

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

**DIAGNÓSTICO ADMINISTRATIVO, MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y ACTIVIDADES  
DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAS  
SUCCESSO, S.A.**

**CRISTINA MARIA ALEJANDRA MORÁN GARCÍA**





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**DIAGNÓSTICO ADMINISTRATIVO, MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y ACTIVIDADES  
DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAS  
SUCCESSO, S.A.**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

**CRISTINA MARIA ALEJANDRA MORÁN GARCÍA**

EN EL ACTO DE INVESTIDURIA COMO

INGENIERA AGRÓNOMA

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA SEPTIEMBRE 2017



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. CARLOS ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr.	Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr.	Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	Cesar Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	Erberto Raúl Alfaro Ortíz
VOCAL CUARTO	P. Agr.	Walfer Yasmany Godoy Santos
VOCAL QUINTO	P. C.	Neydi Yasmine Juracán Morales
SECRETARIO	Ing. Agr.	Juan Alberto Herrera Ardón



Guatemala, septiembre del 2017

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación

**DIAGNÓSTICO ADMINISTRATIVO, MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y ACTIVIDADES  
DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAS  
SUCCESSO, S.A.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

CRISTINA MARÍA ALEJANDRA MORÁN GARCÍA



## ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS** Por la vida, por permitirme haber llegado hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.
- MIS PADRES** Carlos Rafael Morán Gálvez y Anabella García Silva de Morán, con amor sincero por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos , sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser la persona que soy ahora, los llevo siempre en mi corazón. Dios les de muchos años de vida.
- MI ESPOSO** Por su apoyo incondicional durante mi formación, por su cariño, cuidados y ser mi compañero de vida motivándome a ser mejor cada día. Dios te bendiga.
- MI HIJA** Por motivarme con su presencia a ser cada día mejor, a mejorar el medio que nos rodea como legado hacia su generación. Por sus alegrías y tristezas que me hacen valorar lo que importa en la vida.
- MIS HERMANOS** Ana Eugenia del Rosario y Carlos Josué Aarón, por sus consejos y ejemplos de superación, amistad y hermandad sincera. Dios los siga bendiciendo.
- MI FAMILIA** Por el afecto que me han demostrado, y bellos momentos que permanecen en el recuerdo, aun cuando algunos ya no están presentes, gracias por esos recuerdos. En especial a mis abuelos Q.E.P.D. María del Rosario Silva Mencos, María Eugenia Gálvez de Morán, Victor Guzmán; a mi abuelo Carlos Morán, mis tíos, primos y demás familia. Que Dios los bendiga.



## AGRADECIMIENTOS

A:

Mi asesor, Ing. Hermógenes Castillo, por su apoyo en la elaboración de este trabajo.

Mi supervisor, Dr. Ezequiel López, por en el enriquecimiento en la investigación y su apoyo en la culminación del mismo.

Personal de la empresa Agroindustrias Successo, por la colaboración prestada. Con especial aprecio a Lic. Eduardo Solares Hurtarte, Sr. Ervin Bedoya, Ing. Agr. Edwin Villagrán y Dra. Eida de Campollo.

Mi padrino y tío, Ing. Agr. Víctor Hugo Guzmán Silva, por su apoyo y consejo en el desarrollo de mi carrera profesional.

A la, Universidad de San Carlos, específicamente a la Facultad de Agronomía, Centro de estudios distinguido que me instruyo en mi formación permitiéndome alcanzar el desarrollo profesional.

A mis compañeros de estudios, Edmar Tzuquen, Víctor Vielman, David Sánchez, Marvin Felipe, Lisbeth Peláez, Celeni Batres, Gustavo Guzmán, Gerson Mejicanos y demás personas que han estado a mi lado y escapan en este momento.

A los ingenieros docentes de la facultad de Agronomía que con su dedicación a la docencia nos instruyen a ser excelentes profesionales, con especial aprecio a Ing. Agr. Gustavo Álvarez, Ing. Agr. Cesar Lineo, Ing. Rolando Aragón.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
<b>CAPÍTULO I</b>	
DIAGNÓSTICO ADMINISTRATIVO DE LA EMPRESA AGROINDUSTRIAS .....	
SUCCESSO, S.A., GUATEMALA, GUATEMALA .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	3
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	5
1.2.1 Antecedentes de la empresa .....	5
1.2.2 Ubicación geográfica .....	5
1.3 OBJETIVOS.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 METODOLOGÍA .....	9
1.4.1 Fase de conocimiento.....	9
1.4.2 Fase de recopilación de la información.....	9
1.4.2.1 Observación: .....	10
1.4.2.2 Entrevistas personales: .....	10
1.5 RESULTADOS.....	11
1.5.1 Descripción de las actividades productivas .....	11
1.5.2 Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas .....	18
1.5.2.1. Plan estratégico a cinco años .....	19
1.5.3 Descripción del Organigrama de la Empresa.....	20
1.5.3.1 Estructura organizacional de la empresa agroindustrias successo, S. A.....	20
1.5.3.2 Reestructuración del organigrama institucional .....	21
1.6 CONCLUSIONES .....	25

1.7 BIBLIOGRAFÍA.....	27
-----------------------	----

## CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE PROGRAMA FITOSANITARIO BIOLÓGICO PARA EL.....	
CONTROL DE NEMATODOS FITOPARASÍTICOS Y CONTROL DEL.....	
COMPLEJO DAMPING OFF EN EL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS .....	
(Phaseolus vulgaris L.) EN PARRAMOS, CHIMALTENANGO, .....	
GUATEMALA, C.A. ....	29
2.1 INTRODUCCIÓN .....	31
2.2 MARCO TEÓRICO .....	33
2.2.1 Marco conceptual .....	33
2.2.1.1 Descripción del cultivo.....	33
A. Clasificación taxonómica .....	33
B. Origen y Distribución.....	33
C. Descripción técnica.....	34
D. Biología y ecología .....	35
E. Ciclo de vida .....	35
F. Fenología .....	35
G. Requerimientos del cultivo .....	37
H. Variedades de ejote.....	37
I. Manejo agronómico.....	39
2.2.2 Descripción de los productos a evaluar .....	40
2.2.2 Marco referencial.....	41
2.2.2.1 Ubicación geográfica del estudio.....	41
2.2.2.2 Clima .....	42

	PÁGINA
2.2.2.3. Clasificación según uso de suelo .....	43
2.2.2.4. Zona de Vida .....	43
2.3 OBJETIVOS .....	45
2.3.1 Objetivo General .....	45
2.3.2 Objetivos Específicos.....	45
2.4 METODOLOGÍA .....	47
2.4.1 Manejo agronómico .....	47
A. Preparación de suelo: .....	47
B. Siembra.....	47
C. Tutorado.....	47
D. Fertilización.....	48
E. Manejo fitosanitario .....	48
F. Riego.....	48
G. Cosecha.....	49
2.4.2 Metodología Experimental .....	49
A. Hipótesis estadísticas .....	49
B. Diseño experimental .....	49
C. Tratamientos .....	50
D. Variables de respuesta .....	52
2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
2.5.1 Efecto del programa biológico en el control de damping off en el cultivo de ejote francés. ....	55
2.5.2 Efecto del programa biológico en el control de nematodos en .....	
el cultivo de ejote francés. ....	56

## PÁGINA

2.5.3 Relación beneficio /costo entre el tratamiento comercial y las alternativas biológicas propuestas para este estudio con base a rendimientos y calidades de producción.....	57
2.6 CONCLUSIONES .....	59
2.7 RECOMENDACIONES.....	61
2.8 BIBLIOGRAFIA.....	63
CAPÍTULO III	
Informe de servicios realizados en el departamento de Control de Calidad y Producción de Hongos Entomopatógenos en la empresa Agroindustrias SUCESSO S.A., Guatemala.....	67
3.1 Presentación.....	69
3.2 ELABORACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE PROCEDIMIENTOS DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA.....	71
3.2.1 Objetivos.....	71
3.2.1.1 General .....	71
3.2.1.2 Específicos.....	71
3.2.2 Metodología para la elaboración de protocolos de procedimientos de los procesos de la empresa.....	72
3.2.3 Resultados.....	76
3.2.4 Evaluación .....	78
3.2.5 Conclusiones .....	85
3.2.6 Bibliografía.....	87

**ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Diagrama de producción general de hongos entomopatógenos .....	14
Figura 2. Diagrama institucional de la empresa Agroindustrias Successo, S.A. ....	20
Figura 3 Esquema propuesto de organización de la empresa. ....	21
Figura 4. Manejo cronológico del cultivo de ejote francés. ....	39
Figura 5. Mapa del municipio de Parramos, Chimaltenango. ....	42
Figura 6. Número de plantas infectadas por tratamiento en acumulado .....	55
Figura 7. Conteo de nematodos Fitoparasíticos por tratamientos. ....	56
Figura 8 Estructura de los niveles de documentación del sistema de calidad .....	74

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Análisis FODA .....	18
Cuadro 2. Descripción de productos utilizados con componentes biológicos y concentraciones comerciales.....	40
Cuadro 3. Descripción de los microorganismos por tratamiento.....	51
Cuadro 4. Dosis de producto comercial aplicados por tratamiento.....	52
Cuadro 5. Costos de operación por hectárea .....	57
Cuadro 6. Rendimiento .....	57
Cuadro 7. Relación beneficio/costo.....	57
Cuadro 8 Listado de los capítulos del manual de buenas prácticas de manufactura.....	76
Cuadro 9 Listado de los instructivos de trabajo (IT) del área técnica.....	78
Cuadro 10 Listado de procedimientos operativos normalizados (PON) del área técnica.....	79
Cuadro 11 Listado de las hojas control (HC) del área técnica .....	79
Cuadro 12 Listado de los instructivos (IT) de trabajo del área de control de calidad.....	81
Cuadro 13 Listado de los procedimientos operativos normalizados (PON) de trabajo del área de control de calidad .....	82
Cuadro 14 Listado de las hojas control (HC) de trabajo del área de Control de Calidad .....	82
Cuadro 15 Listado de las hojas control (HC) del Área Administrativa.....	84

Evaluación de programa fitosanitario biológico para el control de nematodos fitoparasíticos y control del complejo damping off en el cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) en Parramos, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

Evaluation of a phytosanitary biological program for the control of phyto-parasitic nematodes and control of the damping off complex in French bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) in Parramos, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

Cristina María Alejandra Morán García

## Resumen

El Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA), se desarrolló en la empresa Agroindustria Successo, S.A., de febrero a noviembre de 2015. El diagnóstico determinó que no existía un departamento de control de calidad, ni manual de procesos operativos, ni sistema de trazabilidad de productos. La investigación consistió en evaluar tres tratamientos para el control de nematodos y damping off (T1= Biopack (1 kg/ha) mas Metam Sodio (11.67 g/ha), T2= Biopack (1 kg/ha) y T3= Metam Sodio (11.76 g/ha)) en un diseño bloques al azar con seis repeticiones; el mejor tratamiento fue T1 para las variables número de nematodos, incidencia de damping off y relación beneficio costo. Como servicio se elaboró el Manual operativo de la empresa Agroindustria Successo, el cual contiene los capítulos de Buenas Práctica de Manufactura, Capitulo del Área Técnica, Control de Calidad, Control de Equipos y Administrativos.

Palabras clave: Ejote Francés, *Phaseolus vulgaris*, Nematodos, Damping Off, Control de plagas, Fungicidas biológicos, Nematicidas biológicos, Biopack, Biocidas, Metam Sodio.



## **CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO ADMINISTRATIVO DE LA EMPRESA AGROINDUSTRIAS SUCCESSO,  
S.A., GUATEMALA, GUATEMALA**



## 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente diagnóstico se realizó en febrero del año 2015 en la empresa Agroindustrias Successo, S.A., empresa conformada por emprendedores guatemaltecos que se dedica a la producción de hongos y bacterias entomopatógenas, los cuales son una herramienta de control biológico para la protección de plagas en los cultivos. Los hongos entomopatógenos, proveen una alternativa de control más amigable al medio ambiente utilizándolos en un manejo integrado de plagas, en donde se reduce el uso de pesticidas químicos, los cuales causan daño al medio ambiente y a la salud humana.

Como toda empresa en desarrollo cuenta con aspectos que generan desventajas y ventajas frente a sus competidores, dado a que la empresa recientemente diversificó sus productos y esto ha dificultado los procesos de control y adaptación por parte de los colaboradores en los procesos productivos.

El presente trabajo se realizó con el fin de diagnosticar la situación actual de la empresa así como las fortalezas y debilidades. El diagnóstico se basa en la identificación de los problemas priorizando los mismos con el fin de orientar a soluciones que propicien el buen funcionamiento de la misma.



