyen impurezas que pueden llegar al hombre directamente a través del agua potable y en forma indirecta a través de la cadena biológica de los alimentos. Estas sustancias químicas pueden ser resistentes a la degradación, y en

---

<sup>7</sup> Weinberg J. Guía para las ONG sobre los plaguicidas peligrosos y el SAICM. Marco de acción para protegerla salud humana y el medio ambiente de las plaguicidas filipinas: IPEN/Red Internacional de Eliminación de los COP; 2009 Disponible en: [http://www.ipen.org/sites/default/files/documents/ngo\\_guide\\_hazpest\\_saicm-es.pdf](http://www.ipen.org/sites/default/files/documents/ngo_guide_hazpest_saicm-es.pdf)

consecuencia, persistir por largos períodos de tiempo en las aguas subterráneas y superficiales.<sup>8</sup>

Los plaguicidas imparten al agua potable olores y sabores desagradables, aún a bajas concentraciones. Los plaguicidas se incorporan a las aguas mediante diferentes mecanismos de contaminación, como son:

- Por aplicación directa a los cursos de agua, para el control de plantas acuáticas, insectos o peces indeseables.
- Por infiltración a los mantos de agua subterráneos o escurrimiento superficial a ríos, arroyos, lagos y embalses desde las zonas agrícolas vecinas.
- Por aplicación aérea sobre el terreno.
- Por descarga de aguas residuales de industrias productoras de plaguicidas.
- Por descargas provenientes del lavado de equipos empleados en la mezcla y aplicación de dichos productos, como puede ocurrir en los aeropuertos de fumigación aérea al regreso de los vuelos, en el proceso de descontaminación de los aviones y sus equipos de aplicación de plaguicidas.

En las aguas se encuentran seres vivos (ostiones, almejas, etc.), que se alimentan por "filtrado" del agua, de la que retienen las partículas orgánicas aprovechables. Si hay residuos de un plaguicida orgánico, como el DDT, esta capacidad de filtración hace que vayan acumulando la toxicidad, llegando a concentraciones miles de veces mayores que las del agua; por lo que aparecerán residuos en estos seres vivos, aunque no sean detectables en el medio circundante.

Cuando las ostras u otros organismos similares son presa de otros más voraces, se acumula en estos últimos más cantidad del plaguicida, y la escalada prosigue a

---

<sup>8</sup> World Health Organizations. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Guidelines on pesticide advertising. Rome, Italy: FAO/WHO; 2010

través de seres inferiores, moluscos, peces, aves, etc., hasta alcanzar niveles peligrosos para ciertas especies.

Los medios ambientales que se contaminan por plaguicidas determinan el punto de contacto de los seres humanos con estas sustancias, entre los que se pueden encontrar: el medio laboral, doméstico, lugares de recreación o cuando se consumen alimentos que contienen residuos de estas sustancias.

## **Biotecnología**

La biotecnología agrupa todo el conjunto de técnicas, procesos y métodos que utilizan organismos vivos como; bacterias, hongos y virus para la elaboración, mejora de determinados productos como alimentos y medicamentos.

Es aplicada en diferentes sectores para optimizar el rendimiento de los productos, principalmente es aplicado en el área de farmacología, agricultura y el medio ambiente.

También la biotecnología es de carácter multidisciplinario, ya que utiliza diversas ramas de la ciencia tales como; biología, química, física, medicina, genética, bioquímica, entre otras para hacer uso de estos microorganismos.

## **Aplicaciones de la biotecnología**

**Biosanitaria:** Para la obtención de fármacos, diagnóstico de enfermedades, vacunas y terapias celulares, identidad molecular.

**Agrícola y ganadera:** Desarrollo de cultivos, mejora de cosechas, alimentos, resistencia a plagas y enfermedades.

Con herramientas y metodologías de biotecnología es posible producir nuevas variedades de plantas con más rapidez que antes, con tolerancia a condiciones ambientales adversas, características nutricionales mejoradas, resistencia a herbicidas, plagas, etc. Se utiliza en los sistemas de diagnósticos de enfermedades; en uso de organismos vivos o sustancias producidas para mejorar la productividad



de cultivos o control de plagas. También, en el cultivo de células y tejidos in vitro para producir plantas a gran escala; en cultivos genéticamente modificados; conservación de germoplasma; estudios de diversidad, evolución genética de poblaciones y programas para la mejora.

**Ambiental:** Resistencia a la contaminación, conservación de especies. Se aplica en el tratamiento de residuos líquidos contaminados, en el manejo de residuos sólidos, en la recuperación de metales, diagnóstico y detección de sustancias.

**Proceso industrial:** Se aplica en sectores como; cosmética, alimentación, combustibles y sustancias químicas. Ayuda a conseguir aditivos, saborizantes, colorantes, detergentes, alcohol carburante.

### **Planteamiento del problema**

La agricultura es una actividad indispensable para el ser humano, sin embargo, conlleva diversos problemas por varios agentes como lo son; insectos, roedores, enfermedades de plantas y plagas, surgiendo la necesidad de combatir todos los causantes que afectan el cultivo y productos, generando el uso de productos químicos como lo son los plaguicidas tradicionales, los cuales tienen grandes repercusiones en los seres humanos, animales y medio ambiente. Es por ello que surge la necesidad de analizar la factibilidad de otras alternativas menos agresivas al utilizar la bacteria *Bacillus Thuringiensis* como plaguicida en agricultura.

### **Pregunta de investigación**

¿Es factible el uso de la Bacteria *Bacillus Thuringiensis* como plaguicida en agricultura?

### **Hipótesis**

Al aplicar la biotecnología en el sector agrícola, utilizando un plaguicida con la bacteria *Bacillus Thuringiensis*, los cultivos serán resistentes a plagas y enfermedades sin la necesidad de utilizar plaguicidas químicos.

## **Objetivo general**

Analizar la prefactibilidad y rentabilidad, así como las ventajas y desventajas en distintos sectores para el proceso de elaboración de un plaguicida a través de la bacteria “Bacillus Thuringiensis”.

## **Objetivos particulares**

- Analizar y optimizar el proceso de la bacteria “Bacillus Thuringiensis” para el desarrollo de un plaguicida.
- Realizar el análisis económico general del mercado.
- Analizar la oferta-demanda del proyecto.
- Analizar el costo-beneficio del proyecto.
- Investigar el mecanismo de acción de la bacteria “Bacillus Thuringiensis” en la agricultura.
- Analizar e investigar las ventajas y desventajas competitivas a nivel ambiental y económico.
- Analizar los efectos de los plaguicidas a nivel social, ambiental y económico.
- Realizar el estudio de prefactibilidad para el proceso de la bacteria “Bacillus Thuringiensis” como plaguicida.

## **1. La agricultura en México**

### **1.1 Antecedentes**

El nacimiento de la agricultura sin duda es un acontecimiento muy importante, tanto fue su impacto que se considera como un cambio en la historia.

La región mesoamericana fue uno de los muchos centros prehistóricos de cultivo y domesticación de plantas por lo cual se le considera como una de las cunas en Agricultura. La producción de alimentos es de gran importancia ya que es la base del desarrollo de sociedades que dependen de una amplia gama de especies vegetales cuyas modificaciones y adaptaciones posteriores a las diferentes condiciones ambientales las hacen aptas para los seres humanos.

La agricultura era la base de las grandes civilizaciones mesoamericanas como la de los olmecas, mayas y aztecas cuyos cultivos principales fueron el maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus spp.*), calabaza (*Cucurbita spp.*), chile (*Capsicum spp.*), tomate (*Physalis spp.*) y aguacate (*Persea americana*), además de un gran número de especies secundarias, propias de las diversas regiones y áreas culturales. (Tapia, 2013).

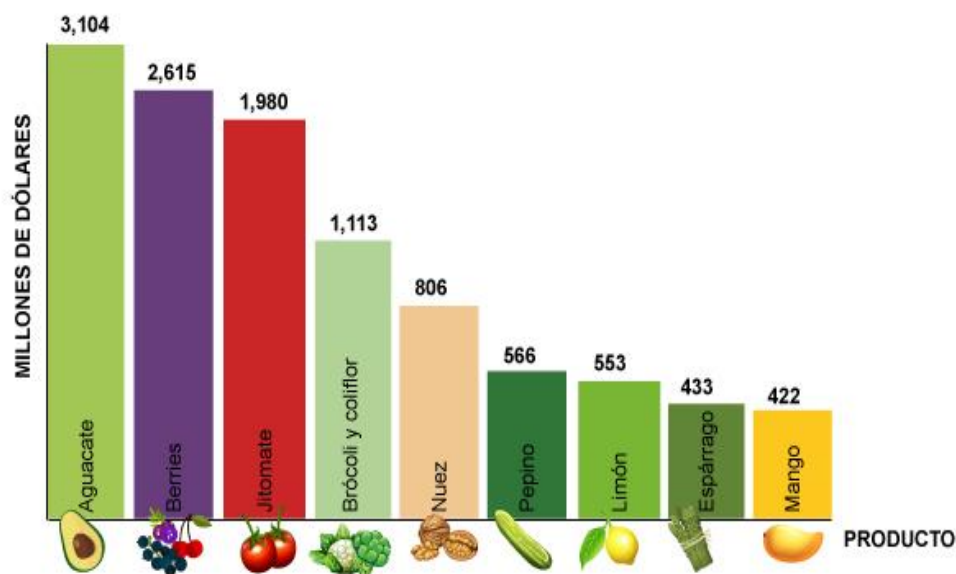
Esta actividad surgió hace más de diez mil años, y no solo en un lugar, la agricultura se desarrolló de forma independiente en diferentes partes del planeta, por ejemplo, en el continente americano en países como México y Perú.

México es un país que cuenta con condiciones ideales para cultivar una amplia variedad de productos agrícolas, estas condiciones son; la diversidad de tipos de suelos, climas y ecosistemas en todo el país lo que significa muchas opciones para la producción agrícola.

México es una de las cunas de la agricultura en Centroamérica, donde se domesticaron cultivos como maíz, frijoles, chiles, pimientos, tomates, calabazas, aguacates, cacao y muchos otros. Desde la segunda mitad del siglo XX, el tratado de libre comercio y las políticas económicas del país han revertido a una preferencia por los grandes agronegocios.

Los principales cultivos de México son granos como el maíz blanco, frijol, maíz de grano amarillo, trigo y en frutos como la naranja, mango y plátano (INEGI, 2019), Las exportaciones agrícolas más importantes son el aguacate, berries y jitomate

(INEGI, 2019) El 60% de las exportaciones legales van a los Estados Unidos. (OEC, 2020)



**Figura 1.1. Gráfico de los principales productos agroalimentarios que más exportó. México en 2019 Fuente: (SADER-SIAP, 2020).**

## 1.2 Importancia económica

En México la relación entre la industria agrícola y la economía del país es muy importante porque los dos temas se complementan para aumentar el bienestar de los mexicanos.

Como se sabe nuestro país cuenta con una extensa variedad de frutas y verduras que se cultivan día con día en nuestras tierras, el proceso que hay detrás como la cosecha, la venta y el comercio de los cultivos mexicanos, es un motor de la economía.

En México de los 198 millones de hectáreas que conforman el territorio nacional, solo 31.6 millones de hectáreas que representan el 16% del territorio son tierras agrícolas, el 61% de agostadero y el 23% son bosques y selvas.

De las 31.6 millones de hectáreas tan solo el 21% cuentan con riego y el 79% restante depende de las lluvias para mantener la cosecha en pie. (INEGI, 2019).

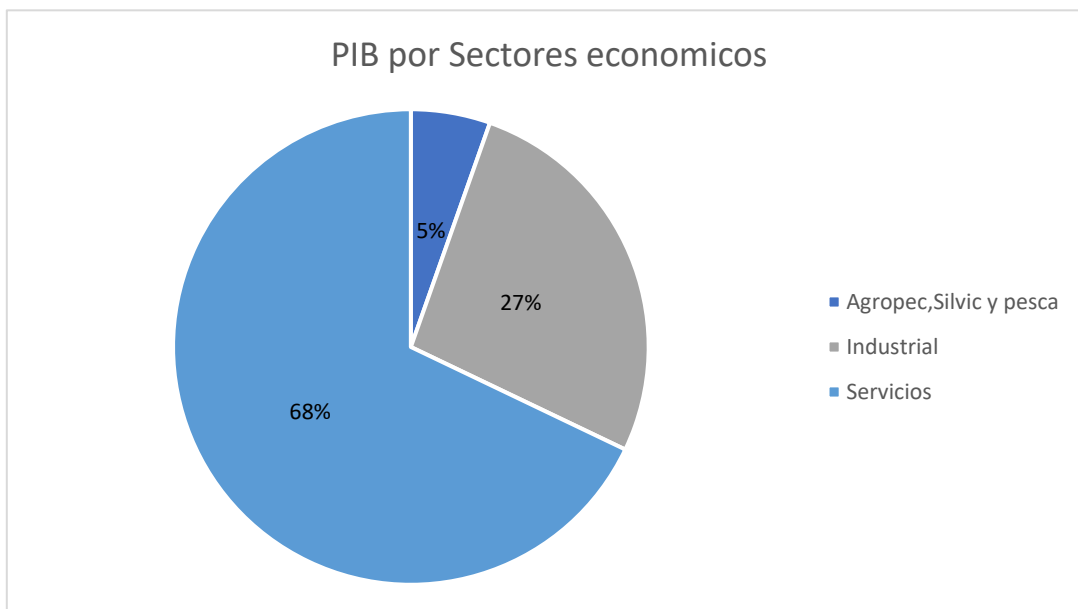
En México, en el medio rural vive una cuarta parte de la población total del país además en el sector agropecuario se generan sólo 5.4 pesos de cada 100 pesos generados en la economía del país.



**Figura 1.2 Gráfico de las hectáreas que conforman el territorio nacional.**

**Fuente: SIAP con información del INEGI.**

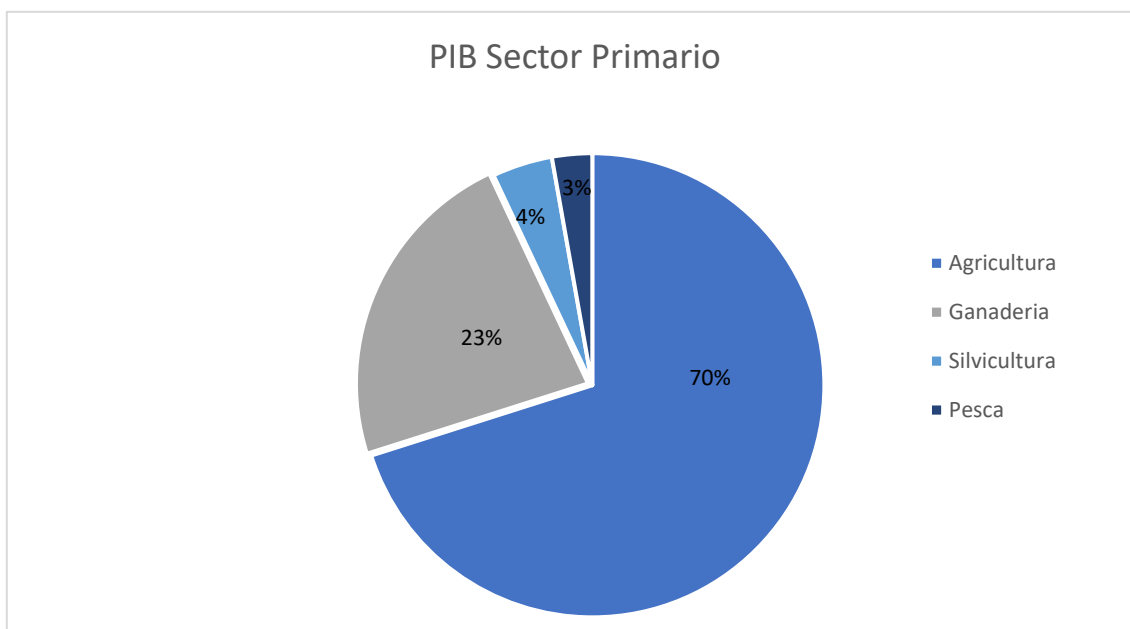
Un dato muy importante es que el PIB per cápita relacionado con esta industria creció en 2018 y 2019 en un 2% en total, mientras que la actividad industrial disminuyó un 5% y los servicios aumentaron solo un 0,5%. (INEGI, 2019).



**Figura 1.3 Gráfico del PIB por sectores económicos.**

**Fuente: SIAP con información del INEGI.**

En el sector agroalimentario (agropecuario más alimentos, bebidas y tabaco) se genera en promedio el 10.5% del valor de la economía. Y la agricultura es la actividad que genera el mayor valor con el 70% del total del sector primario.



**Figura 1.4 Gráfico del PIB del Sector Primario**

**Fuente: SIAP con información del INEGI**

México es famoso por la increíble biodiversidad que ofrece. En la agricultura se distingue particularmente por su producción de hortalizas, maíz, trigo, frijoles y tomates. Este último se produce y vende en grandes cantidades a países como Estados Unidos y Canadá, con ingresos anuales de aproximadamente 1,700 millones de pesos.

Con los gráficos anteriores no queda duda que la agricultura es un factor esencial para la economía mexicana, ya que el desarrollo de mercados locales ayuda a incentivar la producción y comercialización de dichos productos.

“Actualmente el sector agropecuario cuenta con 11 Tratados de Libre Comercio (TLCs) y 8 acuerdos de cobertura limitada en el marco de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI). Dichos acuerdos cubren un total de 53 países, de los cuales 46 son socios de México en los TLCs y 7 en los acuerdos de cobertura limitada” (CEDRSSA, 2015). Lo que nos indica un panorama favorable en la Agricultura Mexicana pues según datos de SAGARPA el crecimiento agrícola se ha mantenido estable durante los últimos 10 años con un crecimiento estimado de 3%, confirmando así el importante papel que hace la agricultura en la economía.

### **1.3 Importancia social**

La agricultura juega un papel fundamental en el desarrollo económico de los países y tiene una relación directa con la capacidad de su crecimiento. Sin duda, aporta más a la sociedad que la posibilidad de alimentarse. El papel de la agricultura en la sociedad es muy amplio y se implementa en tres áreas comerciales: económica, ambiental y social.

La agricultura contribuye no solo al crecimiento económico de los pueblos, sino también a su estructura social, a la preservación de los valores, formas de vida y a la preservación del patrimonio cultural del país, especialmente en las comunidades rurales.

La agricultura es uno de los pilares de nuestro sistema económico; Proporciona no solo alimentos y materias primas, sino también oportunidades de empleo para un

gran número de la población. Se extiende a muchos otros sectores de la economía y al desarrollo de la sociedad en general. Entre las funciones económicas, ambientales y sociales de la agricultura, se crea un agregado en el que se establecen fuertes relaciones de causa y efecto que deben fortalecerse.

En México se han creado diversas estrategias de erradicación de la pobreza, en donde el crecimiento agrícola es un factor fundamental. Esto porque al haber un crecimiento en la industria agrícola aumenta las productividades e ingresos de los pequeños agricultores, y a su vez aumenta el empleo y los salarios de los trabajadores agrícolas. El conjunto de estos factores ayuda a reducir la pobreza y el desempleo oculto. Además, el aumento de la productividad agrícola conduce a la disminución de los precios de los alimentos y a mantener la inflación bajo control, lo que también contribuye a reducir la pobreza.

“En las últimas décadas, ha surgido evidencia empírica sólida de que el crecimiento agrícola no sólo es eficaz para aliviar la pobreza rural, sino que es más eficaz que el crecimiento industrial para reducir la pobreza urbana, especialmente en las primeras etapas de la transformación estructural hacia el desarrollo” (Ligon y Sadoulet 2018).

En una serie de estudios realizados para el Banco Mundial, Ravallion y Datt et al (1999) utilizaron 20 encuestas de hogares de los 15 principales estados, para el período 1960-1994, para tratar de comprender cómo interactúan las condiciones iniciales y la composición sectorial del crecimiento económico en la reducción de la pobreza. Llegaron a las siguientes conclusiones:

- Los pobres, tanto urbanos como rurales, se beneficiaron del crecimiento rural.
- En contraste, el crecimiento urbano tuvo efectos distributivos adversos en el medio urbano, lo que obstaculizaba el avance de los pobres urbanos.
- El crecimiento urbano no tuvo efectos discernibles sobre la pobreza rural tanto el crecimiento del sector primario como el del terciario redujeron la pobreza total, en las zonas urbanas y las rurales



- Por el contrario, el crecimiento del sector secundario no tuvo efectos positivos discernibles sobre los pobres, ni en zonas urbanas ni en las rurales. (observatorio economico social UNR, 2020).

Todo lo anterior nos indica el gran papel que juega la agricultura socialmente en México.

## **2. Plaguicidas utilizados en el sector agrícola**

### **2.1 Clasificación de los plaguicidas**

#### **2.1.1 Insecticidas**

Los insecticidas son compuestos químicos utilizados para controlar o matar insectos que provocan enfermedades en los cultivos. Los insectos que ataca son principalmente; hormigas, cucarachas, mosquitos, moscas, piojos, polillas, escarabajos, pulgas, avispas, termitas, ácaros, caracoles, babosas, pulgones, orugas, trips, moscas blancas, infecciones parasitarias de gusanos, polillas, escarabajos entre otras plagas.

Los insecticidas se encuentran en diferentes presentaciones, incluidos polvos humectables, aerosoles, gases, gránulos, soluciones oleosas, concentrados emulsionables, tratamientos de semillas, aerosoles líquidos a base de aceite, concentrado de nebulización, líquidos de bajo volumen y aerosoles de volumen ultra bajo.

Son clasificados de acuerdo con su composición química y acción toxicológica:

- Insecticida orgánico: Atacan el sistema nervioso central e interrumpen el crecimiento de los insectos. Estos insecticidas contienen compuestos organofosforados, compuestos organoclorados, carbamatos, piretro, piretroides sintéticos, reguladores del crecimiento de insectos y fumigantes.
- Insecticida inorgánico: La sílice y el ácido bórico son dos tipos de insecticidas inorgánicos. Sílice es un agente desecante de color blanco, ligero y

esponjoso, el cual absorbe la capa cerosa del insecto provocando deshidratación y asfixia. El ácido bórico es una cera de absorción, siendo un veneno estomacal.

### **2.1.2 Acaricidas**

Los acaricidas son un plaguicida utilizado para controlar, eliminar y prevenir la presencia de ácaros. Los ácaros son pequeños insectos de anatomía de forma ovalada, su cabeza, tórax y abdomen están unidos en un cuerpo no dividido. La respiración de estos arácnidos es traqueal y se encuentran en lugares terrestres y acuáticos.

La presentación del producto es variada, se encuentra en polvo y líquido. Exterminan chinches, ácaros rojos, piojos, garrapatas, pulgas y escarabajos de la cama.

Tipos de acaricidas:

- Tetradifon: Ovicida sin acción en los ácaros adultos, pero con gran acción residual.
- Etion y Piridafention: Son insecticidas fosforados con capacidad acaricida.
- Hexitiazox y Fenbutestan: Agregados orgánicos sintéticos usados para combatir ácaros, aunque también muestran actividad insecticida.
- Amitraz: Es un ovolarvicida aplicado en la agricultura y ganadería, utilizado para la eliminación de garrapatas.
- Azufre: Utilizado como acaricida y fungicida, es aplicado en huertos, en plantas ornamentales y vegetales.
- Dicofol: Elimina ácaros adultos.
- Propargita: Este acaricida contiene una gran acción residual.

### **2.1.3 Fungicidas**

Los fungicidas eliminan y previenen el crecimiento de hongos, esporas y moho. Su función consiste en dañar las membranas celulares de los hongos o interferir con su reproducción.

Los hongos son la principal causa de pérdida de cultivos en todo el mundo, estos provocan síntomas como lo es la deficiencia de nutrientes, contaminación en el aire y reproducción innecesaria de insectos.

Los fungicidas se clasifican según su modo de acción:

- Fungicidas protectores: Son utilizados antes de que la época de las esporas de hongos se presente, se aplica únicamente en la superficie de la planta y actúa en ese mismo sitio, esto evita que los hongos se puedan introducir en la planta.
- Fungicidas erradicadores: Suelen utilizarse para el tratamiento de las plantas enfermas. Este tipo de fungicida se absorbe mediante las raíces, se desplaza por toda la planta.

### **2.1.4 Nematicidas**

Los nematicidas son sustancias químicas de actividad biológica, utilizados para el control de nemátodos fitopatógenos como lo son (ascárides o lombrices) de cuerpos hídricos abundantes en ambientes terrestres y húmedos.

Tipos de nematicidas:

Se clasifican en nematicidas fumigantes y nematicidas no fumigantes.

- Nematicidas fumigantes: Este tipo de nematicida se volatiliza, volviéndose gas debido a sus características fisicoquímicas (presión de vapor alta) el cual se desplaza por el suelo. Extremadamente fitotóxicos, este debe ser aplicado de dos a cuatro semanas antes de la siembra.

- Los organofosfatos y los carbamatos son nematocidas no fumigantes, se encuentran en forma granulada y se utilizan al realizar la siembra. Se aplican en una faja de 10 a 15 cm en el surco, directo sobre la semilla, además tiene propiedades insecticidas y acaricidas.

### **2.1.5 Herbicidas**

Un herbicida es un producto químico utilizado para inhibir o interrumpir el desarrollo de plantas indeseadas en terrenos que ya han sido o van a ser cultivados.

La mayor parte de estas hierbas tienen las mismas características: fácil dispersión, gracias al viento son arrastradas por el agua y poseen una gran resistencia.

- Herbicida total: Producto fitosanitario aplicado para controlar las malas hierbas, estos herbicidas son utilizados para la limpieza de terrenos obteniendo el control total de especies malezas anuales y perennes. Se comercializan de forma líquido y la dosis varía dependiendo por el tipo de mala hierba y la dimensión de esta. La materia activa presente en la mayoría de estos herbicidas es el glifosato.
- Herbicida selectivo: Utilizado para la eliminación de un tipo en específico de mala hierba preservando el cultivo donde este fue aplicado. Los herbicidas selectivos se aplican principalmente en primavera y otoño, se debe repetir su aplicación entre 2 y 3 veces.

Esta distinción, selectivo o total, depende de la concentración o dosis de uso, un herbicida total puede convertirse en selectivo a bajas concentraciones y uno selectivo a dosis elevadas puede eliminar cualquier tipo de planta.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Agrotterra, 1999-2021, Herbicidas, clasificación y uso, <https://blog.agrotterra.com/descubrir/herbicidas-uso/77614/,2021>.

### 2.1.6 Fitorreguladores

Los fitorreguladores son productos naturales, los cuales regulan el crecimiento de las plantas. Son hormonas vegetales o fitohormonas, su función principal es estimular o paralizar el desarrollo de las raíces.

Tipos de fitorreguladores:

- Auxinas: El efecto de las auxinas, cuyo tipo principal es el ácido indol acético (AIA), es estimular el alargamiento celular o favorecer su depresión, según convenga, para regular óptimamente el crecimiento de la planta.
- Giberelinas: Existen muchos tipos de giberelinas (GA), las cuales se sintetizan básicamente en las hojas jóvenes y en las semillas. Estas hormonas son compuestos isoprenoides procedentes del ácido mevalónico y actúan sobre el ácido ribonucleico (ARN) deprimiendo genes.
- Citoquininas: Las citoquininas son sintetizadas en las raíces y tiene un efecto en las yemas coronarias de la alfalfa a través de un movimiento acrópeto desde la zona radicular. Sintetiza también en los meristemas aéreos y en las hojas jóvenes. Las citoquininas activan directamente el proceso de división celular y pueden interactuar con las auxinas.
- Etileno: El etileno es la única hormona en estado gaseoso que existe en las plantas, el cual es sintetizado a partir de la metionina. Su principal efecto es promover la maduración de los frutos, incluyendo el paso de almidones y azúcares. Cuando interactúa con otras hormonas provoca, especialmente en los estadios de senescencia, la caída de flores, hojas y frutos.
- Abscisisina: La principal abscisisina es el ABA que se sintetiza a partir del ácido mevalónico. El funcionamiento del ABA es el siguiente: bloquea la síntesis del ARN inhibiendo la producción de enzimas inducidas por las giberelinas.

### **2.1.7 Bactericidas**

Un efecto bactericida es aquel que produce la muerte a una bacteria y está provocado por alguna sustancia bactericida. Los organismos secretan sustancias bactericidas como medios defensivos contra las bacterias. Los antimicrobianos de efecto lísico o lítico (lisis) en las bacterias, provocan una reducción en la población bacteriana en el huésped o en el uso de sensibilidad microbiana.<sup>10</sup>

## **3. Estudio de prefactibilidad**

Un estudio de prefactibilidad permite una descripción general de requerimientos de capital, retos claves, logística, tecnología y cualquier otra información que se considere importante en el proceso de investigación para la toma de decisiones al desarrollo de este.<sup>11</sup>

Esta exploración permite una posible inversión, detecta qué factores pueden afectar o inferir con el proyecto final, ayudando así a crear una imagen más concreta sobre los aspectos y desafíos que pueda traer para la idea del proyecto, lo que pretenderá proporcionar productos y servicios.

La nueva percepción de lo ambiental a nivel internacional ha traído repercusiones directas sobre las estructuras tradicionalmente establecidas para el manejo y vigilancia de los recursos naturales y el medio ambiente en nuestro país.

Uno de los grandes avances que en materia de control ambiental ha posibilitado la nueva norma, que recae directamente en la exigencia del estudio de impacto ambiental como requisito previo al otorgamiento de la licencia ambiental, documento el cual debe demostrar la viabilidad ambiental del proyecto que se evalúe.

---

<sup>10</sup> Aguamarket, 1999-2021, Bactericidas, <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=460>, 2021.

<sup>11</sup> Baca Urbina, G. (2013). Evaluación de Proyectos. México, D. F: McGRAW HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A, 2021.

Resulta clara la incidencia, proyección de tal exigencia y el papel protagónico que pasan a cumplir las corporaciones autónomas regionales, entidades territoriales, y demás instancias planificadoras, en su proceso de evaluación.

Dentro de los instrumentos disponibles para el abordaje de la problemática ambiental, la evaluación de impacto ambiental representa la herramienta técnica de carácter preventivo por excelencia, la cual se constituye a su vez en instrumento de redacción de proyectos, ya que permite la internalización de sus costos ambientales, generación de nuevas alternativas, mejoramiento de sus características técnicas y económicas.

De la mano de esta herramienta preventiva, se tienen las auditorías ambientales, éstas, como herramientas de evaluación periódica y sistemática, permiten detectar problemas relativos a la calidad ambiental por efecto de la operación de un proyecto. De esta manera, la evaluación de impacto ambiental y la auditoría se complementan y favorecen un mejor escenario para la integración de los proyectos de desarrollo con el medio.

El proyecto que se presenta introduce algunos elementos conceptuales en relación con el impacto ambiental, metodologías de identificación, valoración y aspectos de tipo teórico para incorporar un enfoque de tipo crítico. Dada la amplitud, vigencia y por tanto renovación tecnológica del tema, el documento representa tan sólo un referente bibliográfico de partida.

La prefactibilidad de un proyecto se compone de:

- Evaluación Técnica.
- Evaluación Económica.
- Evaluación Financiera.

### **3.1 Evaluación técnica**

Describe la tecnología requerida para el desarrollo y puesta en marcha del proyecto, así como su disponibilidad: procesos, equipos, software, métodos, herramientas.

### **3.2 Evaluación financiera**

Determina si el proyecto que se está proponiendo representa una oportunidad de negocio, o será sostenible a corto, mediano y largo plazo.

### **3.3 Factibilidad ambiental**

La evaluación de la factibilidad o viabilidad ambiental tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto produce en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de este; todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de los órganos competentes.

Este proceso busca identificar, cuantificar y valorar los diversos impactos de un proyecto sobre el entorno, tanto en el corto como en el largo plazo, de acuerdo con las modificaciones, las características físicas y biológicas del entorno.

También se debe analizar con profundidad los posibles efectos del entorno sobre el proyecto, en medida a las características bióticas en el que pueden afectar el diseño o el desarrollo del proyecto.

### **3.4 Identificación de los posibles impactos ambientales del proyecto**

Se refiere a la determinación de las actividades del proyecto en cualquiera de sus etapas, ya sea en las de construcción, operación; con impacto ambiental sobre la calidad ambiental (agua, aire, residuos sólidos), la flora y fauna, los valores ambientales especiales de una zona, costumbres y estilos de vida de la población.



Además, se debe promover un proceso participativo y determinación de la intensidad de los impactos ambientales. Con este objetivo se sugiere la utilización del Método de comparación con el nivel más alto a nivel tecnológico.

### **3.5 La factibilidad como dimensión del proceso**

La evaluación se define objetiva y sistemática. El objetivo es determinar la pertinencia, eficiencia, medición de la prefactibilidad real de la inversión, impacto y sostenibilidad, los objetivos específicos que se plantearon en una evaluación deben proporcionar información acertada.

Es una herramienta de aprendizaje y de gerencia para mejorar el análisis, planificación, ejecución de proyectos, así como para la toma de decisiones. Tiene como función principal conocer los impactos, resultados obtenidos frente a los programados, generar conclusiones y correcciones de los proyectos.<sup>12</sup>

Es importante señalar que esta evaluación no es sinónimo de control o fiscalización; se trata de analizar los resultados de los proyectos de manera que permitan obtener lecciones aprendidas para mejorar la calidad de la inversión, así como para suministrar información a las autoridades y a la población.

### **3.6 Importancia del sector agrícola**

La evaluación de proyectos de inversiones en el sector agrícola adquiere mayor importancia porque los impactos que se obtienen no solo provienen de la ejecución del proyecto de inversión, sino también de la operación del producto de esta, aspecto que adopta una mayor importancia para las pequeñas economías insulares que lo convierten en su principal fuente de desarrollo, ya que permiten dirigir al sector sus principales recursos económicos, naturales y humanos.

---

<sup>12</sup> Comisión Europea, 1998. Manual sobre Evaluación de Ambiental de Planes de Desarrollo Regional y Programas de los Fondos Estructurales de la UE. Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas, Bélgica.2021

### **3.7 Evaluación de impactos**

Los impactos de la inversión se evaluarán atendiendo a tres criterios: impacto económico y ambiental.

## **4. Estudio del mercado**

### **4.1 Objetivos y generalidades**

La agricultura genera altas pérdidas económicas ocasionadas por plagas y enfermedades. Estas plagas habitan en el mismo ecosistema agrícola.

Los costos para el control y prevención de plagas son sumamente elevados, actualmente el mercado global está evaluado en 2,500 millones de dólares, los plaguicidas biológicos representan sólo el 2.5% de este mercado. El control químico representa el 95% y el 5% restante corresponde al control biológico.

Los plaguicidas son empleados sin ningún monitoreo y regulación para proteger su toxicidad, lejos de ser una solución es una medida paliativa con efectos secundarios para los seres humanos y ecosistemas, es por ello por lo que es importante la implementación del control biológico como alternativa del control químico.

El fundamento del control biológico es su alta precisión contra las plagas a controlar, no causa daños ni contaminaciones al medio ambiente. La mayoría de los plaguicidas biológicos contienen la bacteria "Bacillus Thuringiensis" utilizada desde hace más de 40 años.

El objetivo es utilizar y analizar el uso de la biotecnología con respecto a la bacteria como plaguicida en la agricultura.

## 4.2 Definición del producto

*Bacillus Thuringiensis* es una bacteria entomopatógena capaz de producir una amplia variedad de proteínas Cry, insecticidas letales para distintos órdenes de insectos, con gran eficacia, alta especificidad y bajo impacto ambiental.<sup>13</sup>

La clasificación basada en los genes que codifican estas toxinas, a los cuales se denominan genes Cry, están basados en cinco grupos fundamentales, de los cuales se han caracterizado varias decenas de subgrupos que permiten establecer una correlación con la actividad insecticida.

## 4.3 Principales grupos de genes Cry en *Bacillus Thuringiensis*

- Cry I Lepidópteros: Se identifica con facilidad por la presencia de dos pares de alas membranosas cubiertas de escamas aplanadas, peculiaridad de la que deriva el nombre del orden.
- Cry II Lepidópteros y Dípteros: Los dípteros, que en sentido muy amplio incluyen a las “moscas” y “mosquitos”, se caracterizan, dentro de los insectos, por tener sólo un par de alas, de ahí el origen de su nombre (di = dos, ptera = ala).
- Cry III Coleópteros: Este orden de insectos incluye al grupo de animales más numerosos de la tierra. Las especies se han encontrado viviendo en variados hábitats (aéreo, subterráneo, agua dulce), como así mismo explotando diferentes fuentes de alimento (saprófagos, fitófagos, entomófagos). La mayoría de ellos se caracteriza por poseer el primer par de alas endurecido (élitros).
- Cry IV Dípteros: Este grupo de proteínas ataca la misma especie que contiene las mismas características que la descripción anterior.

---

<sup>13</sup> Daniel Pinos y Patricia Hernández-Martínez: Modo de acción de las proteínas insecticidas de *Bacillus thuringiensis*, Boletín SEEA n° 2019

- Cry V Lepidópteros y coleópteros: Este grupo de proteínas ataca la misma especie que contiene las mismas características que la descripción anterior.<sup>14</sup>

La nomenclatura actual de las toxinas Cry, las agrupa como:

1. Proteínas tóxicas a lepidópteros, grupos Cry1, Cry2 y Cry9.
2. Toxinas activas contra coleópteros, grupos Cry3, Cry7 y Cry8.
3. Proteínas con actividad dual, grupos Cry1B y Cry1.
4. Proteínas con actividad nematocida, grupos Cry5, Cry12, Cry13 y Cry14.
5. Proteínas tóxicas a dípteros, grupos Cry2, Cry4, Cry10, Cry11, Cry16, Cry17, Cry19 y las Cyt.<sup>15</sup>

#### **4.4 Mecanismo de acción**

La bacteria *Bacillus Thuringiensis* presenta un cristal parasporal de forma bipiramidal, romboide, cuadrado o amorfo, de naturaleza proteínica que es el responsable de la capacidad insecticida; su toxicidad es muy variada y depende del tipo de cristal.

El mecanismo de acción de esta bacteria es por ingestión y producto del pH alcalino del intestino del insecto, el cristal parasporal libera la toxina, la cual se asocia a puntos específicos de la membrana intestinal, formando poros que rompen la pared, a través de la cual ocurre una alteración del balance iónico, que lleva a la parálisis intestinal y cese de la alimentación. Posteriormente, y producto de una septicemia provocada por la multiplicación de la bacteria ocurre la muerte de las larvas, las

---

<sup>14</sup> Orietta Fernández -Larrea Vega (2012). Tecnologías de producción de *Bacillus thuringiensis*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)

<sup>15</sup> Orietta Fernández -Larrea Vega (2012). Tecnologías de producción de *Bacillus thuringiensis*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)

cuales se tornan flácidas y con un exudado lechoso; estas larvas pueden posteriormente desintegrarse.

#### **4.5 Naturaleza y usos**

*Bacillus Thuringiensis* es un bacilo Gran grampositivo nativo del suelo, se encuentra aislado en bosques tropicales y templados, zonas desérticas, sabanas, archipiélagos, frutales, suelos agrícolas, arena y cuevas.