## 1.2 MARCO REFERENCIAL

### 1.2.1 Antecedentes de la empresa

Agroindustrias Successo S. A. es una empresa Guatemalteca fundada en el año 2004 Dedicada a la Investigación, desarrollo, producción y comercialización de productos agro biológicos en Centroamérica con el objetivo de mejorar la productividad de cultivos preservando el medio ambiente. La empresa inició suministrando el hongo *Metarhizium anisopliae* a los ingenios azucareros de Guatemala. En el año 2010 se realizó la producción de nuevos productos siendo el año 2013 un año muy importante ya que se produjo una reingeniería en la empresa y se inició la producción de los hongos sin cadena fría, metabolitos secundarios de hongos y bacterias. Creando una nueva línea de productos los cuales beneficiarían a muchos agricultores y al medio ambiente. Todos los productos cuentan con los certificados para agricultura orgánica por la certificadora Mayacert para las normas National Organic Program, Japanese Agriculture Standard y Europea.

### 1.2.2 Ubicación geográfica

La empresa Agroindustrias Successo S.A. se encuentra localizada en el departamento de Guatemala, municipio de Mixco en las coordenadas 14°36'14 latitud norte y 90°35'41" longitud oeste.



## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo General

Realizar una observación sobre los procesos que se realizan en la empresa Successo, S.A. para la identificación de oportunidades de mejora dentro de los mismos para un óptimo desarrollo de la empresa.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Describir las actividades productivas de la empresa.
2. Identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas dentro de la empresa.
3. Describir el organigrama de la empresa.



## 1.4 METODOLOGÍA

El diagnóstico realizado en la empresa Agroindustrias Successo, S.A. se elaboró de la siguiente manera:

### 1.4.1 Fase de conocimiento

En esta fase se colectó información sobre la empresa, como la misión, visión, organización interna, al mismo tiempo se colectó información sobre las áreas de trabajo asignadas dentro de la producción, formulación y empaque.

### 1.4.2 Fase de recopilación de la información

En cada uno de las áreas se realizó una observación acerca de cada proceso para lo cual se anotaban las actividades que conformaban el proceso y las herramientas utilizadas anotando aspectos generales del estado físico de estas últimas.

Se realizó con entrevistas a cada una de las gerencias identificadas mediante entrevistas no guiadas para lograr la apertura y que pudiesen expresar con libertad lo relacionado a las actividades, sus pensamientos hacia la empresa, conociendo los inicios de la empresa hasta la actualidad.

Con orientación de cada una de las gerencias, a escases de un organigrama oficial se construyó con aporte de la gerencia general, gerencia financiera y gerencia de producción para la elaboración del mismo.

#### 1.4.2.1 Observación:

Esto se llevó en las áreas de trabajo asignadas por medio de inicialmente un reconocimiento de la empresa, donde se pudo conocer las problemáticas iniciales de organización.

#### 1.4.2.2 Entrevistas personales:

Esta técnica fue aplicada a los directivos de cada uno de los departamentos dentro de la empresa con el fin de obtener la perspectiva sobre la situación actual en lo que para ellos se encuentra la empresa.

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Descripción de las actividades productivas

De acuerdo a las áreas con las que cuenta la empresa, en la producción de hongos entomopatogenos se describen las actividades productivas

#### a. Procesos de producción

La fase de producción de conidios comprende todos los pasos necesarios para obtener comercialmente conidios de la cepa seleccionada. La cantidad de conidios producidos dependerá de la capacidad de las instalaciones, del rendimiento de la cepa producida, del manejo del hongo durante la etapa de incubación y del control de factores como iluminación y temperatura. La fase de producción de conidios comprende:

- Preparación del medio de cultivo
- Preparación de la suspensión inoculadora
- Inoculación y pre incubación
- Incubación
- Secado
- Almacenamiento

#### b. Preparación del medio de cultivo

Para la fase de producción comercial de conidios puede utilizarse como medio de cultivo arroz con tratamiento térmico previo. El medio de cultivo se deja enfriar y se agregan 280 gramos en bolsas de polipropileno resistente a las condiciones de la autoclave. Posteriormente se cierran en su parte superior haciéndole tres dobleces y engrapado.

#### c. Preparación de la suspensión inoculadora

Al mismo tiempo que se está preparando el medio de cultivo se deberá preparar la suspensión inoculadora. La suspensión se prepara a partir de las matrices esporuladas

descritas anteriormente. Para el efecto se necesita contar con cristalería estéril; ya que de dicha suspensión dependerá toda la producción comercial.

Las esporas desarrolladas en cada matriz se lavan con una solución de agua estéril y surfactante al 0.01% por agitación y separadas del arroz a través de filtración con un embudo con gasa. Este procedimiento se repite varias veces para cada matriz a manera de dejar totalmente limpio el arroz. El filtrado se vuelve a pasar por un nuevo filtro preparado con un embudo con gasa para evitar que en la suspensión final existan partículas grandes.

#### d. Inoculación y pre incubación

A la suspensión obtenida del filtrado se le agregan 60 ppm de nitrógeno disuelto en agua y antibiótico a razón de 250 mg/l de suspensión final. El volumen requerido se completa con agua estéril. La suspensión final deberá contener un mínimo de  $1E8$  conidios/ml. Es preferible que la suspensión inoculadora se prepare en un matraz 1000 ml por permitir altos volúmenes y para que la suspensión final pueda inocularse con jeringa de llenado automático. Al tener lista la suspensión se deberá tapar cada matraz de erlenmeyer y mantenerlo en un lugar aséptico. La suspensión deberá inocularse lo antes posible.

Para la inoculación es necesario contar con un área específica que reúna características de alta asepsia. En esta área se han enfriado las bolsas con el medio de cultivo luego de su paso por la autoclave. A cada bolsa se le agregan 16 ml de la suspensión inoculadora en forma de inyección en uno de los extremos de la misma. El inóculo se dispersa en todo el medio de cultivo contenido en cada bolsa a través de agitación, teniendo el cuidado de no tocar con las manos los extremos laterales de la misma.

#### e. Incubación

Las bolsas inoculadas permanecen en pre incubación por dos días. Esto consiste en dejar las bolsas en reposo sobre estanterías, en total oscuridad y a una temperatura de  $28^{\circ}\text{C}$ . Con estas condiciones se estimula la germinación de los conidios y la producción del

micelio. Al final del período de pre incubación, las bolsas se agitan nuevamente (para romper el micelio), lo que estimulará una mayor producción de micelio y conidios.

La incubación del hongo debe realizarse en un espacio con suficiente iluminación, proporcionándole luz durante 19 horas diarias a una temperatura de 26°C. Diez días después de la ruptura de micelio (12 días después de la inoculación) se realiza una nueva agitación manual del arroz”. En este momento el arroz presenta una coloración verde debido a la esporulación del hongo.

Posterior a la inoculación se almacena en estanterías en áreas descontaminadas para el crecimiento del hongo con movimientos en la bolsa cada 4 días según sea el desarrollo del mismo dentro de la bolsa así será el movimiento dentro de la misma, tenemos 2 escenarios:

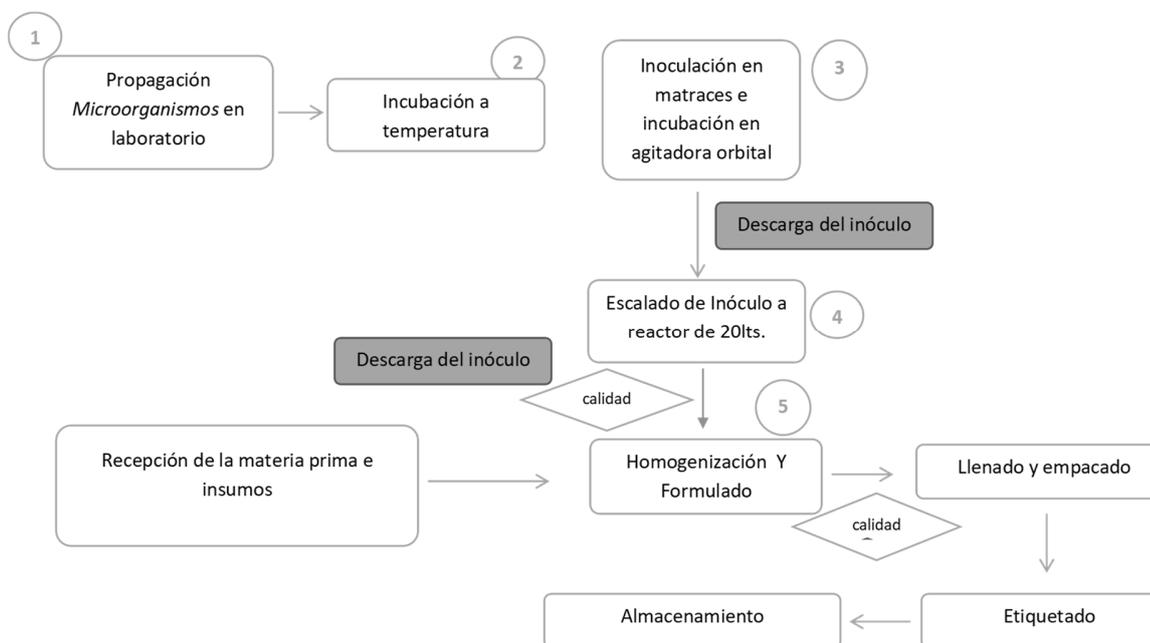
Escenario 1: cuando el desarrollo del hongo a alcanzado un porcentaje mayor al 50 por ciento se realiza movimientos únicamente en la base del mismo para separar lo sedimentado en el fondo con ayuda de la mano.

Escenario 2: Cuando el hongo no ha alcanzado la mitad de su desarrollo (se puede observar mediante la coloración de la bolsa en el que está contenido el arroz) se hacen movimientos con mayor potencia para distribuir el hongo inoculado y crear condiciones de oxigenación para que este se desarrolle.

#### f. Secado y almacenamiento

Transcurridos 16 días después de la inoculación de las bolsas se drenan, acción que consiste en eliminar el exceso de agua a través de un corte en una esquina inferior. Dos días después (18 días después de la inoculación), el hongo está listo para su utilización. De no utilizar inmediatamente el hongo es necesario secarlo. En este momento, la bolsa se observa completamente verde debido a la esporulación del hongo.

El procedimiento anteriormente descrito se presenta en la figura 1 de manera sintética para el desarrollo de cualquier hongo entomopatógeno.



Fuente: Agroindustrias Successo S.A., 2016

Figura 1. Diagrama de producción general de hongos entomopatógenos

#### g. Formulación del ingrediente activo (IA)

Según las presentaciones de producto sólido o líquido el procedimiento es el siguiente:

Sólido:

Se mezcla el inóculo con el material inerte (promisil) en relación 2:5:1 para luego deshidratar la pasta obtenida de 40-50 °C en bandejas de aluminio, hasta que se obtiene un peso constante. Se conserva el ingrediente activo en bolsas o recipientes a 30°C y se siguen las indicaciones de acuerdo al mezclado de polvos, posterior a esto se realizan las pruebas de control de calidad.

Líquido:

El inóculo es ingrediente activo para la formulación en líquido, se conserva en glicerina en refrigeración a 4°C en relación 1:1, si no se dirige a producción o formulación. Este se rotula los envases que lo contiene, previamente esterilizados y se dirige a formulación en donde seguirá las indicaciones de acuerdo al formato de mezclado para líquidos.

h. Proceso de formulación de producto terminado para productos en sólidos

1. Colocar malto dextrina en la homogeneizadora
2. Encender la homogeneizadora por 1 min
3. Agregar la mitad del (de los) ingrediente(s) activo en toda la superficie de la malto dextrina
4. Mezclar durante 20 min.
5. Agregar la otra mitad de (de los) ingrediente(s) activo en toda la superficie que ocupe la malto dextrina
6. Mezclar durante 40 min.
7. Apagar la mezcladora
8. Retirar y empacar el producto.

i. Proceso de formulación de producto terminado para productos en líquido

1. Agregar en el orden y en cantidad de acuerdo a lo especificado en la lista de chequeo
2. Se adiciona la glicerina y el agua al homogeneizador
3. Encender la homogeneizadora
4. Agitar durante 15 min.
5. Agregar la goma xantana lentamente espolvoreado
6. Agitar durante 20 min.
7. Agregar se adiciona glomus y helied
8. Se homogeniza durante 10 min.

9. Agregar los inóculos
10. Homogenizar durante 10 min.
11. Apagar la homogeneizadora
12. Dejar reposar la mezcla por 10 min.
13. Disponer del producto terminado para el llenado

#### j. Proceso para control de calidad

##### Materiales

- Micropipeta de 100 microlitros
- SOLUCION TWEEN
- Micropipeta de 1000 microlitros
- Agua destilada
- Cajas de Petri
- Tween 20
- Tubos de ensayo con rosca
- Perlas de vidrio
- Puntas de 1000 microlitros
- Puntillas 100 microlitros
- Matraz erlenmeyer de 150 ml

##### Procedimiento

1. Medir con la probeta graduada 300 ml de agua destilada
2. Adicionar el agua destilada en el vaso de precipitado de 500 ml.
3. Medir con la Micropipeta de (100 ul) los 0.375 ml de Tween 20 y mezclar con el agua destilada
4. Con la pipeta de 10 ml x 1/10 ml, medir 9 ml de solución anterior y agregar a los tubos de ensayo
5. Esterilizar los tubos de ensayo en autoclave a 121 °C a 15 PSI por 30 min.
6. Retirar de la autoclave y dejar enfriar

7. Para otra cantidad basarse a la siguiente tabla o realizar los cálculos correspondientes

#### k. Evaluación de la Calidad

La calidad de un hongo entomopatogeno es muy importante debido a que es un organismo vivo el cual se debe certificar para que accione en contra de las plagas para los cuales fue aplicado. En el sector de los hongos entomopatogenos la calidad del producto se mide por tres variables:

##### a. Viabilidad (% conidios vivos)

Es el porcentaje de conidios del hongo vivos que llega al cliente. Ya que en el transporte y la manipulación del producto puede morir cierto porcentaje del mismo. Esta variable es una de las más importantes ya que va ligada al manejo del producto desde el laboratorio hasta las instalaciones del cliente. Es ahí donde Agroindustrias Successo ha logrado hacer la diferencia en base a la competencia.

##### b. Concentración (conidios/área)

Es la medida, que confirma la cantidad de producto (cantidad de conidios por mililitro) que el cliente requiere.

##### c. Parasitismo (% de control)

Es la medida que usa el cliente, donde realiza evaluaciones en el campo y se cerciora que las plagas se han controlado gracias al hongo Entomopatogenos.

### 1.5.2 Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas

La metodología empleada será la utilización de una entrevista abierta realizada al licenciado Eduardo Solares, gerente general; al señor Marco Tulio Flores, encargado de las Finanzas y Ludy Recinos, encargado de la producción

Posterior a las observaciones generales sobre las diferentes actividades que se desarrollan será la utilización de la herramienta de análisis FODA aplicado a la empresa para reconocer los 4 ítems del plan y presentarlo a la empresa con el objetivo de examinar de manera general el curso de la empresa al día de hoy.

También se utilizara la revisión bibliográfica acerca de la empresa servicios y productos que presta como parte de la información complementaria para el análisis de la información.

Cuadro 1. Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades
<p>Producto innovador que constituye una mezcla de microorganismos no vistos juntos en el mercado.</p> <p>Equipo de ventas con alto conocimiento de la materia y apoyados por la empresa.</p> <p>Empresa reconocida en Guatemala y Centroamérica,</p> <p>Buena relación con los ingenios productores de hongos entomopatogenos,</p> <p>Contamos con personal altamente calificado en la producción de hongos entomopatogenos,</p> <p>Los competidores (Ingenios) recomiendan a la empresa, cuando les llegan clientes, ya que ellos reconocen q no pueden suministrarle producto a clientes nuevos.</p> <p>Productos de nueva generación ya que no cuentan con cadena fría para su viabilidad.</p>	<p>Tendencias del mercado a consumir productos orgánicos.</p> <p>Implementación de varios agricultores de manejo integrado de plagas y reducción de aplicación de productos químicos para el control de plagas.</p> <p>Tendencia de las empresas en lograr certificar sus cultivos o productos totalmente inocuos.</p> <p>Lograr incursionar en otros cultivos y no solamente en caña de azúcar y café.</p> <p>Producir otros productos biológicos y naturales para controles de plagas.</p>

Debilidades	Amenazas
<p>No contamos con capital necesario para la expansión del laboratorio.</p> <p>Falta de equipo y tecnología especializado</p> <p>Falta de organización administrativa en la elaboración de planes de producción y ventas</p> <p>No existe un stock de productos mínimo para cubrir ventas menores.</p> <p>Algunas materias primas de producción no se realizan actualmente en las instalaciones de Guatemala.</p>	<p>Nuevos productos No Naturales que controlen más eficientemente las plagas que los Naturales,</p> <p>Falta de compromiso por parte de personal operativo de la empresa.</p> <p>Falta de espíritu de servicio en el área administrativa.</p> <p>Escases de equipo que cubra las necesidades de la demanda próxima de temporada.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2016

#### 1.5.2.1. Plan estratégico a cinco años

Con base a la información obtenida se determina el plan estratégico de la empresa en donde los participantes se comprometen a seguir la estrategia establecida para el cumplimiento de las directrices y el comportamiento para que Agroindustrias Successo, S.A. alcance las aspiraciones que ha plasmado en su plan directo.

Desarrollar el plan estratégico junto a los directivos de la empresa en un marco no mayor de 3 meses para posterior información al personal operativo a través de una capacitación en donde se den a conocer:

1. Objetivos numéricos y temporales de ventas proyectadas comparativas con años anteriores
2. Políticas y conductas internas,
3. Relación de acciones finalistas para la resolución de problemas concretos

#### A. Plan operativo Julio 2015- Julio 2016

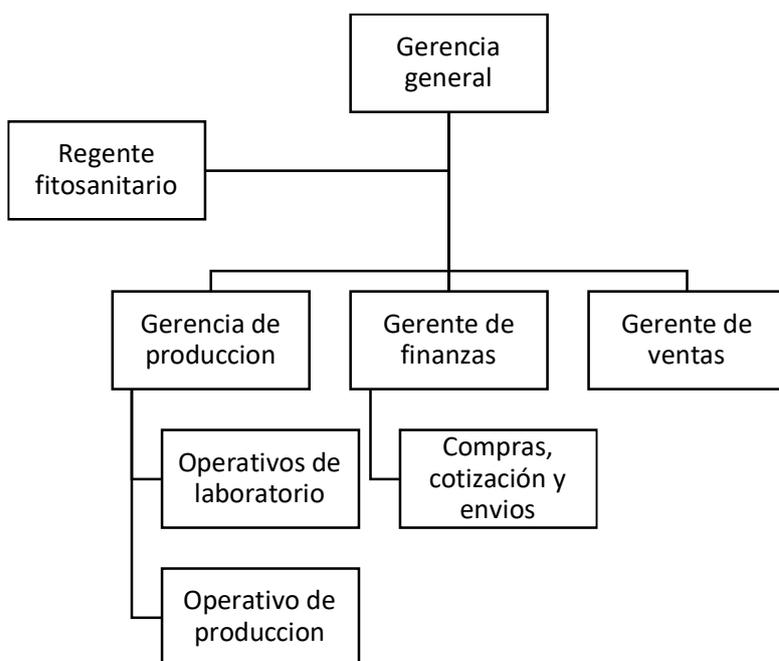
Con el objetivo de orientar el buen funcionamiento de la empresa se recomienda la implementación de las siguientes sugerencias:

### 1.5.3 Descripción del Organigrama de la Empresa

En esta fase se llevó a cabo la descripción de los puestos que actualmente funcionan dentro de la empresa. Se presentó el organigrama de la situación actual y posteriormente se presenta la modificación del mismo con los nuevos puestos de trabajo según las necesidades de operación.

#### 1.5.3.1 Estructura organizacional de la empresa agroindustrias successo, S. A.

Dentro de la estructura administrativa de la empresa existen varios cargos dentro de los cuales algunas funciones que desempeñan en orden jerárquico como se presenta en la figura 2.

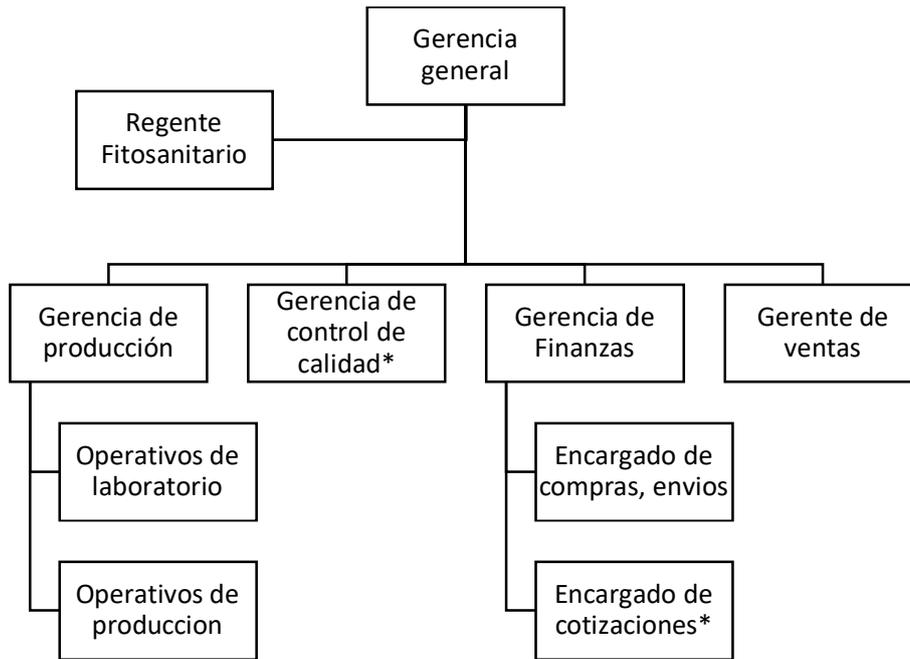


Fuente: Elaboración propia 2016

Figura 2. Diagrama institucional de la empresa Agroindustrias Successo, S.A.

### 1.5.3.2 Reestructuración del organigrama institucional

Definiendo en la brevedad posible las atribuciones de cada posición y la capacitación de las mismas hacia los empleados. Se sugiere el siguiente esquema:



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 3 Esquema propuesto de organización de la empresa.

Nótese que aquellas posiciones marcadas con un asterisco son nuevos puestos operativos que en su momento debe ser evaluado si son cubiertos con personal existente o la contratación de nuevo personal.

### 1.5.3.3. Descripción de los puestos operativos dentro de la empresa.

#### 1. Gerente General

Cuenta con la autoridad y los recursos necesarios, además de la imparcialidad y objetividad para que se cumpla con la finalidad institucional.

Responsabilidades:

Toma de decisiones para el crecimiento y desarrollo de la empresa

Revisa bianualmente los manuales en materia de calidad

Apoya a la implementación y cumplimiento del Manual de Buenas Prácticas de Manufactura.

Apoya a la implementación y cumplimiento del Sistema de Gestión de la Calidad.

Asegura el compromiso de la producción y entrega de un producto de alta calidad.

#### 2. Regente fitosanitario

Cuenta con la autoridad y recursos necesarios para representar a la empresa Agroindustrias SUCESSO S.A. ante el Organismos Gubernamentales, Organismos No Gubernamentales y otras instituciones

Responsabilidades:

Cumple con los requisitos de las Buenas Prácticas de Manufactura.

Asegura la correcta representación de la institución, en base a los lineamientos y políticas de la empresa.

Verifica el correcto funcionamiento de la empresa con fines agrícolas.

#### 3. Gerentes de Áreas ( Administrativa, Calidad, Producción y Ventas )

Cuentan con la autoridad y recursos necesarios para el correcto y adecuado funcionamiento de sus áreas asignadas.

Responsabilidades:

Cumple con los requisitos establecidos en el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura.

Asegura la adecuada supervisión del personal

Implementa el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura y el funcionamiento del Sistema de Gestión de la Calidad

Vela por el mantenimiento de las instalaciones y condiciones ambientales.

Vigila la integridad y el buen desempeño del equipo

Mantiene el inventario de insumos y repuestos para los equipos asignados a sus áreas.

Firma documentos, informes, reportes entre otros, que les corresponda.

4. Encargado de compras y envíos
5. Encargado de cotizaciones
6. Operativos:
  - a. Laboratorio
  - b. Productivos

Los operativos cumplen con los requerimientos que presente cada una de las gerencias a los cuales se encuentran a su cargo. Cada una de las actividades orientadas a la producción, comercialización y venta final de los productos que aquí se elaboran.

Firma documentos, informes, reportes entre otros, que les corresponda.