#### 4.6 Principales recolectores de la bacteria *Bacillus Thuringiensis*

Muestras (número)	Lugar de colecta	Características del clima	Tipo de suelo
Suelo (2)	Huimanguillo, Tabasco	Cálido húmedo con lluvias todo el año	Plintosol
Suelo (1)	Jalapa, Tabasco	Cálido húmedo con lluvias todo el año	Leptocol
Suelo (1)	Teapa, Tabasco	Cálido húmedo con lluvias todo el año	Luvisol
Suelo (1)	Cunducán, Tabasco	Cálido húmedo con lluvias todo el Verano	Phaeosem
Suelo (1)	Cárdenas, Tabasco	Cálido húmedo con lluvias todo el Verano	Vertisol
Suelo (1)	Paraíso, Tabasco	Cálido húmedo con lluvias todo el Verano	Gleysol
Suelo (1)	Centro, Tabasco	Cálido húmedo con lluvias todo el Verano	Solonchak
Suelo (1)	Baca, Yucatán	Cálido subhúmedo con lluvias en Verano	Phaeosem
Suelo (1)	Conkal, Yucatán	Cálido subhúmedo con lluvias en Verano	Histosol
Suelo (1)	Dzidzatun, Yucatán	Semiseco muy cálido y cálido	Histosol
Suelo (1)	Acaneh Yucatán	Cálido subhúmedo con lluvias en Verano	Histosol
Suelo (1)	Chabihau, Yucatán	Semiseco muy cálido y cálido	Lixisol
Suelo (1)	Tekax, Yucatán	Cálido subhúmedo con lluvias en Verano	Solonchak
Suelo (1)	DB, Yucatán	Semiseco muy cálido y cálido	Lixisol
Suelo (1)	BJ, Quintana Roo	Cálido subhúmedo con lluvias en Verano	Leptocol
Rastrojo Maíz (5)	Tekax, Yucatán	Cálido subhúmedo con lluvias en Verano	Solonchak
N.oleander (4)	Conkal, Yucatán	Cálido subhúmedo con lluvias en Verano	Histosol

Tabla 4.1 *Principales recolectores de la bacteria B. thuringiensis.*  
Creación propia con datos (Portela Chaparro A.UNC,2013)

## 4.7 Principales aplicaciones

- Plaguicida biológico.
- Desarrollo de plantas transgénicas.
- Medicina.

## 4.8 Análisis de la oferta-demanda

La demanda de productos de origen biológico ha ido creciendo por tratarse de una alternativa viable y segura, sin embargo, su producción y uso debe seguir criterios de seguridad y calidad, siendo fundamental el uso de equipos y técnicas de manipulación que garanticen la seguridad para el usuario y el medio ambiente.<sup>16</sup>

Las formulaciones que contienen la bacteria tienen la capacidad de combatir insectos plagas sin afectar el medio ambiente, y no generar reacciones adversas en el ser humano u otros seres vivos, el uso de productos a base de *Bacillus Thuringiensis*, ha aumentado constituyendo del 1 al 2% del mercado global de plaguicidas, dejando ganancias de 8 billones de dólares por año. De igual forma se considera que el 80% de los productos biológicos utilizados en la agricultura son preparados con componentes de este microorganismo.<sup>17</sup>

Algunos productos de *Bacillus Thuringiensis* son: Bitoxibacillín, Ek-sotoxin, Agritol, Bactospeine, Bathurin, Biospor, Di-pel, Javelin, Sporeine.

## 4.9 Oferta

### 4.9.1 Beneficios

- Es un plaguicida biológico, el cual no altera el ecosistema.
- Ejerce un control selectivo de plagas.
- Favorece a la fauna benéfica.
- Inofensivo para los animales domésticos, el hombre y medio ambiente.

---

<sup>16</sup> Proain tecnología Agrícola. (sep 2021). *Bacillus Thuringiensis* y su producción en biorreactores

<sup>17</sup> Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá D.C., Colombia

- Exento de tolerancias de residuos y sin periodo de carencia.

#### **4.9.2 Ventajas**

- Producción de alimentos saludables, ricos en nutrientes.
- Protege la salud de los agricultores.
- Fertiliza la tierra y frena la desertificación.
- Favorece la retención del agua y no contamina los acuíferos.
- Fomenta la biodiversidad.
- Mantiene los hábitats de los animales silvestres.
- No despilfarra energía.
- Preserva la vida rural y la cultura campesina.
- Es socialmente más económica.
- Permite una verdadera seguridad alimentaria.
- Impulsa la creación de puestos de trabajo.
- Devuelve al campesino la gestión de sus tierras, sin dependencia.

#### **4.10 Distribución del producto**

Con el presente proyecto se busca desarrollar la investigación de la prefactibilidad del uso de la bacteria “Bacillus Thuringiensis” gracias a la implementación biotecnológica.

Se busca satisfacer las necesidades del productor el cual será más eficiente y productivo.



La investigación y la producción de productos biotecnológicos convertirá a diversas empresas en líderes del país, su imagen será importante para ganar rápidamente una buena participación.

La necesidad de ofrecer a los agricultores mexicanos, productos amigables con el medio ambiente y sus cultivos a precios más competitivos, de excelente calidad, con el respaldo de una investigación que conoce el sector agrícola y sus necesidades, además de diversificar y ampliar el portafolio de productos, aplicando la distribución de *Bacillus Thuringiensis*.

Las oportunidades que ofrece el mercado son muy amplias, México está ubicado en una zona pertinente, donde las condiciones climatológicas son óptimas para situaciones en las cuales se necesitará el uso de estos productos para el progreso y la calidad de nuestros cultivos. Esta es una necesidad para realizar la comercialización de una línea de plaguicidas biológicos dada su infraestructura y amplia experiencia en productos agrícolas.

La importancia de estos productos radica en el hecho de ser necesarios para la producción de alimentos, dado que contribuyen a obtener un mayor rendimiento de los cultivos, ya que ejercen control sobre malezas, enfermedades y plagas.

Además del beneficio en la producción mundial de alimentos, estos productos han contribuido al desarrollo de nuevas tecnologías, avances en investigación y desarrollo de la agricultura en el mundo. El mercado de México es importante dentro de América Latina; Jalisco, Veracruz, Oaxaca, Chihuahua y Sinaloa concentran la mayor producción agrícola, distribuidos a lo largo del territorio nacional muestran la diversidad de suelos y climas que determinan el desarrollo de cultivos. Estas entidades en conjunto producen 114 millones 24 mil 954 toneladas de productos agrícolas en un total de 6 millones 512 mil 626 hectáreas que se siembran y cosechan en los diferentes ciclos de cultivo.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | 11 de julio de 2021

#### **4.11 Volumen de la producción por cada entidad y los productos agrícolas**

- Jalisco: 35,539,638 toneladas de productos agrícolas.

Pastos (13,194,479 t.) y caña de azúcar (8,013,662 t.).

- Veracruz: 30,071,966 toneladas de productos agrícolas.

Caña de azúcar (21,837,516 t.) y naranja (2,486,956 t.)

- Oaxaca: 19,337,368 toneladas de productos agrícolas.

Pastos (12,742,818 t.) y caña de azúcar (3,929,301 t.).

- Chihuahua: 16,516,499 toneladas de productos agrícolas.

Maíz grano (1,417,390 t.) y alfalfa (8,116,222 t.).

- Sinaloa: 12,559,483 toneladas de productos agrícolas.

Maíz grano (6,440,205 t) y jitomate (764,435 t.).

## **5. Estudio técnico**

Los objetivos del análisis técnico-operativo de un proyecto comprenden todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio.

- Verificar la posibilidad técnica de la fabricación del producto que se pretende.
- Analizar y determinar el tamaño, la localización, los equipos, las instalaciones y la organización óptima requerida para realizar la producción.

### **5.1 Localización de planta industrial**

#### **5.1.1 Factores por considerar**

- Proximidad a las materias primas:

Tomar en cuenta la disponibilidad de la materia prima, se consideran como posibles ubicaciones a las localidades más cercanas a dicha fuente. Se concluye al considerar la disponibilidad de materia prima y a la cercanía de esta. Considerando, así como primera opción el estado de Tabasco dado que es uno de los principales estados recolectores de la bacteria *Bacillus Thuringiensis*.

- Cercanía al mercado:

La localización de la planta debe considerar la ubicación de los estados que requieren los servicios, ya que es indispensable tener una ruta establecida que pueda abastecer el mercado. En el caso de la producción de esta bacteria como plaguicida biológico, se abastecerán los estados de Veracruz, Oaxaca, Jalisco y Chiapas ya que en estos estados se concentra la mayor producción agrícola, sin dejar de lado pequeñas empresas o locales cerca de la ruta que requieran el producto.

- Requerimientos de infraestructura industrial
  - Caminos de acceso.
  - Energía eléctrica.
  - Agua.
  - Condiciones socioeconómicas.
  - Eliminación de desechos.
  - Disponibilidad de mano de obra.
  
- Modo de transporte: Existen varias opciones en el mundo para el transporte de producción biotecnológica en función del tipo de mercancía y del coste. En un mundo globalizado, el transporte terrestre, aéreo y marítimo son las tres opciones existentes más utilizadas.
  
- Transporte terrestre: El transporte terrestre es la alternativa más utilizada en las distancias cortas. Sobre todo, utilizada en los países desarrollados, que tienen infraestructuras bien adaptadas para el transporte por carretera. La existencia de una amplia red de carreteras permite que la recolección de productos y la entrega del destino sea efectiva. En este sector también se incluye el tráfico de mercancías por vía férrea, que es más barato que por carretera. La principal ventaja del transporte terrestre es que permite enviar cualquier tipo de mercancía por el balance entre precio y conservación. Cabe destacar que no es la vía más barata, pero en cantidades moderadas es asumible por las empresas de transporte de mercancías. Además, como ya son conocidas las vías de distribución de los consumidores; se considera esta vía de transporte como la más efectiva para el proyecto, así como para el producto y conservación.

## 5.2 Ubicación de planta



Figura 5.1 Mapa de Localización de la planta industrial en Tabasco.

Fuente: Google Maps.

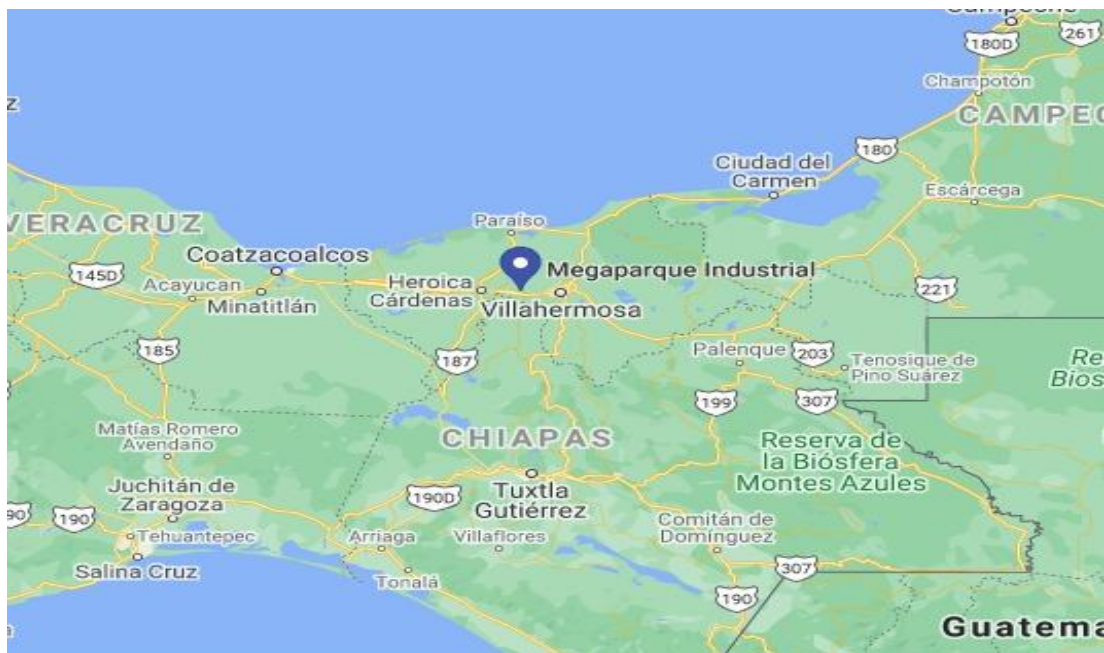


Figura 5.2 Mapa de Localización del Mega parque Industrial en Tabasco.

Fuente: Google Maps.

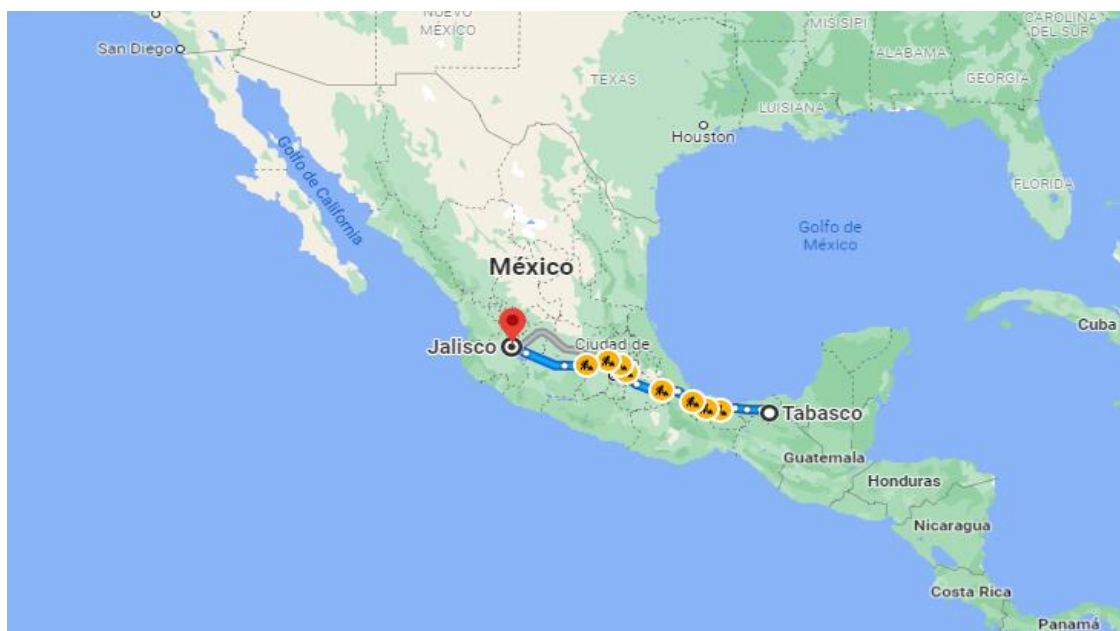
### 5.2.1 Características

La planta industrial se ubicará en el Estado de Tabasco, Villahermosa (Carr. Costera del Golfo 344, Tabasco) debido a:

- Facilidad de recolección de la materia prima.
- Proximidad a carretera.
- Características climatológicas.
- Características de suelo.
- Fácil acceso a transporte.
- Fácil distribución a consumidores.

### 5.2.2 Rutas de distribución del producto

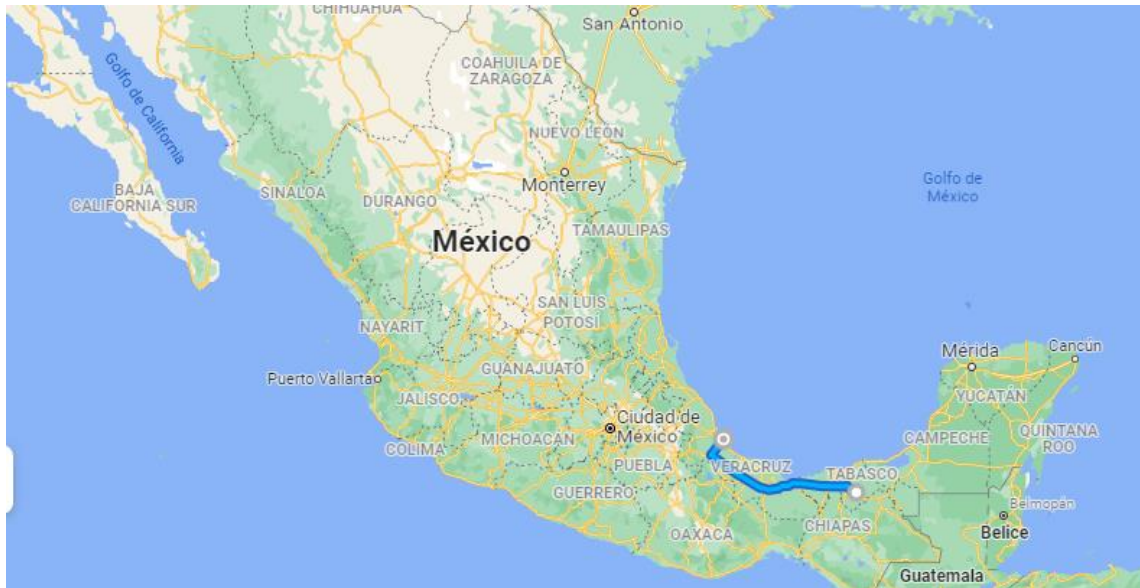
- Ruta Tabasco - Jalisco



**Figura 5.3 Mapa de la República Mexicana mostrando la ruta recorrida de Tabasco a Jalisco.**

**Fuente: Google Maps.**

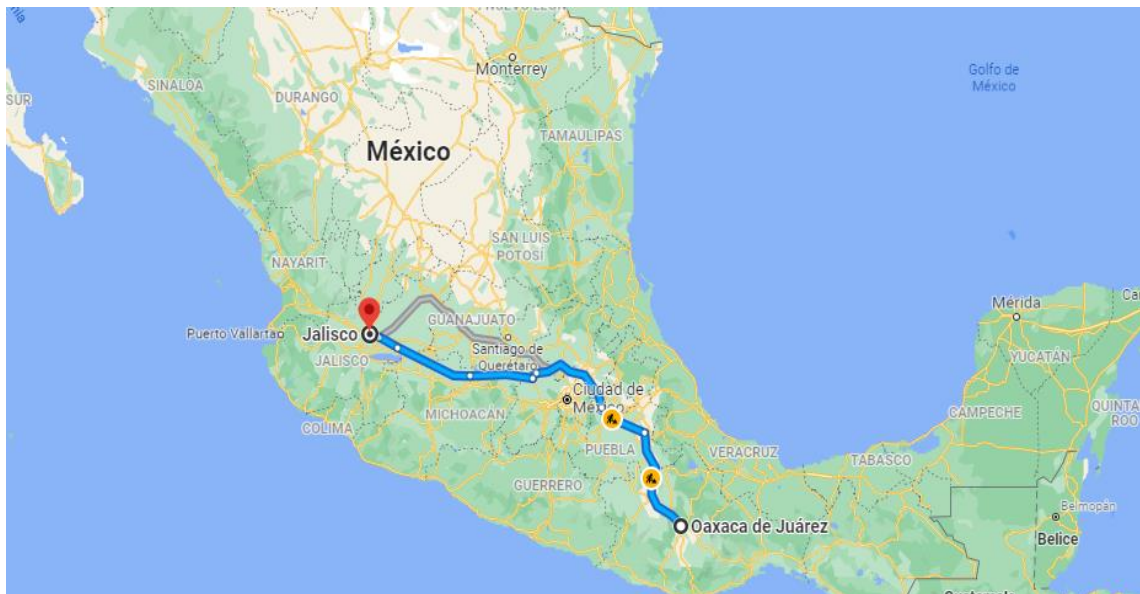
- Ruta Tabasco - Veracruz



**Figura 5.4** Mapa de la República Mexicana mostrando la ruta recorrida de Tabasco a Veracruz.

**Fuente:** Google Maps.

- Ruta Jalisco - Oaxaca



**Figura 5.5** Mapa de la República Mexicana mostrando la ruta recorrida de Jalisco a Oaxaca.

**Fuente:** Google Maps.



- Ruta Oaxaca- Chiapas



**Figura 5.6** Mapa de la República Mexicana mostrando la ruta recorrida de Oaxaca a Chiapas.

**Fuente:** Google Maps.

- Ruta Chiapas - Tabasco



**Figura 5.7** Mapa de la República Mexicana mostrando la ruta recorrida de Chiapas a Tabasco.

**Fuente:** Google Maps.



### **5.3 Tamaño de una planta industrial**

El tamaño de una planta industrial se conoce como la capacidad instalada de producción de esta, se expresa en la cantidad producida por unidad de tiempo, es decir volumen, peso, valor o unidades de producto elaborados por año, mes, días y turno, hora, etc. En algunos casos la capacidad de una planta se expresa, no en términos de la cantidad de producto que se obtiene, sino en función del volumen de materia prima que se procesa.