## 1.6 CONCLUSIONES

1. En la empresa Agroindustrias Successo S.A. se desarrollan actividades de bioaumentación de hongos y bacterias, estas son estabilizadas de acuerdo a metodologías de crecimiento a temperatura ambiente, posteriormente se obtienen las conidias de los diferentes hongos y se integran a la formulación comercial en mezcla con una azúcar llamada malto dextrina que brinda condiciones favorables al hongo para su reactivación a través de agua para su aplicación en campo. Al finalizar los procesos productivos se llevan a cabo diferentes pruebas de control para verificar la calidad de los mismos, se determina la pureza, concentración y viabilidad por gramo de producto terminado.

2. En el análisis de las fortalezas de la empresa podemos mencionar a que es un producto innovador como lo es la mezcla de microorganismos integrados dentro de una misma presentación. Esto de última tecnología da como resultados buenos comentarios en campo. Dentro de las oportunidades de la empresa se puede definir como la más importante a la tendencia del mercado nacional e internacional al consumo de productos orgánicos que va al alza en los últimos años. Como debilidad se presenta la falta de capital de trabajo y de organización administrativa y productiva que aumenta por ende los costos de operación de la empresa. Y como amenazas la escases de equipo que cubra demandas mayores a las actuales, el cual significa un riesgo en las operaciones futuras de la empresa.

3. Como parte de la organización y el buen funcionamiento de una entidad comercial es necesaria la estructuración de la empresa a través del organigrama funcional y la empresa actualmente no cuenta con uno que funcione de buena manera, por lo que se propone uno que se ajusta a las necesidades sentidas de las directivas de la empresa, Como se presenta en la figura 3 dentro del documento.



## 1.7 BIBLIOGRAFÍA

Arana Vicente, EY. 2011. *Análisis del proceso de producción de plaguicida biológico*. (Tesis Ing. Quim.). USAC, Facultad de Ingeniería: Guatemala. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1191\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1191_Q.pdf)

Mendía de Campollo, E. 2016. *Manual de buenas prácticas de manufactura, Organización* (capítulo 3). Successo S.A, Guatemala. Páginas 1-5



## CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE PROGRAMA FITOSANITARIO BIOLÓGICO PARA EL CONTROL DE NEMATODOS FITOPARASÍTICOS Y CONTROL DEL COMPLEJO DAMPING OFF EN EL CULTIVO DE EJOTE FRANCÉS (*Phaseolus vulgaris* L.) EN PARRAMOS, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF A BIOLOGICAL PHYTOSANITARY PROGRAM FOR THE CONTROL OF PHYTOPARASITIC NEMATODES AND CONTROL OF THE DAMPING OFF COMPLEX IN THE FRUIT EJOTE (*Phaseolus vulgaris* L.) CULTIVATION IN PARRAMOS, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.



## 2.1 INTRODUCCIÓN

Guatemala exporta a Estados Unidos según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, MAGA, el 30 % del consumo en lo que se refiere a ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) en su estado de no maduración. Constantemente por normas y tendencias internacionales que rigen los mercados, se está prohibiendo el uso de productos que dañen la salud al ser humano y al ambiente.

La producción de los diferentes cultivos de exportación, se encuentra en la búsqueda de nuevas alternativas para obtener un cultivo limpio de moléculas químicas que puedan dañar al organismo de los consumidores finales. Los productores tienen la obligación de cumplir con los consumidores para que no se tenga problemas, en cuanto a rendimiento y calidad del producto final.

La inoculación al suelo de microorganismos antagonistas aeróbicos que vienen en los productos comerciales evaluados, complementado con el manejo convencional racional ayudan a la recuperación de los eslabones que forman parte de la cadena alimenticia de la rizósfera de los cultivos y a la disminución de la resistencia de ciertos microorganismos fitopatógenos, afectando el desarrollo de esporas de hongos anaeróbicos que producen estas enfermedades los cuales compiten por espacio y alimento con los microorganismos antagonistas aeróbicos.

La región de Guatemala donde se cultivan hortalizas se ha visto afectada por la presencia de hongos fitopatógenos, del complejo *Damping off* (*Pythium sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Phytophthora sp.*), y nematodos fitoparasíticos.

A continuación se presenta los resultados obtenidos de la comparación de métodos tradicionales y alternativo para el control de nematodos y hongos del complejo damping off, esto mediante el establecimiento de parcela experimentales y análisis estadístico de los resultados.

Este trabajo forma parte del EPS de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el periodo comprendido febrero – noviembre 2015.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco conceptual

#### 2.2.1.1 Descripción del cultivo

El frijol pertenece a la familia de las leguminosas, en el mundo se conoce alrededor de 150 especies, de las cuales al menos 50 se encuentran en Mesoamérica. Se conocen con distintos nombre entre los cuales se pueden mencionar frijol, poroto, alubia, etc. Constituyen uno de los alimento de la dieta básica de la población latina.

#### A. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae.

División: *Magnoliophyta*.

Clase: *Magnoliopsida*.

Orden: *Rosales*.

Familia: *Papilionoidae*.

Género: *Phaseolus*.

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

#### B. Origen y Distribución

El frijol del género *Phaseolus* está distribuido en todo el mundo. Se cultiva en los trópicos, subtrópicos y zonas templadas. Dentro del género *Phaseolus*, las especies *P. vulgaris* L., *P. coccinius* L., *P. lunatus* L. y *P. acutifolius* Gray son las más importantes agrónomicamente. Consta de 50 especies, distribuidas exclusivamente en américas, 5 especies domesticadas. Cuatro incluyen a formas cultivadas, la que más se cultiva es *P.vulgaris* y en la actualidad se cultivan en forma extensiva en todo el mundo (Vibrans, 2009).

El frijol común (*P. vulgaris*, L.), tiene su origen en Mesoamérica, siendo llevada a Europa como planta ornamental. Es considerado uno de los cultivos más antiguos; hallazgos arqueológicos en su posible centro de origen datan de 7000 años A.C., y en Suramérica indican que era conocido por lo menos 5000 años A.C. (Infante, 1990).

## C. Descripción técnica

### **Hábito y forma de vida**

Hierba de vida corta, enredada en forma de espiral en algún soporte, o erecta en forma de arbusto, con algunos tricomas. Tamaño: De hasta 40 cm de alto los tipos arbustivos y de hasta 3 m de largo las enredaderas (McVaugh, 1987).

### **Hojas**

En la base de las hojas sobre el tallo se presenta un par de hojas (llamadas estípulas), estriadas; las hojas son alternas, pecioladas, compuestas con 3 hojas (llamadas folíolos) ovadas a rómbicas, con el ápice agudo; en la base de cada folíolo se encuentra un par de diminutas estípulas (llamadas estípelas) (McVaugh, 1987).

### **Inflorescencia**

Pocas flores dispuestas sobre pedúnculos más cortos que las hojas, ubicados en las axilas de las hojas; las flores acompañadas por brácteas estriadas (McVaugh, 1987).

## **Flores**

El cáliz es un tubo campanulado que hacia el ápice se divide en 5 lóbulos, 2 de los cuales se encuentran parcialmente unidos; la corola rosa-púrpura a casi blanca, de 5 pétalos desiguales, el más externo es el más ancho y vistoso, llamado estandarte, en seguida se ubica un par de pétalos laterales similares entre sí, llamados alas y por último los dos más internos, también similares entre sí y generalmente fusionados forman la quilla que presenta el ápice largo y torcido en espiral y que envuelve a los estambres y al ovario; estambres 10, los filamentos de 9 de ellos están unidos y 1 libre; ovario angosto, con 1 estilo largo y delgado, con pelos hacia el ápice, terminado en un estigma pequeño (McVaugh, 1987).

## **Frutos y semillas**

Legumbres lineares, de hasta 20 cm de largo, a veces cubiertos de tricomas; semillas globosas, variables (McVaugh, 1987).

### **D. Biología y ecología**

La propagación se realiza mecánicamente por semilla (Isely, 1990). Esta emerge a los 8 días después de la siembra.

### **E. Ciclo de vida**

La forma silvestre es perenne y la forma cultivada es anual (McVaugh, 1987).

### **F. Fenología**

Voysest, (1985); Fernández, (1985); Jo et al., (1992) y Enríquez et al., (1995), señalan que el desarrollo del cultivo del frijol tiene dos fases: la vegetativa y la reproductiva. La primera

abarca desde la germinación de la semilla hasta el comienzo de la floración y la segunda se extiende desde la floración hasta la madurez de cosecha.

El ciclo biológico del frijol cambia según el genotipo y los factores del clima; durante el desarrollo de la planta se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las etapas de desarrollo del cultivo (Expósito Pérez & García Beltrán, 2011).

#### a. Fase vegetativa

La fase vegetativa se inicia cuando se le brinda a la semilla las condiciones para iniciar la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de hábito de crecimiento determinado, o los primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta (Expósito Pérez & García Beltrán, 2011).

#### b. Fase reproductiva

Esta fase se encuentra comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de cosecha. En las plantas de hábitos de crecimiento indeterminado continúa la aparición de estructuras vegetativas cuando termina la fase vegetativa, lo cual hace posible que una planta esté produciendo simultáneamente hojas, ramas, tallos, flores y vainas (Expósito Pérez & García Beltrán, 2011).

## G. Requerimientos del cultivo

### a. Riego

A través de un sistema de goteo, con un intervalo de riego de 7 días, eliminándolo cuando las vainas estén desarrolladas (Expósito Pérez & García Beltrán, 2011).

### b. Edafoclimáticos

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo de ejote oscilan entre 10 °C a 27 °C, por debajo de estas son perjudiciales para el crecimiento de la planta y por arriba existe una disminución en su capacidad de producción, necesita buena luminosidad para tener una buena fecundación y humedad relativa (HR) de 70 % a 80 %, los suelos que prefiere son de textura franco a franco-arcillosa, con una profundidad efectiva de 40 cm y pH de 5.5 a 7.0, la conductividad eléctrica menor a 2 mmhos/cm, y un contenido de materia orgánica de 3 % (Isr15).

### c. Nutricional

La fertilización del cultivo debe hacerse en base a los resultados del análisis de fertilidad de suelo. Los requerimientos nutricionales del cultivo de ejote en kilogramos por hectárea son: N 120 kg/ha, P 90 kg/ha, K 60 kg/ha. (Expósito Pérez & García Beltrán, 2011).

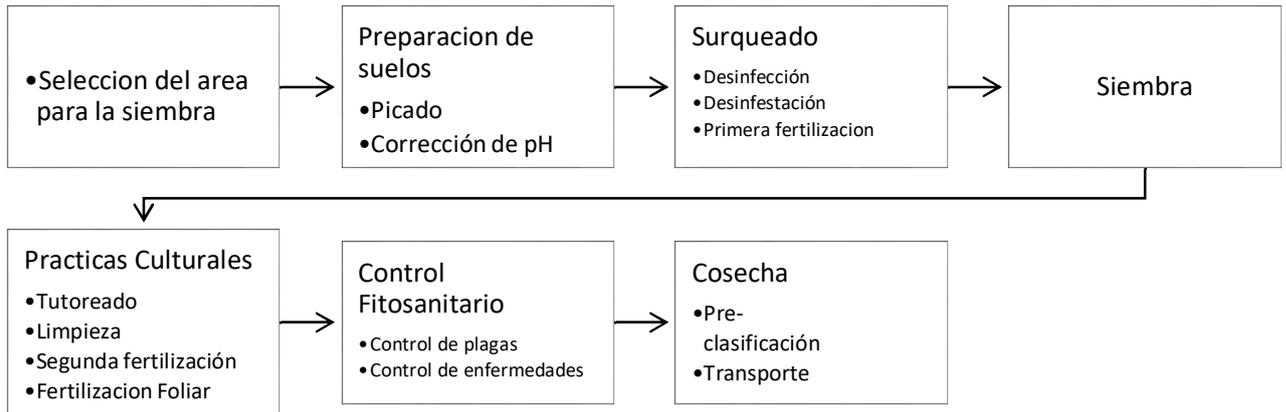
## H. Variedades de ejote

La variedad utilizada en el desarrollo de esta investigación es la variedad Saporro la cual presenta las siguientes características:

- Altura de planta: Variedad de ejote francés de porte intermedio, con plantas que alcanzan de 45 a 50 cm de altura.
- Días a cosecha: Variedad de producción tardía. Se cosecha a los 55 días después de la siembra, durando en esta etapa alrededor de 3 a 4 semanas.
- Color de semilla: Blanca.
- Color de flor: Blanca.
- Resistencia: Tiene resistencia a mosaico común, tolerancia al virus del enrollamiento y mancha bacterial.
- Rendimientos: Su producción promedio es de 18 a 20 qq por cuerda de 40 x 40 varas (equivalente a 110 qq/mz a 120 qq/ mz).
- Vaina: Sus vainas tienen 12 a 14 cm de largo y un diámetro de 5 a 6 mm, sin fibra, de color verde medio oscuro (Mérida, 2003).

## I. Manejo agronómico

El manejo agronómico de variedades de crecimiento arbustivo de ejote francés no difiere significativamente en el manejo de frijol al suelo. A efecto de visualizar todas y cada una de las actividades, en la figura 4, se presenta el flujograma del cultivo de ejote francés.



Fuente: elaboración propia, 2017.

Figura 4. Manejo cronológico del cultivo de ejote francés.

## 2.2.2 Descripción de los productos a evaluar

En el cuadro 2 se presenta los productos evaluados, así mismo el componente biológico contenido en cada uno de los productos y la función que desempeña.

Cuadro 2. Descripción de productos utilizados con componentes biológicos y concentraciones comerciales.

PRODUCTO	COMPOCICION	TAXONOMIA		CONCENTRACION	FUNCION
LILASOL	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Familia	<i>Trichocomaceae</i>	1 X 10E9 UFC/Kg	Previene y controla nematodos, gallina ciega y ambientalmente seguro
		Género	<i>Paecilomyces</i>		
		Especie	<i>P. lilacinus</i>		
	<i>Bacillus popilliae</i>	Familia	<i>Bacillaceae</i>	1 X 10E10 UFC/Kg	
		Género	<i>Bacillus</i>		
		Especie	<i>B. popilliae</i>		
	<i>Bacillus thuringensis</i>	Familia	<i>Bacillaceae</i>	1 X 10E10 UFC/Kg	
		Género	<i>Bacillus</i>		
		Especie	<i>B. thuringensis</i>		
TRI-HB	<i>Trichoderma harzianum</i>	Familia	<i>Hypocreaceae</i>	1 X 10 E9 UFC/Kg	Previene y controla enfermedades de la raíz, ambientalmente seguro Estimula el desarrollo
		Género	<i>Trichoderma</i>		
		Especie	<i>T. harzianum</i>		
	<i>Bacillus subtilis</i>	Familia	<i>Bacillaceae</i>	1 X 10E10 UFC/Kg	
		Género	<i>Bacillus</i>		
		Especie	<i>B. subtilis</i>		
BONASOL	<i>Glomus intraradices</i>	Familia	<i>Glomeraceae</i>	3000 propágulos/L	Optimiza la absorción de nutrientes, contiene diferentes bacterias solubilizadoras de fósforo y potasio Fijadoras de nitrógeno, aumentan el fósforo orgánico Colonizan las raíces de las plantas produciendo fitohormonas como
		Género	<i>Glomus</i>		
		Especie	<i>G. intraradices</i>		
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Familia	<i>Pseudomonadaceae</i>	1 X 10 E8 UFC/L	
		Género	<i>Pseudomonas</i>		
		Especie	<i>P. fluorescens</i>		
	<i>Pseudomonas sp</i>	Familia	<i>Pseudomonadaceae</i>	1 X 10 E8 UFC/L	
		Género	<i>Pseudomonas</i>		
		Especie	<i>sp.</i>		
	<i>Azotobacter sp</i>	Familia	<i>Pseudomonadaceae</i>	1 X 10 E9 UFC/L	
		Género	<i>Azotobacter</i>		
		Especie	<i>sp</i>		
	<i>Azospirillum brasilenses</i>	Familia	<i>Rhodospirillaceae</i>	1 X 10E9 UFC/L	
		Género	<i>Azospirillum</i>		
		Especie	<i>brasilenses</i>		

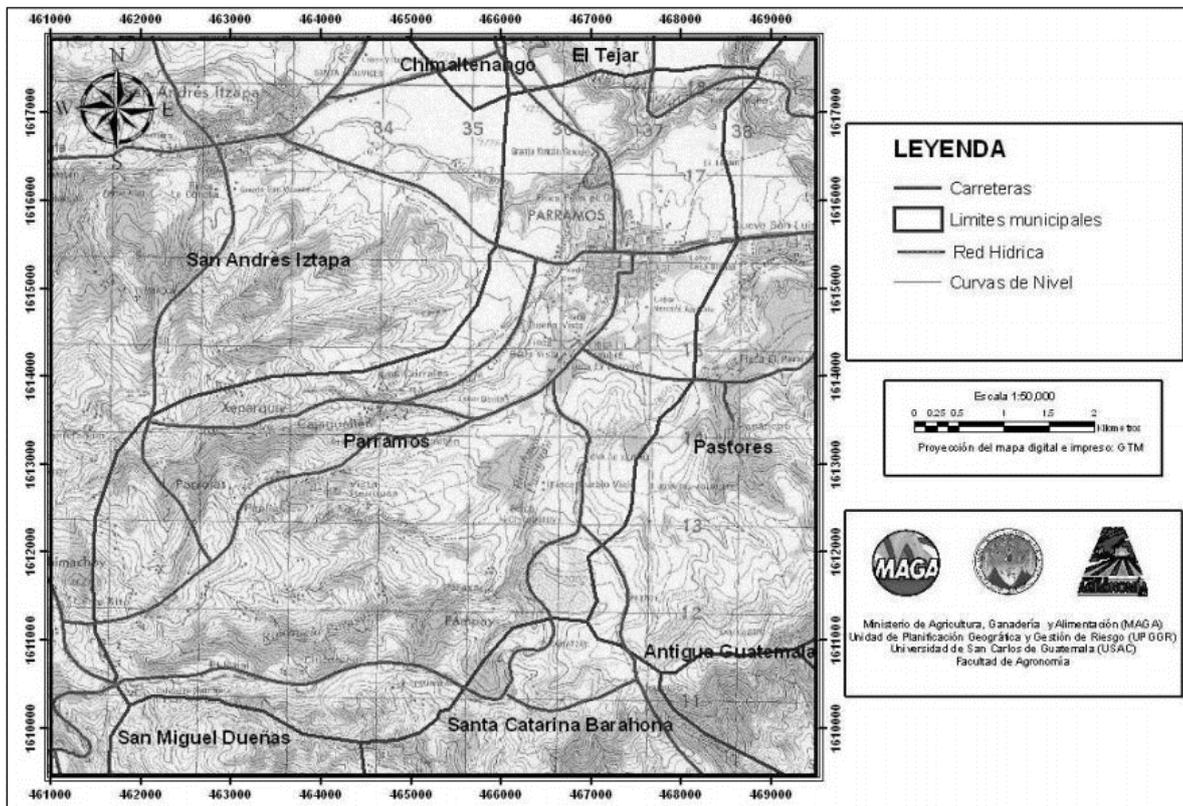
					giberelinas, citocininas.
	<i>Bacillus subtilis</i>	Familia	Bacillaceae	1 X 10E9 UFC/L	Produce sinedoroforos con afinidad por el ión hierro con lo que previene la germinación de las esporas de los hongos patógenos
		Género	<i>Bacillus</i>		
		Especie	<i>subtilis</i>		
METAM SODIO				[42% en peso equivale a 51% p/v]	Uso restringido. . Fumigante de suelos presentado en forma de solución acuosa para aplicar al suelo libre de cultivo

Fuente: elaboración propia, 2016.

## 2.2.2 Marco referencial

### 2.2.2.1 Ubicación geográfica del estudio

El estudio se realizó en el municipio de Parramos, departamento de Chimaltenango ubicado en el área central de la República de Guatemala coordenadas 14°36'28"N 90°48'11"O a 64.5 km de distancia de la ciudad. En la empresa Importaciones Mundiales S.A. comercializadora de vegetales (PANJIVA, 2016), (figura 2)



Escala: 1:50,000

Fuente: MAGA, 2014.

Figura 5. Mapa del municipio de Parramos, Chimaltenango.

## 2.2.2.2 Clima

### A. Precipitación

Según la estación meteorológica del INSIVUMEH precipita aproximadamente 27.9 mm de lluvia en 24 h (INSIVUMEH, 2015).

## B. Temperatura

La temperatura máxima de la región oscila entre los 25.9 °C, con temperatura mínimas de 15.4 °C, según datos obtenidos de la estación meteorológica localizada en Milpas Altas, Sacatepéquez. (INSIVUMEH, 2015).

### 2.2.2.3. Clasificación según uso de suelo

El uso del suelo del municipio está dividido en 1,818 fincas, las cuales ocupan una superficie de 65,966,137.6 m<sup>2</sup> de superficie, dedicándose a cultivos anuales 22,400,595.3 m<sup>2</sup>, permanentes y semi-permanentes; en cuanto a pastos son 27,927,604.6 m<sup>2</sup>, y en bosques con 12,630,728.1 m<sup>2</sup>; y 1,088,530.52 m<sup>2</sup> otras tierras (Cardona, 2010).

### 2.2.2.4. Zona de Vida

Según Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA, 2016) el sistema de clasificación es el siguiente basado en el sistema de clasificación Holdridge, el municipio de Parramos está compuesto por Bosque húmedo montano bajo (clasificación bh-MB) a un bosque muy húmedo Montano bajo (bmh-MB) (SEGEPLAN, 2006)



## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 Objetivo General

Evaluar tres programas fitosanitarios en el control de nemátodos y hongos fitopatógenos

### 2.3.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar el efecto del programa biológico en el control del complejo damping off en el cultivo de ejote francés.
2. Evaluar el efecto del programa biológico en el control de nemátodos en el cultivo de ejote francés.
3. Establecer la relación beneficio /costo entre el tratamiento comercial y las alternativas biológicas propuestas para este estudio con base a rendimientos y calidades de producción.



## 2.4 METODOLOGÍA

### 2.4.1 Manejo agronómico

#### A. Preparación de suelo:

2 semanas antes de la siembra se realizó las actividades de arado a una profundidad de 30 cm - 40 cm con 3 pasos de la rastra, adicionalmente se realizó la aplicación a las áreas definidas como testigo comercial y el tratamiento denominado 2 la aplicación del biocida de amplio espectro Metam sodio. Se dejó un plástico protector sobre las áreas aplicadas y la señalización del mismo para el no ingreso de personas al área.

Se realizó la apertura del surco de 10 cm de profundidad y colocación del mulch que posteriormente se perforo.

#### B. Siembra

La siembra se realizó directamente al terreno a 30 cm de distancia entre postura, con 2 semillas por postura.

#### C. Tutorado

Se realizó el tutorado con la colocación de la rafia (pita) plástica para que sirva de sostén al cultivo y se obtenga un producto más limpio y de calidad en los tres tratamientos definidos. En cada surco de frijol la primera hilera de rafia se colocó cuando el cultivo tuvo 20 cm. de altura la segunda cuando alcanzo 35 cm. de altura.

#### D. Fertilización

Se realizó con base al plan establecido por la empresa, esto fue de igual manera para los tres tratamientos.

#### E. Manejo fitosanitario

##### a. Manejo de plagas

Con lo establecido en la empresa al tratamiento denominado testigo comercial se realizó el manejo tradicional con la utilización de insecticidas químicos, a los tratamientos denominados 1 y 2 por ser tratamientos biológicos no se aplicó ningún producto.

##### b. Manejo enfermedades

Con lo establecido en la empresa al tratamiento denominado testigo comercial se realizó el manejo tradicional con la utilización de fungicidas químicos, a los tratamientos denominados 1 y 2 por ser tratamientos biológicos no se aplicó ningún producto correctivo.

#### F. Riego

Se contó con riego entubado a través de goteros.

## G. Cosecha

Se realizó tres cortes los cuales iniciaron a los 90 DDS con intervalo de 20 días entre cortes, se clasificó según los requerimientos de planta de primera y segunda calidad según características fisiológicas.

### 2.4.2 Metodología Experimental

#### A. Hipótesis estadísticas

##### a. Hipótesis alterna:

Al menos uno de los tratamientos es efectivo para el control de las principales enfermedades anteriormente descritas en el cultivo de ejote francés *Phaseolus vulgaris L.* en los campos de la empresa Importaciones Mundiales S.A., Parramos, Chimaltenango, Guatemala.

##### b. Hipótesis nula:

Ninguno de los tratamientos es efectivo para el control de las principales enfermedades anteriormente descritas en el cultivo de ejote francés *Phaseolus vulgaris L.* en los campos de la empresa Importaciones Mundiales S.A., Parramos, Chimaltenango, Guatemala.

#### B. Diseño experimental

El diseño experimental que se desarrolló en la investigación es en bloques completos al azar con tres tratamientos por bloque y siete repeticiones para completar veintiuna unidades experimentales. Las variables respuestas se evaluaron usando el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

En donde:

$Y_{ij}$ = Variable respuesta de las 21 unidades experimentales.