En las plantas industriales que cuentan con equipos de diferentes capacidades, la capacidad de la planta se da en función del equipo de menor capacidad. En aquellas industrias que elaboran diversos lotes de productos de diferentes características, el tamaño de la planta se suele especificar con respecto a la producción de un lote tipo o mezcla de productos.

### **5.4 Factores que determinan el tamaño de una planta industrial**

#### **5.4.1 Características del Mercado de Consumo**

El primer paso en la selección del tamaño de una planta es la revisión de los resultados del estudio de mercado de consumo, tendiente a determinar si la dimensión del mercado potencial estimado para el proyecto justifica o no montar la planta.<sup>19</sup>

#### **5.4.2 Características del Mercado de Proveedores**

Los volúmenes y las características de las materias primas, así como la localización de las áreas de producción de estas, son los factores que seguidamente se toman en cuenta para ajustar el tamaño de la planta, si se prevé que el volumen disponible de la materia prima no es suficiente para llenar los requerimientos de abastecimiento

---

<sup>19</sup> López, I. C. (2010). *Universidad Nacional de Gallao*.

de la planta al nivel de capacidad preseleccionado, será necesario reducir dicho nivel para ajustarlo a la disponibilidad previsible de materia prima.

El tamaño de la planta así ajustado debe revisarse en función de la dispersión de las áreas de producción, de la infraestructura de comunicación, transporte y características de la materia prima, ya que el costo de transporte de esta determinará el radio máximo de aprovisionamiento que es posible utilizar.

Los períodos de disponibilidad y las fluctuaciones en el suministro de materias primas perecederas también pueden originar la necesidad de ajuste en el tamaño de la planta.<sup>20</sup>

#### **5.4.3 Economías de Escala**

Se conocen como Economías de Escala las reducciones de los costos unitarios de operación de una planta industrial debido a: incrementos en su tamaño o a aumentos en su período de operación por diversificación de su producción o bien por extensión de sus actividades empresariales, a través del uso de facilidades de organización, producción o comercialización de otras empresas, aplicación de tecnología mejorada, etc.<sup>21</sup>

#### **5.4.4 Disponibilidad de Recursos Financieros**

Indudablemente uno de los factores limitantes de la dimensión de un proyecto industrial es la disponibilidad de recursos financieros. Estos recursos se requieren para hacer frente tanto a las necesidades de inversión en activos fijos como para satisfacer los requerimientos de Capital de Trabajo. Los recursos para cubrir las necesidades de un proyecto industrial de iniciativa privada pueden provenir de dos fuentes principales:

- Del capital social suscrito y pagado por los accionistas de las empresas que se forme para adquirir, instalar y operar la planta.

---

<sup>20</sup> López, I. C. (2010). *Universidad Nacional de Gallao*.

<sup>21</sup> López, I. C. (2010). *Universidad Nacional de Gallao*.

- De los créditos que se puedan obtener de instituciones bancarias, públicas y privadas.<sup>22</sup>

#### **5.4.5 Características de la mano de obra**

Un factor limitante del tamaño de una planta industrial puede ser la legislación laboral, ya que podría resultar más conveniente reducir el tamaño de una planta que hacer frente a fuertes erogaciones para dotar de ciertos servicios sociales a los trabajadores de esta (comedores industriales, transporte de personal y servicios médicos). Este factor unido a la falta de mano de obra calificada puede obligar a reconsiderar el tamaño de la planta.<sup>23</sup>

#### **5.4.6 Tecnología de Producción**

Para la selección del tamaño de una planta también se deben tomar en cuenta las características de los procesos y los equipos. En algunas ocasiones, para aumentar la capacidad instalada, se requiere de grandes inversiones o de períodos muy largos de construcción e instalación en los cuales es necesario disminuir la producción, por lo que resulta aconsejable la selección de un tamaño inicial de planta mayor que el determinado en función de otros factores.<sup>24</sup>

#### **5.4.7 Política Económica**

La política económica vigente puede influir substancialmente en el tamaño de la planta a instalar, a través del establecimiento de diversos incentivos. Estos incentivos pueden estar encaminados a substituir las importaciones y a fomentar las exportaciones. En otras ocasiones, la política económica puede reducir el tamaño del proyecto, ya sea limitando la importación de equipos y materia prima por convenir a la balanza de pagos (ahorro de divisas) o, limitando el crédito a ciertas industrias como consecuencia de los programas de desarrollo en los cuales se

---

<sup>22</sup> López, I. C. (2010). *Universidad Nacional de Gallao*.

<sup>23</sup> López, I. C. (2010). *Universidad Nacional de Gallao*.

<sup>24</sup> López, I. C. (2010). *Universidad Nacional de Gallao*.

encuentre empeñado el país. En resumen, la determinación del tamaño de una planta industrial requiere de la revisión y análisis detallado del conjunto de factores de influencia, los cuales tienen repercusión en el monto de las inversiones necesarias para instalar la planta, en los niveles de rentabilidad que habrán de obtenerse y en las perspectivas de crecimiento de esta.<sup>25</sup>

## **5.5 Tipos de proceso**

En biotecnología son utilizados dos tipos de producciones básicas: cultivos superficiales sobre medios sólidos o semisólidos y producción en medios líquidos superficiales o sumergidos.

### **5.5.1 Producción líquida de *Bacillus Thuringiensis***

Uno de los aspectos más importantes de *Bacillus Thuringiensis* es su producción a escala industrial. La primera etapa, la cual es una de las más importantes de este proceso, es la selección y conservación de las cepas de trabajo.

El mantenimiento y conservación de las cepas seleccionadas es una garantía del éxito del proceso y del producto final. Para la conservación se emplean diferentes métodos, entre los más utilizados están la liofilización, suelo estéril, papel de filtro, medio agarizado, entre otros. Lo más importante es evitar los subcultivos continuos, porque se puede perder la virulencia y podrán aparecer poblaciones acristalíferas.

El desarrollo del producto a partir de la cepa seleccionada comienza con la preparación de los inóculos, los cuales se obtienen generalmente en zarandas mediante cultivos líquidos agitados y a partir de estos se realizan 1 o 2 subcultivos en fermentadores de menor volumen, dependiendo de la magnitud del volumen final de trabajo.

---

<sup>25</sup> López, I. C. (2010). *Universidad Nacional de Gallao*.

Pueden utilizarse cultivos totalmente esporulados o en fase de crecimiento exponencial, pero no es recomendable utilizar otros instares porque los cultivos obtenidos no serían homogéneos.

La composición del medio de cultivo es muy importante porque es necesario ajustar el balance de los nutrimentos, principalmente carbono y nitrógeno para obtener una concentración elevada de biomasa bacteriana y una buena cantidad de cristales tóxicos. Otros nutrimentos también son importantes, tales como las sales de magnesio, manganeso, carbonatos y fosfatos.

Como fuentes nitrogenadas se utilizan harinas de soya, maíz, trigo y pescado entre otras y como fuentes de carbono se emplean principalmente almidones y en ocasiones melazas.

El valor de pH es un parámetro importante y aunque generalmente se deja libre durante el proceso, es necesario ajustar los medios de cultivo para que no sea menor a 5,0. En general, el pH inicial debe ser de 6,8-7, 2, pero baja después de las primeras 8-12 h, hasta llegar a 5,0. Después se incrementa lentamente y al final el proceso tiene un valor aproximado de 8,0. Esta cinética es un buen indicador del proceso.

Durante el proceso de producción de *Bacillus Thuringiensis* es importante considerar el suministro de oxígeno porque esta bacteria requiere un elevado nivel de este gas, en especial durante la fase de crecimiento exponencial. Esta demanda disminuye durante la génesis y en la etapa de lisis del esporangio y liberación de la delta endotoxina. Esto disminuye el suministro de aire en la etapa final de la producción, lo que representa una economía en el proceso.

Los procesos industriales se realizan en grandes fermentadores y el recobrado mediante procesos de sedimentación, filtración o centrifugación, este último es el más eficiente.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> Orietta Fernández -Larrea Vega (2012). Tecnologías de producción de *Bacillus thuringiensis*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)

### 5.5.2 Producción sólida de *Bacillus Thuringiensis*

Actualmente, se desarrollan los métodos de producción por cultivo sumergido, los cuales son más eficientes, económicos, permiten la producción a mayor escala, con menos contaminación y mejor control de la calidad.

La producción por cultivo sumergido se realiza en forma industrial y sobre sustratos sólidos a pequeñas escalas, en forma artesanal. También utilizan bandejas o frascos con medios líquidos en condiciones de cultivo estéril.

*Bacillus Thuringiensis* es producido en forma sólida, semisólida y por cultivo sumergido o líquido estético; sin embargo, la producción a escala comercial se realiza por fermentación sumergida en grandes tanques que contienen medio de cultivo. En los medios semisólidos, la humedad debe controlarse muy bien para asegurar el desarrollo del microorganismo sin provocar agregación de las partículas y con una adecuada transferencia de oxígeno.

La producción semisólida de esta bacteria permite obtener cantidades importantes del microorganismo, pero con menor eficiencia que por cultivo sumergido y solo a escalas limitadas de producción.

Otro de los aspectos negativos es la esterilidad durante el proceso de producción. Mantener condiciones uniformes durante el proceso y ajustar parámetros como el pH y la temperatura resultan difíciles en los medios sólidos y semisólidos. Por tanto, se considera que el mejor método de producción es el cultivo sumergido.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> Orietta Fernández -Larrea Vega (2012). Tecnologías de producción de *Bacillus thuringiensis*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)

## 5.6 Descripción del proceso para la obtención del producto

Se reciben por la corriente 1 las cepas de la bacteria *Bacillus Thuringiensis*, son transportadas al Liofilizador (L-01) donde se conservan dichas bacterias, en esta corriente se retiran las cepas liofilizadas, las cuales entran al tanque (T-01), inyectando agua para cultivar los inóculos, el periodo de inoculación tiene una duración de 14 horas, posteriormente entran al fermentador (F-01) por 24 horas a 30° C, el cual es alimentado con 3 corrientes más, corriente 2 (H<sub>2</sub>O), corriente 3 (hojas de maíz/ nutrientes) y por la corriente 4 Oxígeno (O<sub>2</sub>).

Después de 12 horas el flujo del fermentador pasa a través de un filtro de flujo horizontal, donde las bacterias que aún no están listas se recirculan al fermentador a través de la corriente 6. Las bacterias que ya cuentan con las características adecuadas pasan por la corriente 7 que son depositadas en la centrifuga (C-01). Este proceso de fermentación, filtrado y recirculado se realizará una segunda vez después de 6 horas de fermentación y una tercera vez pasadas otras 4 horas, sumando así un tiempo de 22- 24 horas de fermentación.

Posteriormente en la centrifuga (C-01) se llevará a cabo la separación de fases, desechando el líquido por la corriente 8 el cual será recirculado al fermentador (F-01), obteniendo así la bacteria *Bacillus Thuringiensis*, la cual es transportada por la corriente 9 al desecador (D-01).

La bacteria *Bacillus Thuringiensis* se colocará en el mezclador (M-01) agregando ingredientes inertes para formar el plaguicida a través de la corriente 10. Es retirada del mezclador por medio de la corriente 11 para su posterior empaquetado, es transportado en la banda (B-01), obteniendo así el producto final en la corriente 12.

## 5.7 Diagrama de bloques

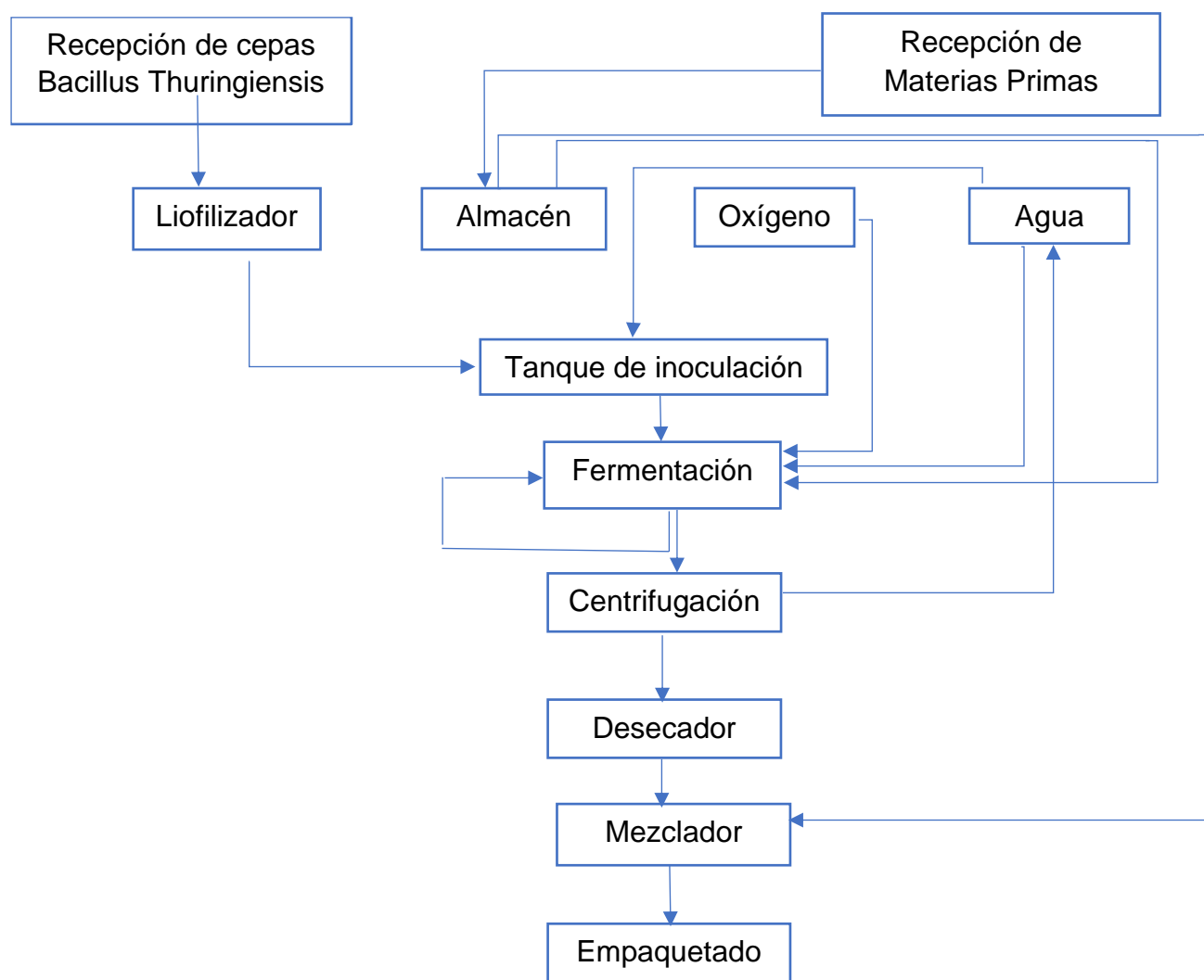


Figura 5.8 Diagrama de bloques del proceso del plaguicida.

Fuente: Creación propia



## 5.8 Diagrama de flujo de proceso

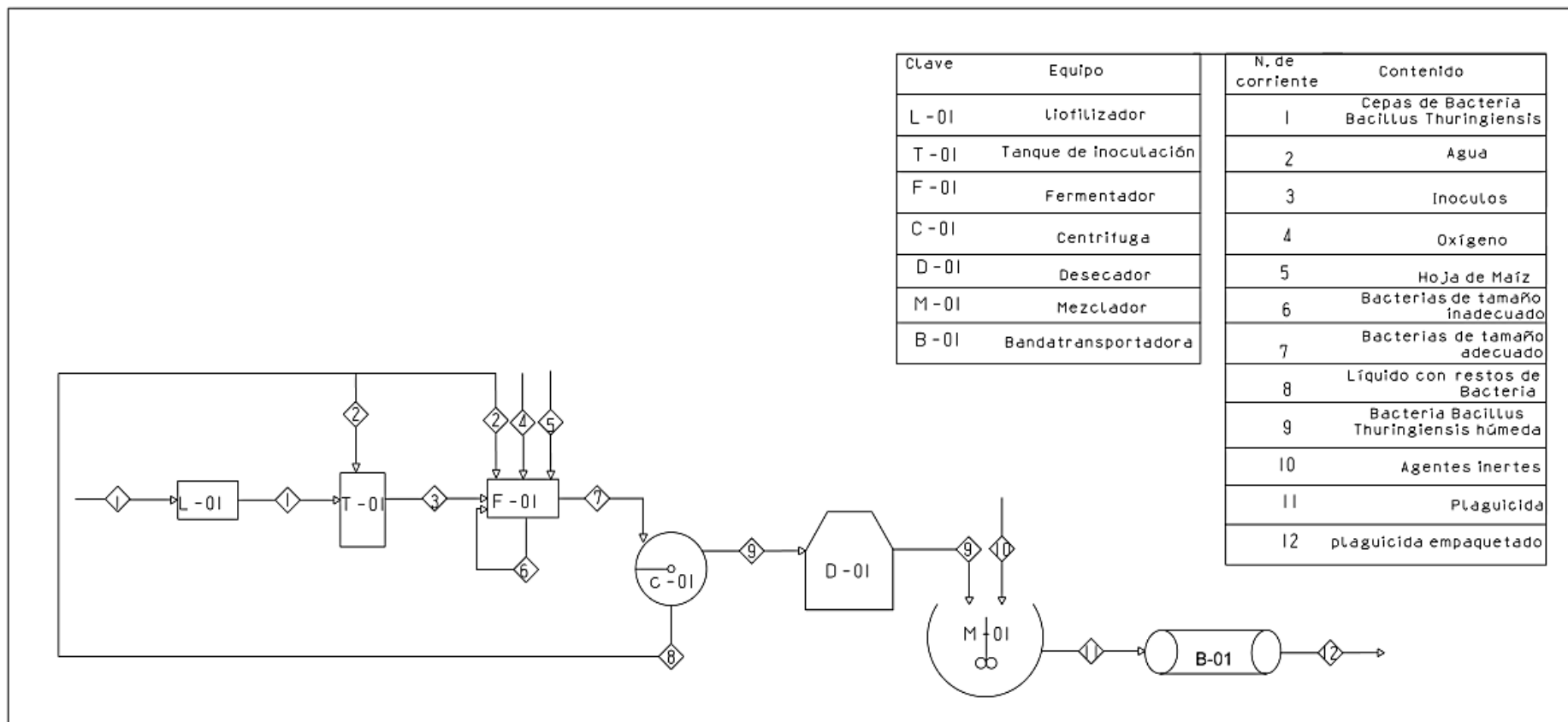


Figura 5.9 Diagrama de flujo de proceso de la obtención del plaguicida.

Fuente: Creación propia.

## 5.9 Equipos

Equipos de capacidad estandarizada	Clave
Liofilizador	L-01
Tanque	T-01
Fermentador.	F-01
Centrifugadora.	C-01
Desecador.	D-01
Mezclador	M-01
Banda transportadora.	B-01

**Tabla 5.1 Equipos requeridos para el proceso del plaguicida.**

**Fuente: Creación propia.**

## 5.10 Selección de maquinaria

En la Tabla 5.1 se menciona el equipo necesario para el proceso y las actividades a realizar, las cuales se mostraron de forma secuencial en el diagrama de flujo del proceso (Figura 5.9) de modo que para una mejor comprensión de la Tabla 5.1, deberá referirse al diagrama mencionado.