$U$ = Media general de la variable de respuesta.

$T_i$ = Efecto de  $i$ -ésimo tratamiento.

$B_j$ = Efecto de  $j$ -ésimo bloque.

$E_{ij}$ = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

Las parcelas se colocaron en forma continua dentro de un bloque donde se seleccionaron tres sitios de lectura para la toma de datos consistente en una porción del tramo experimental con el objeto de obtener en el espacio consistencia en los datos para normalizarlos y observar variabilidad.

El tamaño de la parcela experimental fue de 392.15 m<sup>2</sup>.

### C. Tratamientos

El trabajo de investigación consistió en evaluar un producto biológico denominado Biopack el cual actúa con microorganismos antagonistas para el control de hongos fitopatógenos y nematodos Fitoparasíticos. La dosis de Biopack que se utilizó es de un kit de aplicación por hectárea.

El manejo del experimento consistió en plantear tres tratamientos, como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de los microorganismos por tratamiento.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MICROORGANISMO</b>
<b>1</b>	<i>Glomus intraradices</i>
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
	<i>Pseudomonas sp</i>
	<i>Azotobacter sp</i>
	<i>Azospirillum brasilenses</i>
	<i>Bacillus subtilis</i>
	<i>Trichoderma harzianum</i>
	<i>Paecilomyces lilacinus</i>
	<i>Bacillus popilliae</i>
	<i>Bacillus thuringensis</i>
	<i>Metam Sodio</i>
<b>2</b>	<i>Glomus intraradices</i>
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>
	<i>Pseudomonas sp</i>
	<i>Azotobacter sp</i>
	<i>Azospirillum brasilenses</i>
	<i>Bacillus subtilis</i>
	<i>Trichoderma harzianum</i>
	<i>Paecilomyces lilacinus</i>
	<i>Bacillus popilliae</i>
	<i>Bacillus thuringensis</i>
<b>3</b>	<i>Testigo comercial</i>

Fuente: elaboración propia, 2016

Las aplicaciones de Biopack al suelo se realizaron de forma manual con bomba de mochila dirigidas al surco del cultivo (cuadro 4).

Forma de aplicación:

- a) Al momento de la siembra.
- b) La segunda aplicación se hará a los 8 DDS.
- c) La tercera aplicación se hará a los 16 DDS.

Cuadro 4. Dosis de producto comercial aplicados por tratamiento.

Tratamientos	Dosis (Parcela de 200 m <sup>2</sup> )	No. Aplicaciones	Total	Dosis Equivalente/ ha	Metan Sodio (días previos siembra)
<b>1</b>	19.60 g	3	58.82 g	1,500 g	15
	19.60 g				
	19.60 cm <sup>3</sup>				
	11.76 l*	1	11.76 l	300 l	
<b>2</b>	19.60 g	3	58.82 g	1,500 g	0
	19.60 g				
	19.60 g				
<b>3</b>	11.76 l*	1	11.76 l	300. l	15

(\*) Dosis de aplicación de Metam-sodio en la parcela.

Fuente: elaboración propia, 2015

#### D. Variables de respuesta

##### a. Incidencia de hongos en campo

Se realizó el conteo de las plantas enfermas en campo, las cuales presentaron la sintomatología de damping-off, esto por cada uno de los tratamientos determinados.

##### b. Conteo de nematodos (unidades /100 cm<sup>3</sup> de suelo)

Se tomaron muestras de los lugares establecidos y se obtuvieron muestras compuestas, estas fueron enviadas al laboratorio en donde se realizó la extracción de nematodos, cuantificando los de importancia fitoparasíticas.

#### c. Análisis económico

El análisis económico consistió en evaluar la variable de relación costo beneficio. La información tomada en campo se trasladó para su posterior análisis e interpretación.



## 2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el análisis de la información se utilizó ANDEVA y POST-ANDEVA (prueba de Tukey), además se presenta la información en gráficas para muestras de los datos de una manera comparativa.

### 2.5.1 Efecto del programa biológico en el control de damping off en el cultivo de ejote francés.

En la figura 6, se muestra gráficamente el comportamiento del ejote francés, en respuesta de los tratamientos aplicados.

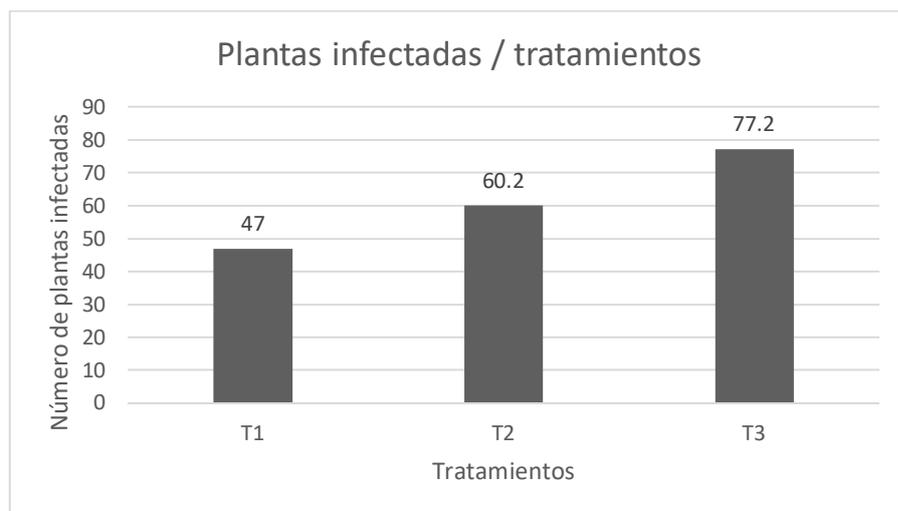


Figura 6. Número de plantas infectadas por tratamiento en acumulado

Con la aplicación del tratamiento 1 (Biopack + Metam sodio) se logra la menor de la incidencias de con una media de 47 plantas enfermas comparado con el tratamiento 3 (Testigo comercial) que obtuvo una media de 77 plantas enfermas totales.

Las plantas en campo presentaron una disminución de la incidencia del complejo fúngico denominado damping off una variable importante para comparar la producción de semilla, estadísticamente se demuestra que el mejor tratamiento es el tratamiento 1 (Biopack + Metam sodio).

### 2.5.2 Efecto del programa biológico en el control de nematodos en el cultivo de ejote francés.

En la figura 7, se muestra gráficamente el comportamiento de la población de nematodos, como efecto de los tratamientos aplicados.

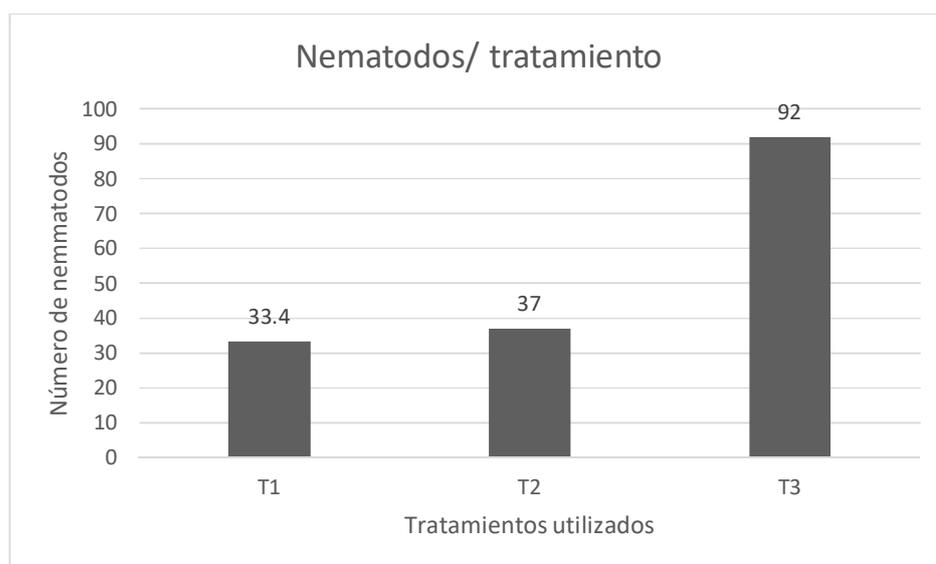


Figura 7. Conteo de nematodos Fitoparasíticos por tratamientos.

El conteo de nematodos durante el experimento refleja que con la aplicación del tratamiento 1 (Biopack + Metam sodio), se obtiene una media de 33 nemátodos fitoparasíticos en 100 gramos de suelo comparado con el tratamiento 3 (testigo comercial) en el que se obtienen una media de 108 nematodos fitoparasíticos en 100 gramos de suelo.

### 2.5.3 Relación beneficio /costo entre el tratamiento comercial y las alternativas biológicas propuestas para este estudio con base a rendimientos y calidades de producción.

En los cuadros 5, 6 y 7 se presentan los resultados obtenidos del componente financiero parcial, para cada tratamiento aplicado.

Cuadro 5. Costos de operación por hectárea

TRATAMIENTO	COSTOS DE OPERACIÓN / ha
T1	Q 89,656.02
T2	Q 84,796.02
T3	Q 87,406.02

Cuadro 6. Rendimiento

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (kg/ha)
T1	1,300.00
T2	1,200.00
T3	1,100.00

Cuadro 7. Relación beneficio/costo

TRATAMIENTO	Costo / ha	utilidad	costo/beneficio
T1	Q 89,656.02	Q139,143.98	1.55
T2	Q 84,796.02	Q126,403.98	1.49
T3	Q 87,406.02	Q106,193.98	1.21

Los costos de producción para el cultivo de ejote francés consisten en costos directos, mano de obra, insumos, costos financieros de operación en el estudio.

Las utilidades de la venta de semilla se expresan en el cuadro número 6 que se obtienen en la cantidad de semilla obtenida por tratamiento multiplicado por el valor en el mercado de la semilla.

La relación beneficio/costo toma los ingresos y egresos presentes netos, para determinar cuáles son los beneficios por cada quetzal que se sacrifica en el proyecto en ejecución, dando que la mejor relación beneficio costo es la del tratamiento 1 (Biopack + Metam sodio) con valor de 1.55, esto quiere decir que por cada unidad económica que se integre a la producción se estará recuperando la inversión más 0.55 adicional a la inversión comparado con el testigo comercial con 0.21 de reintegro siendo este el más bajo de beneficio para la empresa pues el retorno es menor al del tratamiento 1.

## 2.6 CONCLUSIONES

1. El número de plantas enfermas disminuyó con la aplicación del tratamiento de Biopack + Metam sodio, el cual muestra una manera efectiva de control.
2. Los nematodos disminuyen con la aplicación del tratamiento de Biopack + Metam sodio respecto al testigo comercial debido a la acción del *Paecilomyces linacinus*, el cual otorga parasitación de nematodos fitoparasíticos que se encuentra dentro del tratamiento.
3. Tanto en el suelo como en las raíces se identificaron los géneros *Radopholus sp.*, *Pratylenchus sp.*, *Helicotylenchus sp.* y *Meloidogyne.sp.*, siendo más bajas con la aplicación del tratamiento Biopack + Metam sodio con incidencia del 20% comparado con el testigo comercial con una incidencia del 56 % de nematodos que muestra una alta infestación. Mendoza y Sikara (2007) quienes demostraron que este hongo (*Paecilomyces linacinus*) es un agente de biocontrol efectivo contra *R. similis*.



## 2.7 RECOMENDACIONES

1. Los resultados de este estudio confirman que el control de hongos del complejo damping off y nematodos fitoparasíticos en ejote francés debe entenderse como parte de un plan de manejo integrado de plagas (MIP) y un plan de manejo integrado de enfermedades donde cada uno de los componentes (monitoreo, prevención o intervención mediante control químico, biológico o cultural) tiene igual importancia (Infante, Martínez, González, & Reyes, 2009).
2. Muchas cepas de *Trichoderma* sp., algunas contenidas en los tratamientos 1 y 2 de la investigación, producen metabolitos secundarios volátiles y no volátiles, algunos de los cuales inhiben el desarrollo de otros microorganismos con los que no hacen contacto físico. Tales sustancias inhibidoras son consideradas "antibióticos" que favorece al control de otros hongos en desarrollo a nivel radicular como es el caso de los hongos del complejo damping off. En investigaciones por parte de Webster y Lomas (1964), determinaron que *Trichoderma* sp. produce dos antibióticos más: gliotoxina y viridina. Más tarde Oliver y Germain (1967), informaron que *T. harzianum* Rifai produce diversos antibióticos como: trichodermina, suzukacilina, alameticina, dermadina, trichotecenos y trichorzianina.
3. En términos económicos se recomienda nuevamente la utilización del tratamiento Biopack + Metam sodio, que presenta una relación de 0.55 contra el testigo comercial, con la menor relación, con 0.21 de ganancia por cada unidad económica invertida en la ejecución del proyecto. Esto según Casanovas (2013) indica que si se obtiene al menos el 10 % de beneficio por cada unidad invertida se acepta el proyecto para su ejecución pues se recuperará la inversión inicial. El tratamiento Biopack + Metam sodio representa en términos porcentuales un 44 % más de utilidad con respecto al testigo comercial.



## 2.8 BIBLIOGRAFIA

1. ABIOSA. (2016). *Bonasol*. Obtenido de Applied Biotechnology Southamerica, S.A. : [http://abiosamexico.com/pdf/FT\\_BONASOL\\_2015.pdf](http://abiosamexico.com/pdf/FT_BONASOL_2015.pdf).
2. Cardona, M. (2010). *Recursos naturales de San Raymundo*. Recuperado el Abril de 2015, de De Guate: <http://www.deguate.com/municipios/pages/guatemala/san-raymundo/recursos-naturales.php#.V3rbFvI97IW>.
3. Döring, M. (2015). *Bacillus subtilis (Ehrenberg 1835) Cohn 1872*. Obtenido de Global Biodiversity Information Facility (GBIF): <http://www.gbif.org/species/113662342>
4. Dutky, S. R. (1940). *Two new spore -forming bacteria causing milky diseases of japanese beetle larvae*. Obtenido de Journal of Agricultural Research 61(1), 57-68: <https://naldc.nal.usda.gov/download/IND43969460/PDF>.
5. Expósito Pérez, R., & García Beltrán, N. (2011). *Comportamiento productivo de cultivares de frijol negro (Phaseolus vulgaris, L.) en la Cooperativa de Créditos y Servicios “José Manuel Rodríguez”*. Obtenido de Observatorio de la Economía Latinoamericana no. 153: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2011/epgb.htm>.
6. Fernández de C, F., Gepts, P., & López, M. (1986). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Obtenido de Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT): [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat\\_digital/CIAT/28093.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/28093.pdf).
7. GBIF. (2016). *Paecilomyces lilacinus (Thom) Samson, 1974*. Obtenido de Global Biodiversity Information Facility (GBIF): <http://www.gbif.org/species/2598161>.

8. González Cardona, C., Aristizábal Hincapié, J. C., & Aristizábal Loaiza, M. (15 de Octubre de 2009). *Evaluación biológica del manejo de picudos y nematodos fitopatógenos en plátano (Musa AAB)*. Obtenido de Acta Agron. 58(4), 260-269: [http://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/12518/13116](http://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/12518/13116).
9. Infante, D., Martínez, B., González, N., & Reyes, Y. (09 de abril de 2009). *Mecanismos de acción de Trichoderma frente a hongos fitopatógenos*. Obtenido de Rev. Protección Veg. 24(1) : [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522009000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522009000100002).
10. INSIVUMEH. (2015). Precipitación meseta central. *Análisis Meteorológico Anual*, 3-4.
11. Isely, D. (1990). *Vascular flora of the southeastern United States*. North Caroline, USA: University of North Carolina Press.
12. ITIS. (2012). *Azotobacter chroococcum Beijerinck*. Obtenido de ITIS Report, Taxonomic Serial no. 121: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/ingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=121#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/ingleRpt?search_topic=TSN&search_value=121#null).
13. McVaugh, R. (1987). *Descriptive account of the vascular plants of western Mexico*. Michigan, USA: Michigan Press.
14. Mérida, H. Y. (Noviembre de 2003). Planeación de la producción de ejote frances y calabacines con organizaciones campesinas del occidente de Guatemala. Guatemala.
15. PANJIVA. (2016). *Importaciones Mundiales, S.A*. Recuperado el 2015, de PANJIVA: <https://es.panjiva.com/Importaciones-Mundiales-S-A-Profr/5738261>.

16. Sánchez de la Cruz, R., Díaz-Franco, A., Garza-Cano, I., & Loera-Gallardo, J. (2008). *Glomus intraradices* y *Azospirillum brasilense* en trigo bajo dos regímenes de humedd en el suelo. Obtenido de Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 24(3), : <http://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/259>.
17. Schaart López, G. A. (2012). *Sistematización de experiencias en la producción de ejote francés (Phaseolus vulgaris L.), para exportación*. Obtenido de USAC, Facultad de Agronomía, Tesario: <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-02990.pdf>.
18. SEGEPLAN. (2006). *Plan de reconstrucción departamental de Sacatepéquez*. Guatemala: SEGEPLAN.
19. Tarrand, J. J., Krieg, N. R., & Döbereiner, J. (1978). *A taxonomic study of the Spirillum lipoferum group, with descriptions of a new genus, Azospirillum gen. nov. and two species, Azospirillum lipoferum (Beijerinck) comb. nov. and Azospirillum brasilense sp. nov.* Obtenido de Can. J. Microbiol. 24(8), 967-980: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/356945>.
20. Terralia. (2017). *Metam sodio 42%. SA*. Obtenido de Terralia: [http://www.terralia.com/agroquimicos\\_de\\_mexico/view\\_composition?compositio\\_n\\_id=12976](http://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/view_composition?compositio_n_id=12976).
21. *Trichoderma harzianum*. (2016). Obtenido de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Trichoderma\\_harzianum](https://es.wikipedia.org/wiki/Trichoderma_harzianum).
22. UNIPROT. (2017). *Taxonomy - Pseudomonas fluorescens (species)*. Obtenido de UNIPROT: <http://www.uniprot.org/taxonomy/294>.

23. Vibrans, H. (22 de Julio de 2009). *Malezas de México*. Recuperado el Abril de 2015, de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO):<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/phaseolus-vulgaris/fichas/ficha.htm>.

### CAPITULO III

Informe de servicios realizados en el departamento de Control de Calidad y Producción de Hongos Entomopatógenos en la empresa Agroindustrias SUCCESSO S.A., Guatemala.



### 3.1 Presentación

Dentro del tiempo asignado en el EPS se debe de realizar actividades en beneficio de la empresa en la cual se llevó a cabo dicha práctica. Esto bajo el nombre de servicios, los cuales deben de cumplir el lapso asignado para ello por parte de los estudiantes de la FAUSAC en el programa de EPS. A través del servicio prestado en términos generales se apoyó a la empresa Agroindustrias Successo S.A. en el área de control de calidad. Esto se realizó mediante el apoyo en la elaboración del manual de Buenas prácticas de Manufactura de Productos Agro biológicos para la agricultura y el establecimiento del departamento de Control de Calidad dentro de la manufactura de productos con destino comercial al consumidor final.

La empresa contaba con la metodología de control de calidad, en el cual se determinaba la pureza y calidad del producto terminado únicamente, después surge la necesidad de implementar acciones de trazabilidad de los productos e identificación de los puntos críticos dentro de la manufactura.

Esta implementación se contó con personal externo a la empresa con experiencia en control de calidad en diversidad de productos y se apoyó con la redacción de los documentos de registro, instructivos, hojas de control de equipos, etc. Y su posterior capacitación al personal de la empresa para la implantación del mismo.

El servicio anteriormente descrito se realizó durante el periodo de febrero a noviembre del año 2016.



## 3.2 ELABORACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE PROCEDIMIENTOS DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA

Con el objetivo de mejorar los procesos de manufactura dentro de la empresa, se elaboran los protocolos de procedimientos para las directrices sobre la manufactura dentro del marco de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), estas se aplican en todos los procesos de elaboración y manipulación de productos de control biológico y son una herramienta fundamental para la obtención de productos inocuos. Constituyen un conjunto de principios básicos con el objetivo de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción y distribución para la garantía de funcionamiento en campo de los mismos.

### 3.2.1 Objetivos

#### 3.2.1.1 General

Documentar los procesos productivos y los procesos de control de calidad de la empresa Agroindustrias Successo S.A.

#### 3.2.1.2 Específicos

1. Dar soporte técnico a la documentación escrita de los procesos de producción y control de calidad en la elaboración de los productos realizados en la empresa.
2. Redactar procedimientos e instructivos para todos los procesos en el área de producción desde la materia prima hasta producto terminado.
3. Establecimiento de la trazabilidad del producto como parte de las buenas prácticas de manufactura.

3.2.2 Metodología para la elaboración de protocolos de procedimientos de los procesos de la empresa.

Para llevar a cabo el manual de operaciones se realizaron consultas a diferentes manuales ya establecidos y así se construye el propio. Como eje principal las Buenas prácticas de manufactura que son una herramienta básica para la obtención de productos seguros para el consumo, que se centralizan en la higiene, la forma de manipulación y calidad de los mismos.

Estas normas tiene características como:

- Son útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos, y para el desarrollo de procesos y productos.
- Contribuyen al aseguramiento de una producción segura e inocua para el fin que están destinados.
- Son indispensable para la aplicación del Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), de un programa de Gestión de Calidad Total (TQM) o de un Sistema de Calidad como ISO 9001.
- Se asocian con el Control a través de inspecciones del establecimiento.

Las buenas prácticas de fabricación (BPF) o normas de correcta fabricación (NCF) son aplicables a las operaciones de fabricación de medicamentos, cosméticos, productos médicos, alimentos, insumo agrícola y drogas, en sus formas definitivas de venta al público incluyendo los procesos a gran escala en hospitales y la preparación de suministros para el uso de ensayos clínicos para el caso de los medicamentos.

Se encuentran incluidas dentro del concepto de garantía de calidad y constituyen el factor que asegura que los productos se fabriquen de forma uniforme y controlada, de acuerdo con las normas de calidad adecuadas al uso que se pretende dar a los productos y conforme a las condiciones exigidas para su comercialización. Las reglamentaciones que rigen las NCF tienen por objeto principal disminuir los riesgos inherentes a toda producción.

Los riesgos existentes son esencialmente de dos tipos: contaminación (en particular de contaminantes inesperados) y mezclas (confusión).

### Exigencias de las normas NCF

- Los equipos deben estar calificados y los procesos validados.
- Que se cuenten con los recursos necesarios para la correcta elaboración de los productos.
- Personal capacitado y apropiadamente cualificado para realizar los controles del proceso.
- Instalaciones y espacios adecuados.
- Servicios y equipamientos apropiados.
- Rótulos, envases y materiales apropiados.
- Instrucciones y procedimientos aprobados.
- Transporte y depósito apropiados.
- Que los procedimientos se redacten en un lenguaje claro e inequívoco, y que sean específicamente aplicables a los medios de producción disponibles.
- Que se mantengan registros (en forma manual o electrónica) durante la fabricación, para demostrar que todas las operaciones exigidas por los procedimientos definidos han sido en realidad efectuados y que la cantidad y calidad del producto son las previstas. Cualquier desviación significativa debe registrarse e investigarse exhaustivamente.
- Que los registros referentes a la fabricación y distribución, los cuales permiten conocer la historia completa de un lote (batch record), se mantengan de tal forma que sean completos y accesibles.
- Que el almacenamiento y distribución de los productos sean adecuados para reducir al mínimo cualquier riesgo de disminución de la calidad.
- Que se establezca un sistema que permita retirar cualquier producto, sea en la etapa de distribución o de venta.
- Que se estudie toda reclamación contra un producto ya comercializado y, también, que se investiguen las causas de los defectos de calidad y se adopten medidas apropiadas con respecto a los productos defectuosos para prevenir que los defectos se repitan.

- a. Redacción de los procedimientos operativos normalizados para cada proceso elaborado en la empresa

Para la elaboración semi industrial de productos se determinó la estructura de la documentación del sistema de calidad. Como se muestra en la figura 8, existen 3 niveles a los cuales se rige la empresa.



Fuente: Estructura documentación, 2016

Figura 8 Estructura de los niveles de documentación del sistema de calidad

Como lo muestra la pirámide de documentación, la implementación del sistema de gestión de calidad se comienza por el 3er. nivel. La recolección de los planes, instructivos y registros que proporcionan detalles técnicos sobre cómo realizar el trabajo y se registran los resultados, estos representan la base fundamental de la documentación.

- b. Estructuración de los procedimientos de los procesos.

En el nivel 2 lo constituye los manuales de procedimientos, estos denominados PON, (Procedimientos operativos normalizados) los cuales contienen las directrices de quien, como cuando, como, etc. de las actividades.

c. Presentación de los instructivos a la empresa

En el nivel 3 de organización de la información se presenta los instructivos de trabajo (IT), estos son más específicos de manera técnica de cómo se realiza los procedimientos de manufactura dentro de la empresa.