Para la investigación de las capacidades de los diferentes equipos que intervienen en el proceso, se realizó el balance de masa (Tabla 5.2) y se consultaron varios proveedores. De acuerdo con el balance de masa se presenta la Tabla 5.5 con las características, dimensiones y capacidades de los equipos necesarios para la producción del plaguicida.

El material de los equipos requeridos es de acero inoxidable (Al 304), seleccionado según las características de higiene del proceso.

### 5.10.1 Balance de Masa

N° de corriente	1	2	3	4	5	6	7	8
De	L-01	T-01	F-01	F-01	F-01	F-01	F-01	C-01
Para	T-01	F-01	C-01	F-01	C-01	F-01	C-01	D-01
Temperatura (°C)	30	30	30	30	30	30	30	30
Presión (atm)	1	1	1	1	1	1	1	1
Flujo masico (L/lote)	30	3000	415	2585	345	2240	300	1060
Agua (L)	29.9	2298	41.5	2005	34.5	1737.7	30	10.6
Bacteria Bacillus Thuringiensis(L)	0.1	—	374	—	310.5	—	270	954
Oxígeno	0	600	0	517	0	448	0	0
Hojas de Maíz(L)	0	72	0	62.6	0	54.3	0	0
Inóculos de Bacillus Thuringiensis(L)	0	30	0	0	0	0	0	0
Agentes inertes	0	0	0	0	0	0	0	0
Bacteria Bacillus Thuringiensis (Kg)	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 5.2 Parte 1 del Balance de Masa.

Fuente: Creación propia.

N° de corriente	9	10
De	D-01	M-01
Para	M-01	M-01
Temperatura (°C)	30	30
Presión (atm)	1	1
Flujo masico (kg/lote)	235.638	2945.475
Bacteria Bacillus Thuringiensis(kg)	235.638	235.638
Antiaglomerante	0	589.095
Desecante	0	353.457
Adherente y Humectante	0	883.6425
Dispersante	0	883.6425

**Tabla 5.3 Parte 2 del Balance de masa.**

**Fuente: Creación propia.**

Como se observa en la parte dos del balance de masa (ver tabla 5.3), se indica el flujo masico en kg de producción por lote, así como sus cantidades específicas de cada compuesto incluyendo los agentes inertes.

#### **5.10.2 Porcentajes y cantidades de materias primas utilizadas en el plaguicida**

Agente	%	kg
Activo (Bacillus Thuringiensis)	8	235.638
Anti aglomerante	20	589.095
Desecante	12	353.457
Adherente y Humectante	30	883.6425
Dispersante	30	883.6425

**Tabla 5.4 Materias primas utilizadas para el plaguicida y cantidades de uso.**

**Fuente: Creación propia.**

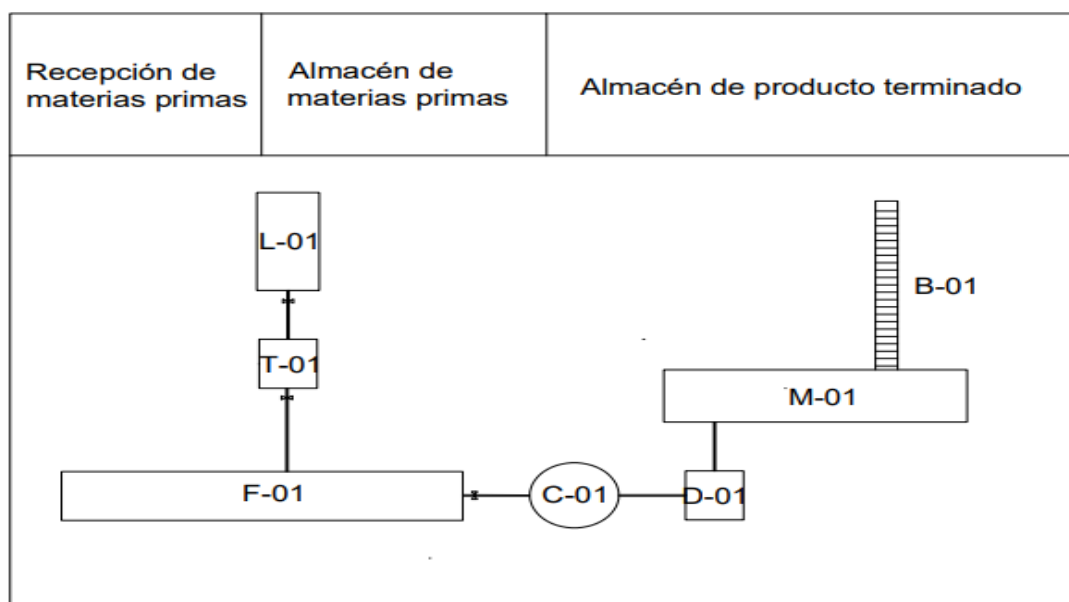
### 5.10.3 Dimensiones y características del equipo seleccionado

Clave	Dimensiones (m)	Características
L-01	3* 1.4 *2.1	Capacidad de 100 kg
T-01	0.97* 0.85	Capacidad de 600 Litros
F-01	2.2* 1.5	Capacidad de 3,000 Litros
C-01	0.5* 0.6	Capacidad de 150 kg/ batch, motor de 3/4 HP
D-01	1.3 *1 * 1.5	Desecador de acero inoxidable con puerta de vidrio.
M-01	1.6 *6.7*1.8	Capacidad de 3,000 kilos, 15 rpm,
B-01	0.5 * 5	-----

**Tabla 5.5 Características y dimensiones de los equipos requeridos para el proceso del plaguicida.**

**Fuente: Creación propia.**

En la Figura 5.10 se muestra la distribución de los equipos en el área de producción, una vez que se ha determinado la capacidad que se requiere; la distribución de los equipos requeridos en el proceso es en forma de U.



**Figura 5.10 Distribución de los equipos en el área de producción.**

**Fuente: Creación propia.**

### **5.11 Determinación de áreas de trabajo**

Una vez que se ha realizado la justificación, determinación de los equipos, mano de obra y el proceso productivo. Se requiere calcular el tamaño físico de las áreas para cada una de las actividades que se realizarán en la planta, además en la descripción y selección del equipo se propuso una distribución inicial, pero exclusiva para el departamento de producción.

Es necesario recordar que el proyecto está considerado para una microempresa, lo cual significa hacer una planeación lo suficientemente adecuada para que la empresa crezca si las condiciones del mercado lo permiten.

- Las áreas que debe tener la empresa se enuncian a continuación:
- Almacenes de materia prima y producto terminado.
- Patio de recepción y embarque de materiales.
- Áreas verdes (áreas de expansión).
- Sanitarios del área de producción.
- Sanitarios para las oficinas.
- Oficinas administrativas.
- Estacionamiento.
- Mantenimiento.
- Producción.
- Vigilancia.
- Comedor.

## 5.12 Plano general de la planta

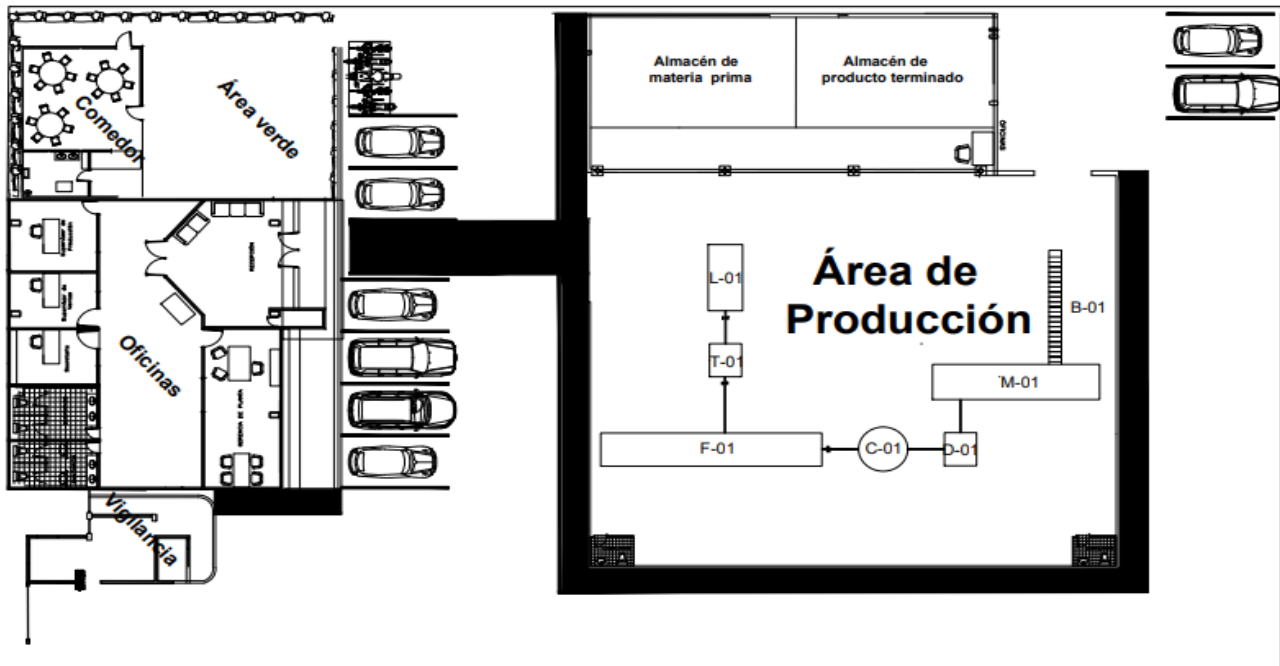


Figura 5.11 Plano general de la planta.

Fuente: Creación propia.

## 5.13 Personal a contratar

El personal administrativo está constituido por:

- Gerencia general.
- Supervisión de producción.
- Supervisión de ventas.

Dos secretarias serán encargadas de apoyar las necesidades de estas tres áreas.

Por otro lado, se tiene al personal técnico y de apoyo administrativo, para lo que se contará con:

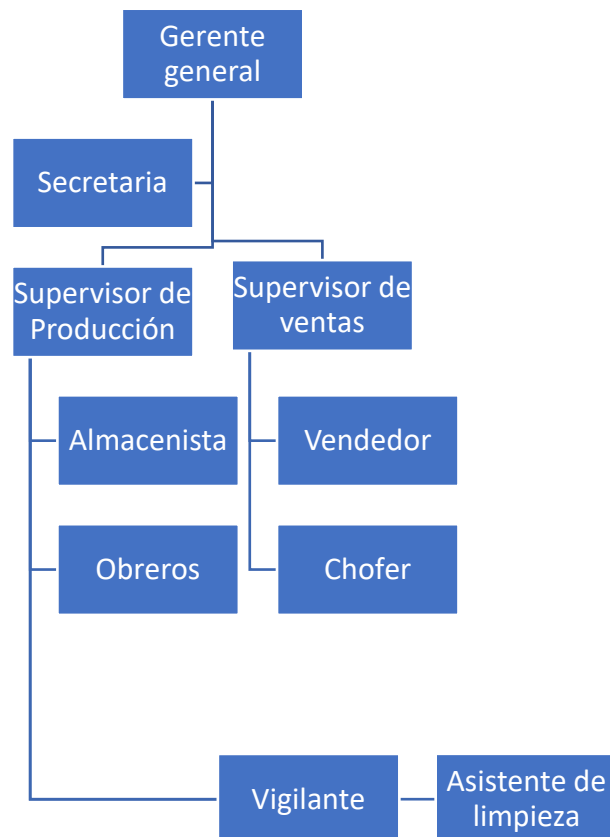
- Un almacenista.
- Dos obreros.
- Un vendedor.

- Un chofer que ayude al vendedor en la distribución del producto.
- Dos personas encargadas de la limpieza de la planta.
- Dos vigilantes.

Se requieren 2 obreros calificados para realizar todas las labores de producción. Las funciones de contabilidad y control de calidad serán realizadas por empresas externas.

Con estos datos se construye el organigrama mostrado en la Figura 5.12. Se propone el personal mínimo para que funcione adecuadamente la planta, si la demanda del producto llega a incrementarse, el gerente de ventas tendrá la obligación de expandir el mercado, así como el supervisor de producción tendrá la función de planear el aumento de los turnos de trabajo y de la capacidad instalada de la empresa.

#### 5.14 Organigrama



**Figura 5.12 Organigrama general de la empresa.**

**Fuente: Creación propia.**



El objetivo planteado para esta parte del proyecto es demostrar que se domina la tecnología de producción y no existe impedimento para elaborar el producto, éste se ha alcanzado a través de todo el estudio técnico, ya que se conoce a detalle la tecnología para elaborar el plaguicida.

## **6. Estudio económico**

### **6.1 Costos de producción**

La planta productora de plaguicida está planeada, para laborar dos turnos de trabajo.

Calculando el tiempo de proceso, en 3 días se obtiene un lote de 2945 kg. Se planea trabajar 6 días a la semana por lo que se pretende obtener dos lotes de producto.

#### **6.1.1 Producción por semana, mes y año**

<b>Periodo</b>	<b>Producción (Kg)</b>
<b>Semanal</b>	5,890
<b>Mensual</b>	23,560
<b>Anual</b>	282,720

**Tabla 6.1 Proyección de producción de plaguicida.**

**Fuente: Creación propia.**

### 6.1.2 Costo de materia prima

<b>Materia prima</b>	<b>Consumo por lote</b>	<b>Consumo por semana</b>	<b>Consumo por año</b>	<b>Costo total por año en pesos</b>
<b>Colonias de bacteria (kg)</b>	0.0247	0.0494	2.3712	9,120
<b>Hojas de maíz (kg)</b>	125.2	250.4	12,019.2	1,442,304
<b>Oxígeno (Litro)</b>	1565	3130	150,240	6,760.8
<b>Antiaglomerante(kg)</b>	589.095	1178.19	56553.12	7,917,436.8
<b>Desecante (kg)</b>	353.457	706.914	33931.872	2,714,549.76
<b>Adherente y Humectante (kg)</b>	883.6425	1767.285	84829.68	11,027,858.4
<b>Dispersante (kg)</b>	883.6425	1767.285	84829.68	12,724,452
			<b>Total:</b>	<b>35,842,481.76</b>

**Tabla 6.2 Materia prima al año.**

**Fuente: Creación propia.**

### 6.1.3 Costo de empaques

Para los empaques se decidió distribuir el producto en costales de 5 kg.

Tipo de empaque	Cantidad por lote	Cantidad por semana	Cantidad por año	Costo total por año en pesos
Costales (piezas)	589	1178	56,544	\$226,176

Tabla 6.3 Costos de Empaques anuales en pesos.

Fuente: Creación propia.

### 6.1.4 Costo de consumo de energía

	Consumo de energía		Precio			
			kW.Hora	\$2.955		
ITEM	Equipo	Gasto de energía (kW)	Día	Semana	Mes	Anual
1	Liofilizador	0.16	\$5.67	\$39.72	\$158.86	\$2,065.19
2	Centrifugadora de piso	0.559	\$19.82	\$138.75	\$555.02	\$6,660.24
3	Mezclador	4	\$141.84	\$992.88	\$3,971.52	\$47,658.24
4	Banda transportadora	0.184	\$6.52	\$45.67	\$182.69	\$2,192.28
					Total:	\$58,575.95

Tabla 6.4 Costos de Consumo de energía eléctrica por año en pesos.

Fuente: Creación propia con datos de CFE tarifas 2021.

### 6.1.5 Costo de consumo de agua

Cantidad de litros por lote	Suministro por litro	Costo en pesos por lote	Semanal	Mensual	Anual
3000 l / lote	0.55	\$1,650.00	\$3,300.00	\$13,200.00	\$158,400.00

Tabla 6.5 Costos de Consumo de agua por año en pesos.

Fuente: creación propia con datos de tabasco.gob 2021.

### 6.1.6 Costo de mano de obra

Plaza	Plazas	Turno/día	Sueldo mensual/plaza	Sueldo anual/plaza	Sueldo total
Supervisor de producción	1	1	\$15,000	\$180,000	\$180,000
Obrero	2	1	\$6500	\$78,000	\$156,000
Almacenista	1	1	\$5000	\$60,000	\$60,000
				Total	\$360,000
				+35% de prestaciones	\$534,600

Tabla 6.6 Costos de mano de obra directa por año en pesos.

Fuente: Creación propia.

Al total anual hay que agregar 35% de prestaciones que incluye pago al fondo de vivienda (INFONAVIT en México), pago de servicios de salud (IMSS en México), pago para fondo de jubilación (SAR en México), vacaciones, aguinaldos y días de descanso obligatorio. Por tanto, el costo total de la mano de obra directa es:

$$\$315,600 \frac{\text{pesos}}{\text{año}} (1.35) = \$426,060 \frac{\text{pesos}}{\text{año}}$$

Se considera como mano de obra directa al supervisor de producción, los obreros y al almacenista; este último controla directamente los insumos y el producto terminado.

## 6.2 Mantenimiento

Para que la planta funcione correctamente se requiere una revisión periódica de los sistemas que lo requieran, se mencionó en el estudio técnico que es más conveniente para la empresa contratar este servicio de forma externa (outsourcing).

Los equipos que requieren mantenimiento especializado son:

- Liofilizador.
- Fermentador.

El costo por aplicar mantenimiento preventivo a los equipos mencionados asciende a 4% al año de su valor de adquisición.

### 6.2.1 Costo de mantenimiento para equipos especializados

Equipos de capacidad estandarizada.	Costo de adquisición	Costo de mantenimiento anual
Liofilizador	\$1,485,000	\$59,400.00
Fermentador.	\$506,953.92	\$20,278.16
	Total	\$79,678.16

Tabla 6.7 Costos de mantenimiento de equipos especializados por año en pesos.

El resto de los equipos como: tanque, desecador, banda transportadora centrifugadora, mezclador y las tuberías solo requieren un mantenimiento sencillo del cual se encargará un técnico especializado que visitará 4 veces al mes la planta con un salario de \$1000 a la semana más prestaciones que se aproximan a \$64,800 anuales.

El costo de mantenimiento interno de la planta se calcula con el 2% del total del inmueble, sin considerar los activos, la planta tiene un valor de \$3,454,000 lo que significa \$69,080 anuales en mantenimiento.

### 6.2.2 Costo total de mantenimiento

Concepto	Costo total anual en pesos
Costo de mantenimiento de equipos	\$79,678.16
Sueldo de técnico	\$64,800
Costo de mantenimiento interno	\$69,080
Total	\$213,558.16

Tabla 6.8 Costos de mantenimiento de todos los equipos por año en pesos.

Fuente: Creación propia.

### 6.3 Costos de control de calidad

En el estudio técnico se mencionó que de acuerdo con el tipo de pruebas que requieren los plaguicidas biológicos, es más conveniente contratar un laboratorio externo para realizarlas, dichas pruebas requeridas son: determinación del contenido de ingrediente activo, pH, suspensibilidad, emulsificación, humedad, tamaño de partículas, humectabilidad, solubilidad, acidez o alcalinidad. densidad a granel y compactada.

Para estas pruebas se pidió la cotización a un laboratorio especializado y nos proporcionó un costo de \$240,000 anuales.

En cuanto al peso neto de producto al estar programada por las válvulas de salida del mezclador no consideran un costo extra para la planta.

#### 6.4 Presupuesto de costos de producción

Concepto	Costo total anual en pesos
Materia prima	\$35,842,481.76
Empaques	\$226,176
Energía Eléctrica	\$58,575.95
Agua	\$158,400
Mano de obra directa	\$426,060
Mantenimiento	\$197,358.16
Costos de control de calidad	\$240,000
Total	\$37,149,051.87

Tabla 6.9 Presupuesto de costos de producción anuales en pesos.

Fuente: Creación propia.

## 6.5 Costos de administración

De acuerdo con el organigrama general de la empresa, mostrado en el estudio técnico, contará con un gerente general, una secretaria, un servicio externo de contabilidad, dos asistentes de limpieza general y dos vigilantes.

### 6.5.1 Sueldos del personal administrativo

Plaza	Plazas	Turno/día	Sueldo mensual/plaza	Sueldo anual/plaza	Sueldo total
<b>Gerente general</b>	1	1	\$45,000	\$540,000	\$540,000
<b>Secretaria</b>	1	1	\$8,000	\$96,000	\$96,000
<b>Servicio de contabilidad</b>	1	1	\$8,000	\$96,000	\$96,000
<b>Asistente de limpieza</b>	2	1	\$4,000	\$48,000	\$96,000
<b>Vigilante</b>	2	1	\$4,000	\$48,000	\$96,000
				Total	\$924,000
				+35% de prestaciones	\$1,247,400

**Tabla 6.10 Sueldos de personal administrativo por año en pesos.**

**Fuente: Creación propia.**



La administración tiene otros egresos como los gastos de oficina, los cuales incluyen papelería, lápices, plumas, facturas, café, teléfono, mensajería y otros; esto asciende a un total de \$3000 mensuales o \$36,000 anuales.

La empresa está en posibilidad de ofrecer un servicio de comedor, concesionándolo externamente. Esto es independiente de la comida que cada trabajador pueda llevar. Se otorgará una comida por trabajador a un costo de \$8.40 por plato; considerando que se tendrán 13 trabajadores en la empresa, el costo siguiente:  $(\$8.40) (13) (288) \text{ días laborables por año} = 31,680 \text{ pesos/año}$

### 6.5.2 Costo total de administración

Concepto	Costo total anual en pesos
<b>Sueldos del personal</b>	\$1,247,400
<b>Gastos de oficina</b>	\$36,000
<b>Comedor</b>	\$31,680
<b>Total</b>	\$1,315,080

**Tabla 6.11 Costo total de administración por año en pesos.**

**Fuente: Creación propia.**

### 6.6 Costos de venta

De acuerdo con el organigrama general de la empresa, presentado en el estudio técnico, se contará con un supervisor de ventas, un repartidor y un chofer.

### 6.6.1 Sueldo del personal de ventas

Plaza	Plazas	Turno/día	Sueldo mensual/plaza	Sueldo anual/plaza	Sueldo total
<b>Supervisor de ventas</b>	1	1	\$15,000	\$180,000	\$180,000
<b>Repartidor</b>	1	1	\$7,000	\$84,000	\$84,000
<b>Chofer</b>	1	1	\$7,000	\$84,000	\$84,000
				Total	\$348,000
				+35% de prestaciones	\$469,800

**Tabla 6.12 Sueldos de personal de ventas por año en pesos.**

**Fuente: Creación propia.**

Además de los sueldos, existen tres conceptos adicionales importantes. El primero son los gastos de oficina, básicamente papelería y teléfono, cuyo costo puede ascender a unos \$12,000 anuales.

El segundo es la publicidad, al ser un producto novedoso, se requiere una gran promoción para que el producto se dé a conocer, este concepto alcanza hasta los \$200,000; este presupuesto puede adaptarse al tipo de publicidad que se le dé y a la respuesta del público.

El tercer concepto son los gastos que son requeridos para las entregas del producto como: mantenimiento de los vehículos, el combustible que consumen, casetas, viáticos de chofer y repartidor. Su costo anual es el siguiente:

- Mantenimiento anual de un vehículo \$30,000
- Combustible del vehículo \$150,000
- Viáticos \$10,000

Total, al año \$190,000.

#### 6.6.2 Costo total de ventas

Concepto	Costo total al año en pesos
<b>Sueldos del personal</b>	\$469,800
<b>Gastos de oficina</b>	\$12,000
<b>Publicidad</b>	\$200,000
<b>Operación de vehículos</b>	\$190,000
<b>Total</b>	\$871,800

Tabla 6.13 Costo al año total de ventas en pesos.

Fuente: Creación propia.

## 6.7 Costo total de operación de la empresa

Concepto	Costo total al año en pesos
Costos de producción	\$37,149,051.87
Costos de administración	\$1,315,080
Costos de venta	\$871,800
Total	\$39,335,931.87

Tabla 6.14 Costos totales de operación de la empresa al año en pesos.

Fuente: Creación propia.

## 6.8 Costos financieros

### 6.8.1 Inversión monetaria en activos fijos y diferidos

Los activos fijos son todos los bienes necesarios para operar la empresa desde el punto de vista de los departamentos de producción, administración y ventas.

### 6.8.2 Activos fijos de oficinas y ventas

Concepto	Cantidad	Precio unitario en pesos	Costo total en pesos
Computadoras	10	\$25,000	\$250,000
Impresoras	1	\$5,000	\$5,000
Sillas de escritorio	6	\$800	\$4,800
Escritorio	6	\$2,500	\$15,000
Camioneta de 2 toneladas	1	\$260,000	\$260,000
Cámaras de seguridad	6	\$400	\$2,400
		Total	\$537,200

Tabla 6.15 Costos totales activos fijos de oficinas y ventas en pesos.

Fuente: Creación propia.

## 6.9 Activos fijos de producción

### 6.9.1 Tanque de almacenamiento



**Figura 6.1 Representación ilustrativa del Tanque de Almacenamiento a utilizar en el proceso.**

**Fuente: COS INGENIERIA.**

Cantidad: 1 pza.

Precio: \$43,819.75

Descripción:

Tanque de Almacenamiento de 600 Litros, almacenamiento plano de acero inoxidable 304 grado alimenticio calibre 14, 600L nominales (útiles el 80% regularmente). Medidas del tanque: 97cm de diámetro por 85cm de altura. Base 40cm de altura. Base 50cm de altura. Válvula de 3/4" npt de esfera incluida.

### 6.9.2 Fermentador Unitanque



**Figura 6.2 Representación ilustrativa del Fermentador a utilizar en el proceso.**

**Fuente: COS INGENIERIA.**

Cantidad: 1 pza.

Precio: \$506,953.92

Descripción:

Fermentador Unitanque 3800L Nominales (3,060-26BBL Útiles), acero inoxidable 304, calibre de 3mm, el interior y chaqueta de aislamiento de 2mm, aislamiento de 8cm de espesor, la chaqueta de recirculado es de calibre de 1.5mm equipado con conexiones sanitarias tipo tri-clamp. Incluye compuerta ovalada de 480x330mm, presión máxima 25PSI instalada de forma lateral. 1 válvula clamp de 1 1/4" a la entrada desde tubo bastón. Sistema airlock con conexión clamp de 1 1/4" con válvula de alivio y manómetro con conexión a esfera CIP giratoria de 1 1/4". Válvula de dren 2" clamp con codo de 90° clamp. Salida de 1 1/4" con reeking arm, filtro Av 40. Chaqueta tipo dimple jacket en vaso y cono. Incluye piedra de carbonatación tipo clamp y válvula de muestreo. Puerto para dry hopping. Cono de 60° y racking arm para salida del producto.

### 6.9.3 Deseccador



**Figura 6.3 Representación ilustrativa del Deseccador a utilizar en el proceso.**

**Fuente: COS INGENIERIA.**

Cantidad: 1 pza.

Precio: \$319,605.10

Descripción:

Deseccador de acero inoxidable tipo gabinete, 2 entrepaños, material de acero inoxidable con puerta de vidrio con 2 entrepaños ajustables y bandeja para desecante. Medidas de la cámara: 1.2 m de ancho x 0.9 m de fondo x 1.4 m de alto. Medidas externas: 1.3 m de ancho x 1 m de fondo x 1.5m de alto.



#### 6.9.4 Liofilizador



**Figura 6.4 Representación ilustrativa del Liofilizador a utilizar en el proceso.**

**Fuente: COS INGENIERIA.**

Cantidad: 1 pza.

Precio: \$1,485,000

Descripción:

Capacidad de entrada por lote de 100 Kg, de imensión de la cámara de 3\*1.4\*2.1 m con diseño conforme a ASME BPE, de Bajo consumo energético y control completamente automático. Seguimiento del estado del producto en cualquier momento, producción alta y eficiente. Placas radiantes de doble cara (propiedad térmica 160 W/m-k), peso estimado de 7000 kg.

### 6.9.5 Centrifugadora



**Figura 6.5 Representación ilustrativa de la Centrifugadora a utilizar en el proceso.**

**Fuente: COS INGENIERIA.**

Cantidad: 1 pza.

Precio: \$590,000.64

Descripción:

Centrifugadora de piso, capacidad 150 kg. Fabricada en acero inoxidable calidad T-430 y T-304, reforzada canasta. En solera y barra de 1/4 Con malla tejida Motor nuevo marca weeg 3/4 hp 1745 rpm, máquina para uso rudo.

### 6.9.6 Mezclador



**Figura 6.6 Representación ilustrativa del Mezclador a utilizar en el proceso.**

**Fuente: COS INGENIERIA.**

Cantidad: 1 pza.

Precio: \$355,450.11

Descripción:

Mezclador de Material Acero inoxidable. capacidad de 3,000 kilos, dimensiones de 1.6 m\* 6.7 m, Motor de 4,0 KW. 400/690 V.

### 6.9.7 Banda transportadora



**Figura 6.7 Representación ilustrativa de la banda transportadora a utilizar en el proceso.**

**Fuente: COS INGENIERIA.**

Cantidad: 1 pza.

Precio: \$72,405.31

Descripción:

Banda transportadora con estructura y base en Acero Inoxidable., Suministro de corriente 110 Vol. AC. 60 Hz., banda en Lona tipo sin fin, vulcanizada sin fin Color Blanco. Ancho de la banda transportadora 0.5 X 5 m de largo. Dos guías al comienzo de la banda con ancho y altura variable para colocar el producto. Altura de trabajo 90 CMS. Velocidad de transporte variable de 3 a 6 Metros/min. Rodachinas para fácil movimiento y sistema de freno, peso máximo de transporte 100 Kg.

Precio total de equipos: \$ 3,373,234.87

## **6.10 Terreno y obra civil.**

De acuerdo con la Figura 5.10 se muestra la distribución del área de producción, se elaboró el plano general de la planta (Figura 5.11) en el cual se determinó que se requiere adquirir una superficie de  $(60 \text{ m}) (34 \text{ m}) = 2040 \text{ m}^2$ .

El precio de suelo en el mega parque industrial de Tabasco es de \$800  $\text{m}^2$ , por lo cual el costo del terreno es de \$1,632,000.

La superficie construida es la siguiente:

Almacenes:  $(19 \text{ m}) (8 \text{ m}) = 152 \text{ m}^2$

Oficinas y sanitarios:  $(15 \text{ m}) (12 \text{ m}) = 180 \text{ m}^2$

Estacionamiento =  $(23 \text{ m}) (5 \text{ m}) = 115 \text{ m}^2$

Producción y baños:  $(20 \text{ m}) (25 \text{ m}) = 500 \text{ m}^2$

### **Construcción de concreto**

Almacenes, producción, oficinas y baños =  $152\text{m}^2 + 180\text{m}^2 + 500\text{m}^2 =$  superficie de  $832 \text{ m}^2$  donde  $\text{Costo}/\text{m}^2 = \$2000$ ; costo total = \$1,664,000.

### **Construcción de barda perimetral**

Barda perimetral = 188 m,  $\text{costo}/\text{m} = \$106.00$  = Costo total = \$20,000.

### **Construcción con techo de lámina**

Lámina para estacionamiento = con superficie de  $115 \text{ m}^2$ .  $\text{Costo}/\text{m}^2 = \$1,200$ . Costo total = \$138,000.

### 6.10.1 Costo de terreno y obra civil

Concepto	Costo en pesos
Terreno	\$1,632,000
Construcción de concreto	\$1,664,000
Construcción de lamina	\$138,000
Barda perimetral	\$20,000
Total	\$3,454,000

Tabla 6.16 Costo de terreno y obra civil.

Fuente: Creación propia.

### 6.10.2 Inversión total

Concepto	Costo en pesos
Equipo de producción	\$3,373,234.87
Equipo de oficinas y ventas	\$537,200
Terreno y obra civil	\$3,454,000
Subtotal	\$7,364,434.87
+5% imprevistos	\$368,221.7435
Total	\$7,732,656.61

Tabla 6.17 Inversión total para la planta.

Fuente: Creación propia.

Como una medida de protección para el inversionista siempre se utiliza el 5% o hasta el 10% de imprevistos. En realidad, la cifra que deberá utilizarse para la evaluación económica es el subtotal, que en este caso es de \$7,364,434.87 Sin embargo, el cálculo de los imprevistos significa que el inversionista deberá estar preparado con un crédito que esté disponible por \$368,221.7435 lo cual no significa que necesariamente se utilizará.

## **6. 11 Capital de trabajo.**

### **6.11.1 Estado de resultados proforma.**

Este último rubro está enfocado directamente en los estados financieros básicos. En el estado de resultados, se muestran pérdidas, ganancias, ingresos, costos y gastos en que incurren en la empresa en su operación diaria para funcionar.

Con lo anterior, partiendo de un objetivo y finalidad, se revisaron los conceptos de ingreso, costo y gasto, así como su clasificación, también se identifica en qué casos la empresa genera utilidades y cuándo incurren en pérdidas a través del tiempo; de esta forma se analizan los elementos más importantes del Estado de resultados.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio técnico, así como el análisis correspondiente, se obtienen los siguientes resultados para el capital de trabajo.

Suma de los totales:

Costo unitario de producción \$173.9173558

Costo unitario de venta \$1500

Ganancia \$1326.0817= 762.478%

Se muestra una presentación razonable de la información financiera de la entidad lucrativa con respecto al proceso de la bacteria *Bacillus Thuringiensis*, se incluye un estado financiero básico, que, adicionado al balance general, al estado de variaciones en el capital contable y al estado de cambios en la situación financiera,

permitirá una adecuada toma de decisiones económicas por parte de las personas encargadas del proyecto general.

Asimismo, se establece que la información contenida en el estudio, junto con la de otros estados financieros básicos, es funcional para contar con elementos de juicio respecto al:

- Nivel de eficiencia operativa
- Rentabilidad
- Riesgo financiero
- Grado de solvencia
- Liquidez de la entidad

## **7. Evaluación económica**

### **7.1 Criterios de Evaluación Financiera**

La Evaluación de un Proyecto debe tener como base el análisis con el que se mide la rentabilidad económica, en el que principalmente tenemos cuatro evaluaciones Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Tiempo de Recuperación de la Inversión y Relación Costo-Beneficio, todos estos con base en el Flujo de Efectivo.

Este proyecto se realiza con un conjunto de análisis para la construcción de la planta, producción, venta y entrega del producto.

El criterio es únicamente analizar estos indicadores, lo cual es la base para tomar la decisión de invertir o no.

### **7.2 Valor Actual Neto (VAN)**

Este método de evaluación considera el valor del dinero a través del tiempo y representa la utilidad que obtiene el inversionista después de haber recuperado la



inversión, obteniendo la rentabilidad exigida; mide los resultados obtenidos por el proyecto a valor presente del periodo en que se hace la evaluación.

La evaluación del proyecto, mediante el criterio del Valor Actual Neto (VAN), nos determina que este proyecto es financieramente rentable, ya que la suma de sus flujos netos de efectivo descontados nos da un resultado de \$24,878,383.14 los cuales representan el margen de aceptación para este proyecto ya que esta cantidad representa la ganancia adicional con respecto a la mejor alternativa de inversión. Se refiere a la diferencia entre el valor actual de los flujos netos de efectivo y la inversión inicial.

$$VAN = -I_0 + \frac{\sum_{t=0}^n FNE_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

$\Sigma$  = Suma de t=0 hasta n periodos

FNE= Flujo neto de efectivo cada año

I= Tasa de interés anual en México

I0= Inversión inicial

### 7.3 Determinación del valor actual neto

<b>Costo unitario de producción</b>	<b>\$173.92</b>
<b>Costo unitario de venta</b>	<b>\$1,500.00</b>
<b>Ganancia \$1326.0817 = 762.47%</b>	Escenario Positivo al 80%

Tabla 6.18 Determinación del valor actual neto del proceso.

Fuente: Creación propia.

Escenario	Ganancia Semanal	Ganancia Mensual	Ganancia Real
100%	\$1,767,000.00	\$7,068,000.00	-
80%	\$1,413,600.00	\$5,654,400.00	\$54,380,332.04

**Tabla 6.19 Determinación del valor de la ganancia real del proyecto.**

**Fuente: Creación propia.**

Se calculó una inversión total de \$39,335,931.87 para la puesta en marcha de la planta para la producción del plaguicida, considerando una Tasa mínima de rendimiento en México (T mar) de 5%.

	Flujo de efectivo	
Periodo	Neto	Actualizado
1	\$5,654,400.00	-\$5,630,937.76
2	\$5,654,400.00	-\$5,607,572.87
3	\$5,654,400.00	-\$5,584,304.94
4	\$5,654,400.00	\$5,561,133.55
5	\$5,654,400.00	\$5,538,058.30
6	\$5,654,400.00	\$5,515,078.81
7	\$5,654,400.00	\$5,492,194.66
8	\$5,654,400.00	\$5,469,405.47
9	\$5,654,400.00	\$5,446,710.84
10	\$5,654,400.00	\$5,424,110.39
11	\$5,654,400.00	\$5,401,603.70
12	\$5,654,400.00	\$5,379,190.41
13	\$5,654,400.00	\$5,356,870.12
14	\$5,654,400.00	\$5,334,642.44
15	\$5,654,400.00	\$5,312,506.99
16	\$5,654,400.00	\$5,290,463.40
17	\$5,654,400.00	\$5,268,511.27
18	\$5,654,400.00	\$5,246,650.22

**Tabla 6.20 Determinación del valor actual neto por periodos.**

**Fuente: Creación propia.**

<b>VAN POSITIVO</b>	<b>\$64,214,315.01</b>
<b>FNE=</b>	<b>\$5,654,400.00</b>

**Tabla 6.21 Valores de Valor actual neto positivo final.**

**Fuente: Creación propia.**

#### **7.4 Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)**

Este criterio evalúa el proyecto en función de una tasa única de rendimiento, con la totalidad de los rendimientos actualizados. En el sentido del análisis de sensibilidad del proyecto, el criterio de la TIR muestra la sensibilidad del VAN, ya que esta representa la tasa de interés mayor que el inversionista puede pagar sin perder dinero, es decir, es la tasa de descuento que hace el VAN igual a cero.

En este proyecto la sensibilidad marcada por la Tasa Interna de retorno del proyecto obtenida, da un margen amplio de operación, ya que la tasa de descuento utilizada para el cálculo del VAN, es del 6%, y la obtenida en la TIR es del 25% con lo que el rango de variación existente entre la TMAR y la TIR es de 19% lo que nos indica que mientras el proyecto no llegue al mínimo establecido por la TIR es la máxima tasa de interés que puede pagar el proyecto para que no incurra en pérdidas.

<b>VAN=</b>	<b>\$24,878,383.14</b>
<b>TIR =</b>	<b>25%</b>

**Tabla 6.22 Determinación de la Tasa Interna de Retorno.**

**Fuente: Creación propia.**

## 7.5 Cálculo del Periodo de Recuperación de la Inversión

Otro indicador que influye en la decisión de realizar un proyecto es el que determina el cálculo del periodo de recuperación de la inversión, esta herramienta, determina mediante la suma acumulada de los flujos generados por el proyecto actualizados, en este caso a una tasa del 6% anual, y debido a que se trata de eliminar los efectos inflacionarios se ha estimado en un tiempo de 2022 a 2024 una tasa de inflación menor al 5 %. Se divide el monto total de la inversión inicial entre el promedio del Flujo Neto de Efectivo.

$$PR = \frac{I_0}{FNE_p}$$

Donde:

$FNE_p$  = Flujo neto de efectivo promedio

$I_0$  = Inversión inicial

$\Sigma$  = Suma de  $t= 1$  hasta  $n$

En este caso, el tiempo de recuperación de la inversión, se refiere a la inversión requerida para el inicio de sus actividades, y se recuperará la inversión hecha en un periodo de 10 a 11 meses.