Los instructivos de trabajo van acompañado de hojas de registro (HC) de mantenimiento y uso de los equipos. La finalidad de las hojas de registros es la programación de mantenimiento de los mismos, cambio de los componentes cuando la vida útil se haya terminado y dar fidelidad a los procesos que se llevan a cabo.

Las hojas de registro también contienen información cronológica, ordenada y estructura de los resultados obtenidos en los diferentes puntos de control para garantizar la calidad.

### 3.2.3 Resultados

- a. Redacción de los procedimientos operativos normalizados para cada proceso elaborado en la empresa

En la elaboración del manual de calidad se apoyó en la redacción de 22 capítulos que contienen las condiciones generales de la empresa, su funcionamiento y compromisos así como obligaciones para con sus empleados, esto en términos generales presenta la base de funcionamiento de las actividades de la empresa. El manual de buenas prácticas de manufactura (MBPM) contempla 23 capítulos que se detallan en el cuadro 8.

Cuadro 8 Listado de los capítulos del manual de buenas prácticas de manufactura.

No de capítulo	Nombre
01	Sistema de gestión de la calidad
02	Alcance
03	Organización
04	Personal
05	Instalaciones y condiciones ambientales
06	Equipos
07	Compras y proveedores
08	Control de documentos
09	Servicio al cliente
10	Quejas o reclamos
11	Métodos de producción
12	Control de registros
13	Manejo de producto
14	Trabajo no conforme
15	Acciones correctivas
16	Acciones preventivas
17	Mejoras
18	Bioseguridad

19	Recolección, transporte, almacenamiento y disposición de los desechos.
20	Seguridad
21	Ética
22	Control de calidad

b. Estructuración de los procedimientos de los procesos.

A si mismo dentro del manual de calidad se presentan los capítulos que corresponden a cada una de las áreas de la empresa, estas son:

- Administrativa
- Calidad
- Técnica

Para cada una de estas áreas contienen:

- Los procedimientos operativos normalizados (PON)
- Las hojas control de los procesos o equipos (HC)
- Los instructivos de trabajo (IT)

c. Presentación de los instructivos a la empresa

La presentación se llevó a cabo a través de una presentación en donde la persona que coordino la actividad de documentación fue la MSc. Eida de Campollo, se presentó de manera cronológica los alcances y fines de la documentación que se comenzara a llevar por parte de los operativos de la empresa.

A si mismo se presentó el avance con el número de documentos realizados hasta este momento.

### 3.2.4 Evaluación

Actualmente la empresa Agroindustrias Successo cuenta con un manual de buenas prácticas de manufactura conformado por los documentos anteriormente descritos. En total se presentan los siguientes:

a. Área técnica:

Dentro del área técnica se presentan los instructivos de trabajo, los procedimientos normalizados y las hojas de control de equipos y procesos productivos dentro de la empresa. Como se muestra en los cuadros 9, 10 y 11 el listado de los documentos entregados.

Cuadro 9 Listado de los instructivos de trabajo (IT) del área técnica.

No. De documento	Nombre del documento
01	Limpieza de áreas externas
02	Limpieza y desinfección de áreas internas
04	Lavado de material de laboratorio
05	Limpieza y desinfección de campana
06	Empaque de material de laboratorio
07	Esterilización de material de laboratorio
08	Empaque y esterilización de arroz
09	Manejo de material estéril
10	Preparación e inoculación de matrices líquidas y sólidas para hongos
12	Preparación inóculo para el sustrato (arroz con matrices líquidas y sólidas con hongos)
13	Inoculación del sustrato
14	Incubación del sustrato
15	Secado del sustrato
16	Molido de hongo mas arroz
17	Formulación de producto sólido
18	Formulación de producto líquido
19	Envasado, etiquetado y empaque de producto terminado.

Cuadro 10 Listado de procedimientos operativos normalizados (PON) del área técnica

No. De documento	Nombre del documento
01	Limpieza de áreas externas del laboratorio
02	Limpieza y desinfección de áreas internas de laboratorio
03	Lavado de material del laboratorio
04	Empaque del material de laboratorio
05	Proceso de producción
06	Ingreso del personal al área de laboratorio
07	Esterilización de material del laboratorio
17	Método de codificación para numeración de lotes
20	Medidas de bioseguridad
22	Disposición de desechos bioinfeccioso
34	Disposición de desechos comunes
35	Disposición de desechos químicos

Cuadro 11 Listado de las hojas control (HC) del área técnica

No. De documento	Nombre del documento
01	Control de temperatura y humedad ambiental
02	Control de aires acondicionados
03	Programación de calibración y mantenimiento de equipo
04	Control de la programación de calibración y mantenimiento de equipo
05	Etiqueta Ingrediente activo
06	Programación limpieza y desinfección de áreas internas de laboratorio.
07	Programación de uso de áreas de producción
08	Etiquetas fuera de servicios
09	Existencia de producto terminado
10	Control de lavado de material de laboratorio
11	Rendimiento de arroz

12	Control de crecimiento sustrato de arroz
13	Rendimiento de hongo más arroz molido
14	Etiqueta para contenedores de desechos
18	Control y desinfección de desagües
19	Control de empaque de material de laboratorio
20	Informe de incidente accidente de laboratorio
23	Etiqueta control de mantenimiento de equipos
25	Control de esterilización de material de laboratorio
27	Etiqueta de desechos químicos
29	Control de limpieza y desinfección de áreas
30	Control de despacho de material empacado
34	Etiqueta desecho bioinfeccioso
35	Etiqueta de desecho punzo cortantes
40	Solicitud de área de esterilización
41	Solicitud de área de producción
42	Control de despacho de material esterilizado
43	Control de despacho área de producción

b. Área de calidad

Dentro del área de calidad, se elaboraron los instructivos, procedimientos y hojas control los cuales rigen el sistema de calidad dentro de la empresa. Se presentan a continuación el listado de los mismos contenidos en los cuadro 12, 13 y 14.

Cuadro 12 Listado de los instructivos (IT) de trabajo del área de control de calidad

No. De documento	Nombre del documento
00	Manejo de las etiquetas
00	Prueba de anaquel
01	Toma de muestra calidad microbiológica del agua
02	Toma de muestra calidad microbiológica del aire
03	Coliformes totales en agua
04	Prueba confirmativa
05	Lectura y recuperación de colonias de calidad microbiológica del aire
06	Toma de muestra calidad microbiológica de superficies
07	Lectura y recuperación de colonias de calidad microbiológica de superficies
08	Determinación de concentración bacteriana dilución seriada
09	Control de calidad esterilidad del arroz
10	Multiplicación de la cepa de hongos
11	Preparación de inóculo R1 de hongos
12	Prueba de esterilidad
13	Prueba de pureza
14	Preparación de inóculo R1 de bacterias
15	Poder germicida
16	Control de calidad lavado de cristalería
17	Recuento de conidias
18	Determinación de la viabilidad
19	Calculo de las formulaciones solidas
20	Multiplicación de las cepas bacterianas

21	Calculo para formulación de productos líquidos
25	Control de calidad para medios de cultivo

Cuadro 13 Listado de los procedimientos operativos normalizados (PON) de trabajo del área de control de calidad

No. De documento	Nombre del documento
01	Elaboración de procedimientos operación normalizado
02	Elaboración de los instructivos de trabajo
03	Elaboración de hojas control

Cuadro 14 Listado de las hojas control (HC) de trabajo del área de Control de Calidad

No. De documento	Nombre del documento
01	Programación Control de Calidad Microbiológico Agua.
02	Programación Control de Calidad Microbiológico del aire
03	Control y empaque de material de laboratorio
04	Lectura y recuento microbiológico aire
05	Resultado control de calidad lavado de cristalería
06	Resultado control de calidad proceso de esterilización
07	Control despacho de material empacado
08	Control de esterilización de material de laboratorio
09	Control despacho de material esterilizado
10	Control de calidad de esterilización del arroz
11	Control de calidad lotes de producción
12	Lectura y recuento microbiológico del agua
13	Resultado control calidad análisis microbiológico de superficies.
14	Resultado control calidad análisis microbiológico de agua
15	Resultado control calidad análisis microbiológico de aire
16	Solicitud de análisis de control de calidad
17	Resultado de control de calidad de productos esteriles

18	Recuento de conidias y determinación de viabilidad
19	Control de lavado de material de laboratorio
20	Especificaciones jabones detergentes y desinfectantes
21	Receta para formulaciones liquidas
22	Receta para formulaciones solidas
23	Programación de poder germicida
24	Lectura y recuento microbiológico superficies
25	Etiqueta para control de calidad ingrediente activo
26	Control de etiquetados de producto terminado
27	Orden de trabajo
28	Rol jabones, detergentes y desinfectantes
29	Ingreso de muestras de control de calidad
30	Etiqueta de material no conforme
31	Seguridad no conforme y acciones correctivas o preventivas
32	Etiqueta de producto terminado para control de calidad
33	Listado y seguimiento trabajo no conforme
34	Registro de acciones preventivas
35	Registro de acciones correctivas
36	Programación calidad microbiológica superficies
37	Evaluación de desempeño
38	Plan de capacitaciones garantía de calidad
39	Solicitud al área de producción de medios y soluciones
40	Control de despacho de producción de medios
41	Solicitud al área de control de calidad
42	Control de despacho de control de calidad
43	Reporte de lote de producción
44	Lectura y recuento de poder germicida
45	Etiqueta producto devuelto
46	Etiqueta producto retirado del mercado
47	Etiqueta producto terminado

c. Área administrativa

Dentro del área de administrativa, hasta ese momento se llevaban únicamente las hojas de control, por la complejidad del proceso de documentación se continuo con los demás componentes del manual posterior a la fecha de culminación. Se presentan a continuación el listado de las hojas control del área administrativas en el cuadro numero 15.

Cuadro 15 Listado de las hojas control (HC) del Área Administrativa

No. De documento	Nombre del documento
01	Control y distribución de llaves
02	Inventario de materiales
03	Control de visitas
04	Inventario de activos fijos
05	Listado de repuestos e insumos para equipos
06	Control de firmas e iniciales
07	Programación de limpieza de áreas externas
08	Solicitud de bodega central
09	Listado de personal
10	Listado de equipos y sus responsables
11	Listado de proveedores
12	Código de color para gafetes de visitantes
13	Programación y control eliminación de roedores
14	Programación y control de fumigaciones
15	Listado de asistencia a actividades

AL finalizar se cuentan con 181 documentos los cuales pasaron a un proceso de validación y correcciones si hubiese de los mismos.

### 3.2.5 Conclusiones

1. Como parte del soporte a la documentación se presentan 23 capítulos de buenas prácticas de manufactura los cuales contiene las directrices generales de las funciones, atribuciones de cada una de los puestos actuales y nuevos con los que la empresa comenzará la nueva metodología para documentación de la trazabilidad dentro de la empresa
2. Dentro de la redacción de los procedimientos e instructivos se presentan 57 documentos del área técnica, 75 del departamento de calidad, 18 documentos de control sobre los equipos y 8 documentos del área administrativa.
3. Para el establecimiento de la trazabilidad se crea el registro general de los productos, el cual consiste en una hoja con documentación a través de códigos los diferentes análisis a los procesos que se llevaron a cabo para la elaboración del mismo. Todo esto contenido en el código de lote de producto terminado. Lo que con anterioridad no se contaba con ello.



### 3.2.6 Bibliografía

Malajovich, M. A. 2012. Guía de actividades biotecnología: enseñanza y divulgación  
Recuperado de bteduc,  
[https://bteduc.com/guias\\_es/87\\_El\\_numero\\_de\\_bacterias.pdf](https://bteduc.com/guias_es/87_El_numero_de_bacterias.pdf)

Mercado, S. N. 2016. Técnica de recuento por dilución. Recuperado de Laboratorio microbiología industrial, <http://www.laboratoriomag.com.ar/sitio2/index.php/tecnicas-recomendadas/tecnica-de-recuento-por-dilucion>

Sammartino, R; Cejas, M. E. 2012. Buenas prácticas aplicadas a los alimentos.  
Recuperado de RENAPRA / ANMAT,  
[http://www.anmat.gov.ar/portafolio\\_educativo/Capitulo4.asp](http://www.anmat.gov.ar/portafolio_educativo/Capitulo4.asp)

Suarez Morea, C. F. 2010. Estructura documentación. Recuperado de Slideshare,  
<https://es.slideshare.net/Apostol1784/estructura-documentacion>