El criterio de decisión se refiere a que se acepta el proyecto debido a que el Periodo de Recuperación es inferior a la vida del proyecto.

## 7.6 Determinación del periodo de recuperación

Periodo	Acumulado
1	-\$11,238,510.63
2	-\$16,822,815.57
3	-\$11,261,682.02
4	\$5,538,058.30
5	\$11,053,137.11
6	\$16,545,331.77
7	\$22,014,737.25
8	\$27,461,448.09
9	\$32,885,558.48
10	\$38,287,162.18
11	\$43,666,352.59
12	\$49,023,222.71
13	\$54,357,865.15
14	\$59,670,372.14
15	\$64,960,835.54
16	\$70,229,346.81

Tabla 6.23 Determinación del tiempo de recuperación de la inversión por periodos

Fuente: Creación propia.

<b>Gastos de producción</b>	<b>\$9,833,982.97</b>
<b>Total, FNE</b>	<b>\$64,214,315.01</b>
<b>PR=</b>	<b>6.956694233</b>

Tabla 6.24 Valores de gastos de producción.

Fuente: Creación propia.

Este análisis se realizó con la finalidad de representar el comportamiento del proyecto ante el cambio de diversas situaciones o variables, este nos indica las posibilidades que tiene de perdurar el proyecto ante la variación de las expectativas previstas en la proyección de una determinada variable.

### **7.7 Relación Beneficio Costo**

Se define como la razón porcentual entre los ingresos y egresos generados por el proyecto. Es un indicador que nos dice cuánto gana el proyecto por cada peso invertido en el mismo.

### **7.8 Beneficio económico**

El beneficio económico es un concepto ampliamente extendido y empleado en el ámbito económico, tanto a nivel macroeconómico como microeconómico el cual está relacionado con la diferencia entre ingresos y costes derivados de una determinada actividad económica.

Desde un punto de vista más amplio y cercano a la visión macroeconómica, el beneficio económico se entiende como un incremento en la riqueza de un país o región en particular, el cual experimenta un determinado nivel de progreso que repercute positivamente en sus habitantes. A este nivel, la forma de medición del beneficio económico más extendida es el Producto Interno Bruto (PIB).

Normalmente suele relacionarse el concepto de beneficio económico con el de creación de riqueza o valor en un país, por ejemplo. También es frecuente a este nivel denominar a este concepto como “utilidad” o “utilidades”. En ese sentido, una de las premisas más claras a la hora de crear empresas y negocios es la búsqueda de rentas para los dueños o accionistas y maximizar el beneficio en el futuro.

La biotecnología es una tendencia con orientación a la salud, el envejecimiento, crecimiento económico, innovación tecnológica e individualización. Su peso en el PIB en economías avanzadas aumentará en las próximas décadas.

Ha demostrado mejoras en la producción, calidad y rentabilidad. Una forma de implementarla es a través de compuestos orgánicos que combaten las plagas como lo es el enfoque del presente proyecto sin afectar al suelo o a especies polinizadoras como es el caso de las abejas, indispensables para la salud de muchos cultivos y ecosistemas; otra, es a través de bacterias y hongos que atacan a determinados insectos nocivos, ya mencionados a lo largo del proyecto.

Con el uso de la bacteria *Bacillus Thuringiensis* aplicada al proyecto, nos genera una rentabilidad adecuada: el productor, que obtendrá un mayor ingreso; el consumidor, que contará con alimentos más sanos y de mejor calidad; el medio ambiente, ya que será menor el impacto en el suelo y agua, la sociedad en general tendrá una mejor calidad de vida.

Como dato adicional el Biólogo de formación y presidente de la Asociación Española de Micro financiación, Daniel Oliver menciona que "La inversión en biotecnología es más rentable que la inmobiliaria y la de Internet".<sup>28</sup>

## **7.9 Beneficios para los consumidores**

- Disminución de la contaminación en comparación con la agricultura tradicional. La agricultura tradicional utiliza gran cantidad de productos químicos como plaguicidas que pueden contaminar el suelo y el agua, mientras que la agricultura orgánica y la aplicación de la biotecnología evita el uso de químicos.
- Oportunidades laborales para el alivio de la pobreza en el sector rural. En las zonas rurales, las condiciones de trabajo tienden a ser difíciles y precarias. No gozan de contratos escritos ni protección social, el proyecto apoya a dicho sector.
- Beneficios en la salud del consumidor y del agricultor. Debido a los productos orgánicos están libres de residuos tóxicos procedentes de químicos, pesticidas, fertilizantes o aditivos sintéticos.

---

<sup>28</sup> Agrawal, Ajay. Avi (2016-2022) Are Syndicates the killer app of Equity Crowdfunding. Re. 111-124

- Conservación de la fertilidad de los suelos. Un caso especial es que el proyecto apoya totalmente a la agricultura orgánica, emplea la rotación de cultivos, es decir, no se planta durante todo el tiempo el mismo alimento orgánico, por lo que no agota los nutrientes de la tierra. Así mismo, evita la generación de plagas.
- Reducción en el consumo y gastos de energía. Los procedimientos que utiliza la agricultura tradicional consumen enormes cantidades de energía. La agricultura orgánica, tiene su base en la práctica del trabajo intensivo y manual, que reduce la cantidad de electricidad consumida.
- Aumento de variedad en el mercado. Los productos orgánicos al producirse de forma natural conservan diferentes sabores, colores y olores a los cultivados de manera tradicional, estos los hace más atractivos para una parte del mercado, aumenta la competencia y con la aplicación de la biotecnología se ven beneficiados a una escala mayor.
- Apertura de más plazas de empleo. Al implementar una forma de producir alimentos con mejor calidad y en un lugar en el cual no se haya el producto, se requerirá de mano de obra lo que hará que más personas con la capacidad tengan una oportunidad de empleo.

Lo anterior representa una oportunidad para países en vías de desarrollo, como México.

### **7.10 Análisis y administración del riesgo**

Esta parte del método de evaluación de proyectos mide el riesgo de la inversión. Tal vez el riesgo más evidente sea que los sucesos no ocurran tal y como fueron planeados, pero sucede que dentro de las cuatro partes que conforman el estudio de la evaluación de un proyecto se identifican cuatro tipos de riesgo.

El primero es el riesgo de mercado, que consiste en que la demanda potencial insatisfecha calculada no sea de esa magnitud o que sea mucho más difícil de penetrar en el mercado de lo que se pensó en un principio, a pesar de las estrategias adoptadas.



El segundo riesgo evidente es que la tecnología en uso no haya sido realmente optimizada, por lo que se pueden encontrar equipos subutilizados o cuellos de botella en algunos procesos.

El tercer riesgo es que los costos y la inversión calculada no resulten en la realidad, igual o al menos similares, a la magnitud previamente determinada, sino que resultan mayores, y de ser así, el precio de venta del producto o se modifica elevándolo o bien se mantiene igual pero las ganancias disminuyen.

El cuarto riesgo es una consecuencia de lo anterior y resulta en obtener una rentabilidad económica menor a la esperada.

### **7.11 Generalidades**

La evaluación de proyectos propone una metodología general de planeación de la nueva empresa y una serie de prácticas o técnicas para resolver cada una de las partes que constituyen esa metodología general.

Ante la situación antes descrita, tanto investigadores como inversionistas pueden poner en duda, con justificada razón, la validez tanto de una metodología como de los resultados de un estudio de factibilidad y prefactibilidad, pues si las condiciones económicas bajo las cuales una inversión se declara económicamente rentable cambian drásticamente con el tiempo, es probable que la rentabilidad pronosticada también cambie, y esto implica un determinado riesgo, no considerado ni cuantificado en un estudio de prefactibilidad. Con la intención de profundizar sobre estos aspectos nace, en un principio, la inquietud de aplicar los conceptos y técnicas hasta ahora conocidos sobre el riesgo, pero al aplicarlos a la realidad se observan resultados teóricamente bien sustentados, pero poco prácticos, de aquí surge un nuevo enfoque para el análisis y administración del riesgo.

Con esto se quiere indicar que en un estudio de prefactibilidad técnico-económica es imposible trabajar con los pronósticos del gobierno o de cualquier otra fuente por lo que se hace una demostración únicamente teórica.

## **7.12 Crítica de la teoría actual del riesgo**

Todas las técnicas que utilizan conceptos probabilísticos suponen que los valores asignados a las probabilidades ya están dados o que se pueden asignar con cierta facilidad.

La probabilidad de que ocurra un evento se expresa por medio de un número que representa la probabilidad de ocurrencia, la cual se determina analizando la evidencia disponible relacionada con la ocurrencia del evento.

De esta manera, la probabilidad puede conceptualizarse como un estado de la mente, porque representa la creencia en la posibilidad de que ocurra determinado evento.

Así, esta creencia se convierte en una probabilidad subjetiva y a pesar de esto, la probabilidad es parte integral de la toma de decisiones económicas.

Una de sus aplicaciones más sencillas es la de calcular un valor monetario esperado. Se utiliza mucho cuando se pretende introducir un nuevo producto al mercado. Para ello se hace un estudio de prefactibilidad y se calculan los flujos netos de efectivo para tres posibles eventos futuros que son: un aumento en la demanda, que la demanda se mantenga igual y la disminución del valor de la demanda.

## Conclusión

La finalidad de este proyecto abarco diversos factores a puntualizar, ya que se pueden describir diversas investigaciones realizadas, en primera instancia se tiene un margen cualitativo, es decir, se orientó a conocer las características de nuestros consumidores, con las técnicas cualitativas se pudo investigar sobre las necesidades, deseos y características socioculturales de nuestro público objetivo.

En la parte cuantitativa se realizó el estudio de mercado que ofrece mediciones de datos y estadísticas concretas; esto con la finalidad de tener una efectividad en el producto.

Además, se tomaron datos puntuales con una amplia investigación que nos permitió conocer a la competencia en profundidad y saber cómo se relaciona con el mercado actual, qué estrategias utiliza, cuáles son los precios promedio que se manejan, etc. Así mismo nos abrió el panorama para diagnosticar y detectar errores en nuestras estrategias.

Por otro lado, es importante mencionar la relación social del proyecto, así como los aportes.

Como beneficio social directo al elaborar y aplicar un plaguicida a través de la bacteria “*Bacillus Thuringiensis*” a los cultivos, es lograr una resistencia a enfermedades y plagas, sin necesidad de usar insecticidas, fungicidas, fertilizantes y plaguicidas convencionales evitando así la producción de productos químicos, los cuales han demostrado ser un riesgo para el hombre y en este caso afectando directamente la salud de los agricultores, pues dichos productos pueden ocasionarles diversas enfermedades, ya sea problemas en las vías respiratorias, digestivas, hasta ciertos tipos de cáncer por estar expuesto directamente con el problema del uso de productos químicos tóxicos; sin embargo, adicionando la bacteria *Bacillus Thuringiensis* en sus cultivos se evitan estos problemas y se obtiene una mejor calidad de vida tanto para el agricultor, ganado y seres humanos que son afectados indirectamente cuando este producto llega a la venta.

El objetivo fue dar solución a esta gran problemática de riesgo que como ya se ha mencionado afecta directamente al hombre, animal, medio ambiente y en general al ecosistema, logrando así una agricultura sustentable, siendo amigable con su entorno, disminuyendo el uso de productos químicos tóxicos y eliminando gradualmente la ecotoxicidad.

Por otro lado, con el enfoque del estudio de prefactibilidad se evaluó una determinada viabilidad con la finalidad de eliminar todas las incertidumbres que puedan surgir en el proyecto. El estudio de prefactibilidad proporciona una base para un diseño y una construcción a profundidad, así como un énfasis en la rentabilidad. Además, nos indica el hecho de si puede llevarse a cabo de forma técnicamente sólida y económicamente viable.

Estos son los beneficios que se lograron al realizar este estudio, en donde se tuvo la certeza de obtener los resultados esperados. En primera instancia el estudio de prefactibilidad ayudó a determinar si se debe emprender o no el proyecto. Aunque no proporciona una respuesta directa sobre el grado de seguridad del proyecto ni sobre la relación entre beneficios y ganancias, es de gran utilidad ya que puede poner las probabilidades de obtener una mayor rentabilidad y las áreas que necesitan una mayor atención antes de asegurar la primera ronda de financiación; ayudó a medir la viabilidad con respecto a los retos del mundo real y el beneficio que aportaría a todos los sectores mencionados.

Los resultados son probablemente la primera información del proyecto que toman en cuenta los responsables de la toma de decisiones y los inversores. Sirve de base si una organización quiere llevar a cabo un programa de expansión importante tras un programa preliminar exitoso, por lo cual se concluye un escenario de éxito al demostrar que da como resultado positivo en todas las variables a considerar, así como los estudios previos ya mencionados.

## Bibliografía

1. Madigan M, Martinko J (editors) (2006). *Brock Biology of Microorganisms* (11th edición). Pearson Prentice Hall. ISBN 9780131443297.
2. Roh; Choi; Li; Jin; Je, JY; MS; BR; YH (2007). «Bacillus thuringiensis as a specific, safe, and effective tool for insect pest control». *Journal of microbiology and biotechnology*. 4 **17**: 547-559. PMID 18051264.
3. Zakharyan R.A et. el. (1979). "Plasmid DNA from *Bacillus thuringiensis*". *Microbiologiya* 48 (2): 226–229. ISSN 0026-3656.
4. Thomas Clement Cheng,(1984) Pathogens of invertebrates: application in biological control and transmission mechanisms, *Society for Invertebrate Pathology Meeting Volume 7* pagina 159.
5. Circkmore N. «Bacillus thuringiensis toxin nomenclature».
6. Stahly D.P (1984). «Biochemical Genetics of the Bacterial Insect-Control Agent *Bacillus thuringiensis*: Basic Principles and Prospects Engineering.». *Biotechnol. Genet. Eng. Rev.* **2**: 341-63. ISSN 0264-8725.
7. Clayton C. Beegle and Takhashi Yamamoto (1992). «INVITATION PAPER ( C. P. ALEXANDER FUND) : History of *Bacillus thuringiensis* berliner research and development». *Canadian Entomologist* **124**: 587-616.
8. XU Jian, LIU Qin, YIN Xiang-dong and ZHU Shu-de (2006). «A review of recent development of *Bacillus thuringiensis* ICP genetically engineered microbes». *Entomological Journal of East China* **15** (1): 53-58.
9. Lemaux, Peggy (19 de febrero de 2018). «Genetically Engineered Plants and Foods: A Scientist's Analysis of the Issues (Part I)». *Annual Review of Plant Biology* **59**: 771-812.
10. Höfte H, de Greve H, Seurinck J (diciembre de 1986). «Structural and functional analysis of a cloned delta endotoxin of *Bacillus thuringiensis* berliner 1715». *Eur. J. Biochem.* **161**(2): 273-80.
11. Barrett A. D. y Higgs S. Yellow fever: a disease that has yet to be conquered. *Ann Rev Entomol* 52: 209-229; 2007.

12. Montella I. R.; Martins A. J.; Viana-Medeiros P. F.; Lima J. B.; Braga I. A.; Valle D. Insecticide resistance mechanisms of Brazilian *Aedes aegypti* populations from 2001 a 2004. *Am J Trop Med Hyg* 77 (3):467-77; 2007.
13. World Health Organization. Guideline specifications for bacterial larvicides for public health use. Geneva: WHO, 1999; (WHO/CDS/CPC/WHOPES/99.2.)
14. Brar S.; Verma M.; Tyagi R.; Valéro J. Recent advances in downstream processing and formulations of *Bacillus thuringiensis* based biopesticides. *Process Biochem* 41: 323-42; 2006.
15. Bernhad, K; Utz, R. 1993. The production of *B. thuringiensis* for experimental and commercial uses. In *An environmental Biopesticides*. Enstwestlw. 2021.
16. 26. Burges, HD. 1981. Microbial control of pest and plants diseases. London, Academy Press. 2021
17. Cory JS; Balley, MJ. 1993. Theory and Practice of biopesticide. In *An Environmental Biopesticides*. Enstwestlw. 2021.
18. Cory JS; Balley, MJ. 1993. Theory and Practice of biopesticide. In *An Environmental Biopesticides*. Enstwestlw. 2021.
19. Crickmore, N; Zeigler, DR; Feitelson, J; Schnepf, E; Rie, J van; Lereclus, D; Baum, J; Dean, DH; van Rie, J. 1998. Revision of the nomenclature for the *Bacillus thuringiensis* pesticidal crystal proteins. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2021.
20. Estruch, JJ; Warren, GW; Mulling, MA; Nye, GJ; Craig, JA; Koziel, MG. 1996. Vip A, a novel *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein with a wide spectrum of activities against lepidopteran insects. *Proc-Natl-Acad-Sci-US-A*. 2021.
21. Feitelson, JS; Payne, J; Kim, L. 1992. *Bacillus thuringiensis*: insects and beyond. *Bio/Technol*. 2021.
22. Fernández-Larrea, OA. 1999. Review of Bt production and use in Cuba. *Biocontrol News and Information* 2021.
23. Galán, JL; García, SS; Santos, ME; Quintero, I. 1996. Avances recientes en la Biotecnología de *Bacillus thuringiensis*. Monterrey, México, Universidad de Nuevo León. 2021.

24. Ibarra, J. 1997. Producción, control de calidad y uso de *B.thuringiensis* In II Curso Taller de Producción Nacional de Agentes de Control Biológico (1997, Tecomán, Colima, México). 2021
25. Higiene ambiental.com, modo de acción del insecticida biológico *Bacillus thuringiensis*. 2021 <https://higieneambiental.com/productos-biocidas-y-equipos/modo-de-accion-del-insecticida-biologico-bacillus-thuringiensis>
26. Comisión europea. La política comunitaria para un uso sostenible de los plaguicidas. Origen de la estrategia. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas; 2006.
27. Albert Palacios L. Plaguicidas. Capítulo 21. En: Introducción a la toxicología ambiental. Metepec: ECO/OPS/Gobierno del Estado de México; 1997]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/fulltext/toxico/toxico-04a21.pdf>
28. Lara G. Plaguicidas en la biodiversidad del suelo; su comportamiento como contaminantes. España: Biociencias.org y Biociencias.com; c2001-2013 Disponible en: <http://www.biociencias.org/odisea/plaguicidas>
29. Cremllyn R. Pesticides. Preparation and Mode of Action. New York, EUA: John Wiley & Sons; 1979.
30. Weinberg J. Guía para las ONG sobre los plaguicidas peligrosos y el SAICM. Marco de acción para protegerla salud humana y el medio ambiente de las plaguicidas filipinas: IPEN/Red Internacional de Eliminación de los COP; 2009 Disponible en: [http://www.ipen.org/sites/default/files/documents/ngo\\_guide\\_hazpest\\_saicm-es.pdf](http://www.ipen.org/sites/default/files/documents/ngo_guide_hazpest_saicm-es.pdf)
31. World Health Organizations. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Guidelines on pesticide advertising. Rome, Italy: FAO/WHO; 2010.
32. Chelala C. Un reto constante: los plaguicidas y su efecto sobre la salud y el medio ambiente. Washington, DC: OPS; 2004. Disponible en: [http://www.cidbimena.desastres.hn/docum/ops/libros/RA\\_RetoConstante.pdf](http://www.cidbimena.desastres.hn/docum/ops/libros/RA_RetoConstante.pdf)

33. rata AA. Perspectivas del uso de plaguicidas: Historia, situación actual y necesidades futuras. En: III Taller Latinoamericano "Prevención de Riesgos en el uso de Plaguicidas" Xalapa, Veracruz; Méjico, 1-6 diciembre 1983. Veracruz, México: INIREB; 1983 Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/eco/003106/03106-02.pdf>
34. Ministerio de Justicia. Resolución conjunta Ministerio de la Agricultura- Ministerio de Salud Pública. Gaceta Oficial de la República de Cuba. Extraordinaria 16 abril 2007 Disponible en: [http://www.minagri.gob.ar/site/desarrollo\\_rural/forobioinsumos/normativas/Res\\_Cubana\\_2007.pdf](http://www.minagri.gob.ar/site/desarrollo_rural/forobioinsumos/normativas/Res_Cubana_2007.pdf)
35. Red de acción en plaguicidas y sus alternativas en América latina. Cuba reduce el uso de plaguicidas químicos en 50 %. Santiago de Chile: RAPAL; 2007. Disponible en: [http://www.rapal.org/index.php?seccion=8&f=news\\_view.php&id.pdf](http://www.rapal.org/index.php?seccion=8&f=news_view.php&id.pdf)
36. Gobierno de México, 2021, Los insecticidas, <https://www.insp.mx/avisos/4736-insecticidas.html>, 2021.
37. Flores, 2014, Acaricidas, <https://www.flores.ninja/acaricidas/>, 2021.
38. Basic Farm, 2020, ¿Qué es un fungicida y para qué sirve?, <https://basicfarm.com/blog/que-es-fungicida-utilidad/>, 2021.
39. IAUSA, 2016, Clasificación de los Funguicidas, <http://iausa.com.mx/clasificacion-de-los-fungicidas/>, 2021.
40. Flores, 2014, Nematicidas, <https://www.flores.ninja/nematicidas/>, 2021.
41. Agrotterra, 1999-2021, Herbicidas, clasificación y uso, <https://blog.agrotterra.com/descubrir/herbicidas-uso/77614/>, 2021.
42. Aguamarket, 1999-2021, Bactericidas, <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=460>, 2021.
43. Amorós, V. (2000). Estudios de Viabilidad. Barcelona: Ediciones Gestión. Baca Urbina, G. (2010). Evaluación de proyectos (3a ed.). México: McGraw-Hill.
44. Beltrán, A. y Cueva, H. (2000). Evaluación Privada de Proyectos. Lima, Perú: CIUP.



45. Blanco, H. (2003). Planeamiento del desarrollo local. Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile. Serie Gestión Pública, 32, CEPAL.
46. AGUDELO, J.I., GONZÁLEZ, E. & LEÓN, J.D. 1998. Plan de manejo ambiental. Centro de producción, docencia, investigación y proyección a la comunidad "San Pablo". Medellín: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- Sapag Chain, N. y Sapag Chain, R. (2000). Preparación y evaluación de proyectos (4a ed.). México: Mc. Graw-Hill.
47. Sarmiento Ferreira, E.M.M. (2008). O turismo sustentável como o factor de desenvolvimento das pequenas economias insulares . Lisboa: Edições Universitária Lusófonas.
48. Brown, A. L, and R. Therivel, 2000. Principles to guide strategic environmental assessment methodology, Impact Assessment and Project Appraisal, 18(3), September,
49. Saenz Alva. Richard (2010). Estudio de Prefactibilidad para la instalación de una planta de embutidos. Tesis Digitales UNMSM.
50. Benassini Marcela. 2009. Introducción a la Investigación de Mercados, Enfoque para América Latina. Editorial Prentice Hall. México. Pág. 97, 243, 244, 246.
51. ClubPlaneta 2004. Análisis e investigación de mercado. [http://www.trabajo.com.mx/analisis\\_e\\_investigacion\\_de\\_mercado.htm](http://www.trabajo.com.mx/analisis_e_investigacion_de_mercado.htm)
- EducaMarketing 2005. Guía para realizar una Investigación de Mercados. <http://educamarketing.unex.es/Docs/guias/pdf>. Pág. 4, 8, 13.
52. López Altamirano Alfredo. 2001. ¿Qué son, para qué sirven y cómo se hacen las investigaciones de mercado? Editorial Continental. México. Pág. 13, 29, 30.
53. Malhotra K. Naresh. 2008. Investigación de mercados. Editorial Pearson Educación. México. Pág. 7
54. CEDRSSA. (Septiembre de 2015). Obtenido de <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/47EI%20ector%20agropecuario%20de%20M%C3%A9xico%20en%20sus%20tratados.pdf>

55. INEGI. (2019). Obtenido de [https://www.inegi.org.mx/temas/agricultura/#Informacion\\_general](https://www.inegi.org.mx/temas/agricultura/#Informacion_general)
56. INEGI. (2019). Obtenido de ENA: <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/>
57. López, I. C. (2010). Universidad Nacional de Gallao.
58. M, D. E. (Abril de 2009). Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10J61me.pdf>
59. observatorio economico social UNR. (2020). Obtenido de UNR: <https://observatorio.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/08/Importancia-de-la-agricultura-en-el-desarrollo-socio-econ%C3%B3mico.pdf>
60. OEC. (15 de noviembre de 2020). Obtenido de <https://web.archive.org/web/20170822163802/http://atlas.media.mit.edu:80/es/profile/country/mex>
61. SADER-SIAP. (2020). Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/agri/default.aspx?tema=E>
62. SADER-SIAP. (2020). Obtenido de Programa Agroalimentario: <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/agri/default.aspx?tema=E>
63. Secretaria del medio Ambiente. (2020). Obtenido de sadsma: <http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/glosario-definicion/Agricultura>
64. Tapia, E. M. (Marzo de 2013). Arqueología Mexicana . Obtenido de Investigadora del Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. : <https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/el-origen-de-la-agricultura>

## Anexos

### PROPUESTA

## COS INGENIERIA

FECHA
10/03/2021

Domicilio: Av. Morelos

# 47 Colonia el cerrito.

Municipio: Atizapán de  
Zaragoza.


Estado: México



[E-mail: cos.ingenieria@gmail.com](mailto:cos.ingenieria@gmail.com)



NUMERO DE COTIZACIÓN
100322-1


Por medio de la presente pongo a su disposición nuestra cotización que tan amable nos solicito sobre:

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	UM	P. U	TOTAL
1	1	<b>Tanque de almacenamiento 600 litros.</b> Tanque de almacenamiento plano de acero inoxidable 304 grado alimenticio calibre 14 de 600L nominales (útiles el 80% regularmente). Medidas del tanque: 97cm de diámetro por 85cm de altura. Base 40cm de altura. Base 50cm de altura. Válvula de 3/4" npt de esfera incluida		Pza.	\$43,819.75	\$43,819.75

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	UM	P.U	TOTAL
2	1	<p><b>Fermentador Unitanque 3800L Nominales (3,060- 26BBL Útiles)</b></p> <p>fermentador con capacidad de 3,800 nominales 3,000L útiles de acero inoxidable 304 calibre de 3mm el interior y chaqueta de asilamiento de 2mm y el aislamiento de 8cm de espesor, la chaqueta de recirculado es de calibre de 1.5mm equipado con conexiones sanitarias tipo;tri-clamp.</p> <p>Incluye compuerta ovalada de 480x330mm presión máxima 25PSI instalada de forma lateral. 1 válvula clamp de 1 1/4" a la entrada desde tubo bastón. Sistema airlock con conexión clamp de 1 1/4" con válvula de alivio y manómetro con conexión a esfera CIP giratoria de 1 1/4".</p> <p>Válvula de dren 2" clamp con codo de 90° clamp. Salida de 1 1/4" con recking arm. Y filtro Av 40. Chaqueta tipo dimple jacket en vaso y cono.</p> <p>Incluye piedra de carbonatación tipo clamp y válvula de muestreo. Puerto para dry hopping. Cono de 60° y racking arm para salida del producto.</p>		Pza.	\$506,953.92	\$506,953.92

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	UM	P.U	TOTAL
3	1	<b>Desecador</b> Material de acero inoxidable, puertas tipo gabinete de vidrio 2 entrepaños.		Pza.	\$319,605.10	\$319,605.10
4	1	<b>Liofilizador</b> Capacidad de entrada por lote de 100 KG. Dimensión de la cámara de 3*1.4*2.1 m, diseño conforme a ASME BP. Bajo consumo energético, control completamente automático. Seguimiento del estado del producto en cualquier momento Producción alta y eficiente. Placas radiantes de doble cara (propiedad térmica 160 W/m-k) Peso estimado de 7000 kg.		Pza.	\$1,485,000	\$1,485,000

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	UM	P.U	TOTAL
5	1	<b>Centrifugadora de piso</b> Capacidad 150 kg. Fabricada en acero inoxidable calidad T- 430 y T-304, reforzada canasta. En solera y barra de 1/4 Con malla tejida, motor nuevo marca weeg 3/4 hp 1745 rpm, máquina para uso rudo.		Pza.	\$590,000.64	\$590,000.64
6	1	<b>Mezclador</b> Material Acero inoxidable. capacidad de 3,000 kilos, dimensiones de 1.6 m* 6.7 m. Motor de 4,0 KW. 400/690 Volt.		Pza.	\$355,450.11	\$355,450.11

ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	UM	P.U	TOTAL
7	1	<b>Banda transportadora</b>  Estructura y base en Acero Inoxidable., Suministro de corriente 110 Vol. AC. 60 Hz. Banda en Lona tipo sin fin, vulcanizada sin fin Color Blanco. Ancho de la banda transportadora 0.5 X 5 m de largo Dos guías al comienzo de la banda con ancho y altura variable para colocar el producto. Altura de trabajo 90 CMS. Velocidad de transporte variable de 3 a 6 Metros/min. Rodachinas para Fácil movimiento, y sistema de freno a las mismas, peso máximo de transporte 100 Kg.		Pza.	\$72,405.31	\$72,405.31

TOTAL:	3,373,234.87
--------	--------------

NOTAS
Tiempo de entrega: 4 a 5 semanas a partir de que se cuenta con la OC.
Precios MXN + I.V.A
Vigencia de cotización: 15 días
Tipo de credito: 30 días
Agradecemos la oportunidad de ofrecer nuestros servicios y seguimos a sus órdenes para cualquier información adicional.
Atentamente
Ing. Salatiel Pérez

## Memoria de cálculo 1

Ecuaciones de crecimiento celular.

La tasa de crecimiento de bacterias es caracterizada por la tasa de crecimiento específico:

$$m = \frac{1}{X} = \frac{dX}{dt}$$

Donde:

$\mu$  = Crecimiento específico (h<sup>-1</sup>)

X = Es la concentración de biomasa (g/l)

t = Tiempo (h)

De forma reorganizada el aumento de biomasa o número de células en el tiempo se determina como:

$$\frac{dX}{dt} = m \cdot X$$

$$X = X_0$$

$$t = t_0$$

Para poder relacionar el número inicial de células con el número final de células tenemos de la ecuación anterior:

Separando las variables:

$$\int_{x_0}^x \frac{dX}{X} = \int_{t_0}^t \mu dt$$

$$\int_{x_0}^x \frac{1}{X} = \int_{t_0}^t \mu dt$$

Integrando la ecuación anterior obtenemos:

$$\ln X - \ln X_0 = mt$$

$$\ln X(t) = \ln X_0 + mt$$

Se aplica exponencial:

$$X(t) = X_0 * e^{mt}$$



Regresión lineal de logaritmo natural vs el tiempo en la curva de crecimiento para el cálculo de  $\mu$ , donde  $\mu$  es la pendiente de la recta, según las ecuaciones tenemos:

$$\ln X - \ln X_0 = \mu t$$

$$\mu t = \frac{X}{X_0}$$

Considerando el tiempo de duplicación como el tiempo que tarda en duplicarse la masa bacteriana:

$$\frac{dX}{dt} = \mu \cdot X$$

$$\ln \frac{X}{X_0} = \mu t$$

La ecuación de Monod describe la relación entre la velocidad específica de crecimiento,  $\mu$ , y la concentración del sustrato limitante,  $S$ , en un cultivo microbiano, cuando el crecimiento de estas se limita por un solo nutriente.

De la fase exponencial tenemos:

$$\mu = \mu_{max}$$

$$\mu = \frac{\mu_{max} S}{K_s + S}$$

Donde:

$\mu_{max}$  = Velocidad de Crecimiento específico máxima (h<sup>-1</sup>)

$K_s$  = Constante de saturación.

**Coefficiente de rendimiento:**

$$Y_{X/S} = \frac{\text{Biomasa formada}}{\text{Sustrato consumido}}$$

$$Y_{X/S} = \frac{X - X_0}{S_0 - S}$$

$$Y_{X/S} = \frac{1}{Y_{S/X}}$$

Si relacionamos la ecuación anterior a nuestro producto obtenemos:

$$Y_{P/S} = \frac{\text{Producto formado}}{\text{Sustrato consumido}}$$

$$Y_{P/S} = \frac{P - P_0}{S_0 - S}$$

Tasa de consumo para el mantenimiento celular:

$$m = \frac{\text{Sustrato consumido para mantenimiento}}{\text{Biomasa} * \text{tiempo}}$$

$$m = \frac{\left[ \frac{dS}{dt} \right]_m}{X}$$

Basándonos en el experimento mencionado en el Anexo 1 tenemos que:

Fermentaciones	Biomasa Final (gr/L)	$\mu$ (h <sup>-1</sup> )	$Y_{X/S}$ (%)
Batch 1	4.15	0.2	51.87
Batch 2	3.45	0.12	43.12
Batch 3	3	0.2	37.5

Por lo que se decide ocupar las fermentaciones tipo Batch ya que son las que dan un mejor rendimiento en cuanto a la obtención de biomasa final de la bacteria *Bacillus Thuringiensis*.

Para la producción de plaguicida con la bacteria nos basaremos en la producción del experimento antes mencionado, pero llevándolo a una mayor escala.

*En experimentación : 300 ml de cultivo para bacteria Bt.*

Cantidad para utilizar en estudio de prefactibilidad como ejemplo:

$$300 \text{ ml} * 100 = 30,000 \text{ ml}$$

$$30,000ml \left( \frac{1 L}{1000 ml} \right) = 30 L$$

Se utilizarán 30 Litros de cultivo (agua) para la fase de inoculación de la bacteria.

En experimentación: 1 ml de bacteria **Bacillus Thuringiensis**

Cantidad para utilizar en estudio de prefactibilidad como ejemplo:

$$1 ml * 100 = 100ml$$

$$100ml \left( \frac{1 L}{1000 ml} \right) = 0.1 L$$

Se utilizarán 0.1 Litro de bacteria Bacillus Thuringiensis para la fase de inoculación.

En experimentación: 30 Litros de medio de cultivo en el fermentador.

Cantidad para utilizar en estudio de prefactibilidad como ejemplo:

$$30 L * 100 = 3,000L$$

Se utilizarán 3,000 Litros de medio de cultivo en el fermentador.

Como se requieren 16 g de alimento (hojas de maíz) por cada litro de medio de cultivo

Tenemos que para la primera fermentación:

$$3,000 L * 16 g = 48,000 g$$

$$48,000g = \left( \frac{1 kg}{1,000 g} \right) = 48kg$$

*48 kg se requieren para cubrir en alimento de la bacteria bt en batch 1*

Como 1 m<sup>3</sup> de hoja de maíz pesa 660 kg, entonces:

$$48 kg = \left( \frac{1 m^3}{660 kg} \right) = 0.072m^3$$

$$0.072m^3 = \left(\frac{1\ 000L}{1\ m^3}\right) = 72\ Litros\ de\ alimento\ (hoja\ de\ maiz)$$

Tenemos que para la segunda fermentación:

$$2585\ L * 16\ g = 41,360\ g$$

$$41,360g = \left(\frac{1\ kg}{1,000\ g}\right) = 41.36\ kg$$

*41.36 kg se requieren para cubrir en alimento de la bacteria bt en batch 2*

Como  $1\ m^3$  de hoja de maíz pesa 660 kg, entonces:

$$41.36\ kg = \left(\frac{1\ m^3}{660\ kg}\right) = 0.0626m^3$$

$$0.0626m^3 = \left(\frac{1\ 000L}{1\ m^3}\right) = 62.6\ Litros\ de\ alimento\ (hoja\ de\ maiz)$$

Tenemos que para la tercera fermentación:

$$2240\ L * 16\ g = 35,840\ g$$

$$35,840g = \left(\frac{1\ kg}{1,000\ g}\right) = 35.84kg$$

*35.84 kg se requieren para cubrir en alimento de la bacteria bt en batch 3*

Como  $1\ m^3$  de hoja de maíz pesa 660 kg, entonces:

$$35.84\ kg = \left(\frac{1\ m^3}{660\ kg}\right) = 0.0543m^3$$

$$0.0543m^3 = \left(\frac{1\ 000L}{1\ m^3}\right) = 54.3\ Litros\ de\ alimento\ (hoja\ de\ maiz)$$

### **Cálculo de oxígeno necesario.**

En el experimento se menciona que la cantidad de oxígeno adecuada para la reproducción de la bacteria *Bacillus Thuringiensis* no debe ser al menos el 20 % del total del medio del cultivo (3,000 litros).

Entonces:

$$3,000\text{ L} * 20\% = 600\text{ L}$$

Realizando el balance de masa (Tabla 5.2 y 5.3) con las cantidades mencionadas para el ejemplo con el que se realizara el estudio de prefactibilidad obtenemos como total 954 Litros de bacteria *Bacillus Thuringiensis*.

Es necesario convertir esto dato a unidades de masa, entonces tenemos:

Datos:

$$\rho_{bt} = 0.247\text{ g/ml}$$

$$\therefore 954\text{ L} = 954,000\text{ ml}$$

$$954,000\text{ml} \left( \frac{0.247\text{g}}{1\text{ml}} \right) = 235,638\text{ g}$$

$$235,638\text{ g} \left( \frac{1\text{ kg}}{1000\text{ g}} \right) = 235.638\text{ kg}$$

$\therefore$  De acuerdo con un análisis basado en el monitoreo de la competencia, se tomó la decisión que cada kilogramo de plaguicida contendrá 8 % de bacteria *Bacillus Thuringiensis*

Entonces la cantidad obtenida en el lote (235.638 kg) solo representa el 8% de la producción de dicho lote teniendo así.

$$235.638\text{ kg} = 8\% \text{ de plaguicida}$$

$$\therefore \frac{(235.638 * 100)}{8} = 2,945.475\text{ kg}$$

$$2,945.475\text{ kg} = 100\% \text{ de plaguicida por lote}$$

El otro 92% restante son agentes inertes, a continuación, se muestra el porcentaje de cada uno de estos agentes y su cantidad en peso (kg) por lote de plaguicida.

- Anti aglomerante:  $= 20\% = 2,945.475 \text{ kg} * 0.2 = 589.095$
- Desecante  $12\% = 2,945.475 \text{ kg} * 0.2 = 353.457$
- Adherente y Humectante  $30\% = 2,945.475 \text{ kg} * 0.2 = 883.6425$
- Dispersante  $= 30\% = 2,945.475 \text{ kg} * 0.2 = 883.6425$

### **Cálculo del tiempo de producción de 1 lote:**

Tiempos requeridos en cada operación.

Inoculación: 14 horas

Fermentación: 24 horas

Centrifugación: la centrifugadora tiene una capacidad de 150 kg por carga, cada carga estará 10 minutos y se consideran 5 minutos extra para retirar el producto centrifugado y colocar producto sin centrifugar, lo que nos da un total de:

$$2,945.475 \text{ kg} / 150 \text{ kg} \approx 19.5 \text{ cargas}$$

$$19.5 \text{ cargas} * 15 \text{ min} = 292.5 \text{ min}$$

$$292.5 \text{ min} \left( \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \right) \approx 4.8 \text{ horas}$$

Mezclador: 20 minutos = 0.3 horas

Dando un total de  $= 14 + 24 + 4.8 + 0.3 = 43.1$  horas

Al total de horas se le suma el 50% extra de tiempo para tener una ventana de acción ante cualquier situación que se pueda presentar en la planta como errores, mantenimiento de máquinas, etc.

Dando un tiempo total de  $\approx 64.5 \text{ horas} = 2.6 \text{ días}$

Nosotros consideraremos que un lote de 2,945.475 kg de plaguicida tardara 3 días en producirse, al trabajarse 6 días a la semana se estarán produciendo dos lotes a la semana.