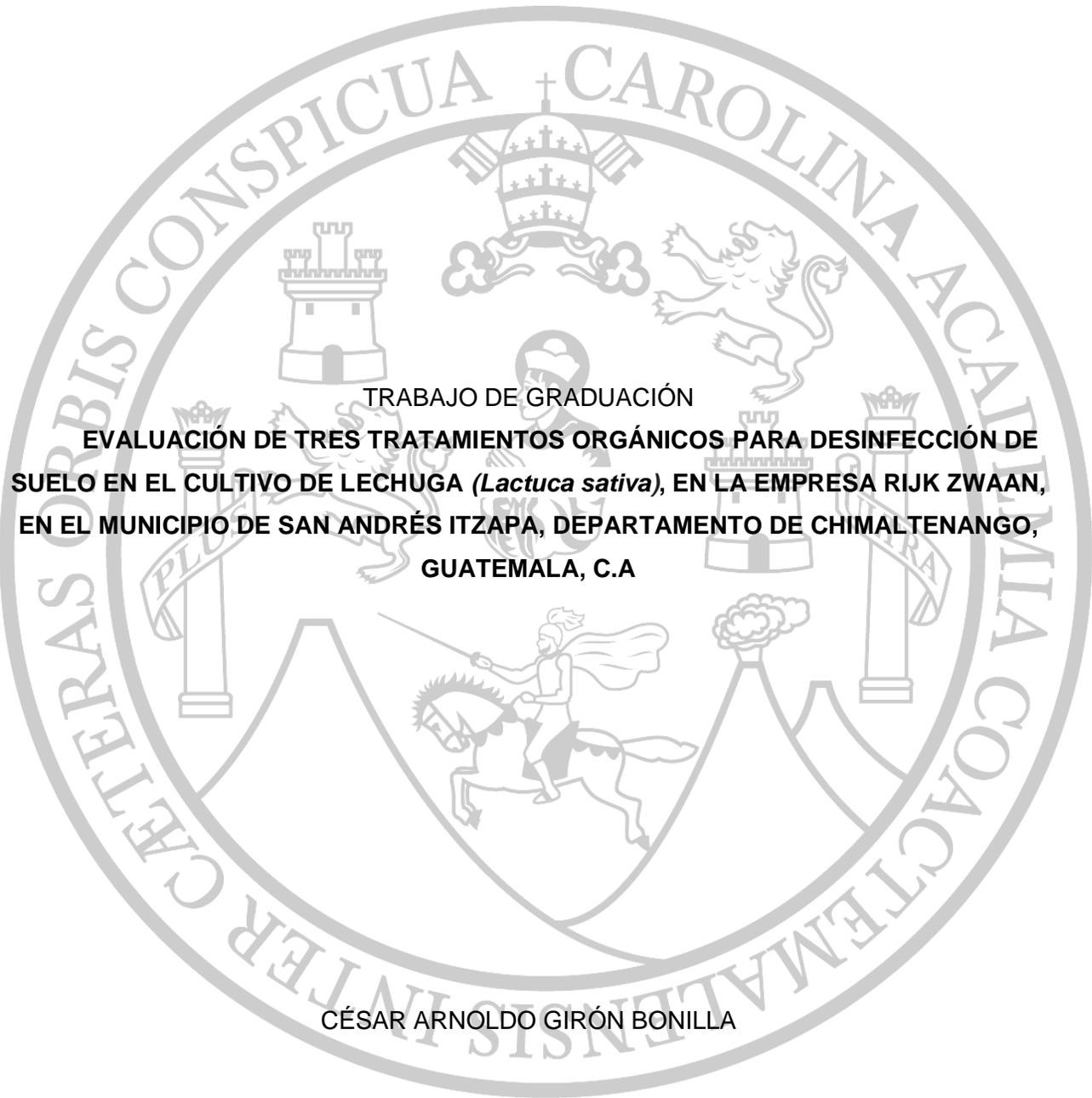


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN
**EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS ORGÁNICOS PARA DESINFECCIÓN DE
SUELO EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*), EN LA EMPRESA RIJK ZWAAN,
EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO,
GUATEMALA, C.A**

CÉSAR ARNOLDO GIRÓN BONILLA

GUATEMALA, JULIO DE 2018

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS ORGÁNICOS PARA DESINFECCIÓN DE SUELO EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*), EN LA EMPRESA RIJK ZWAAN, EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A

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

POR

CÉSAR ARNOLDO GIRÓN BONILLA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Ing. M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámbara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M:A Cesar Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.Sc. Erberto Raul Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Pto. Elec. Carlos Waldemar De León Samayoa
VOCAL QUINTO	Perito contadora Neydi Yassmine Juracán Morales
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, JULIO DE 2018

Guatemala, julio de 2018

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 **“Evaluación de tres tratamientos orgánicos para desinfección de suelo en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa), en la empresa Rijk Zwaan, en el municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango, Guatemala, C.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”

César Arnoldo Girón Bonilla

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Por sus bendiciones en cada día de mi vida y brindarme sabiduría en cada decisión que me trajo a este momento.

MIS PADRES: César Arnoldo Girón Barrios y María José Bonilla Alarcón de Girón por todo el apoyo que me han brindado en mi vida por sus sabios consejos, sacrificios, amor y apoyo incondicional, los amo.

MIS HERMANOS: María José Girón Bonilla y Mirtha María Girón Bonilla por su apoyo incondicional y paciencia en cada decisión que he tomado las quiero.

A MIS ABUELITOS: Ranulfo Bonilla Gálvez, Mirtha Matilde Alarcón y Ana Cristina Barrios, por ser mi ejemplo de lucha y vida.

MI NOVIA: Rosly Xiomara Cruz por su paciencia, apoyo, confianza, y por un logro más de muchos juntos la amo.

MIS TÍOS Y PRIMOS: A todos por estar pendientes, por el ejemplo y apoyo en toda mi carrera y vida.

MIS AMIGOS: Porque en las buenas y en las malas han sido de gran apoyo, gracias por su amistad, en especial a Edgar González, Adrián Morales, Javier Morales, Estuardo García, Raúl Morales, William Sandoval, Diego Gil, Guillermo Ruiz, Allan Cruz, José Herrera, Josué Boche, Raúl Herrera, Oliver Galindo, Lester López, Darwin López y Francisco García.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI CASA DE ESTUDIOS: Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente a la Facultad de Agronomía por todas las lecciones académicas y de vida.

MI SUPERVISOR: Dr. Ariel Abderraman Ortiz López, por el increíble apoyo y apertura en el EPSA.

MI ASESOR: Ing. Agr. Cesar Linneo García Contreras, por su paciencia e invaluable enseñanzas.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE RIJK ZWAAN GUATEMALA: Por permitirme realizar el EPSA en sus instalaciones y ayudarme a ser un mejor profesional.

Contenido	página
ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
1 DIAGNÓSTICO GENERAL ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LA EMPRESA RIJK ZWAAN UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA C.A.....	3
1.1 PRESENTACIÓN.....	4
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	5
1.2.1 Localización y extensión.....	5
1.2.2 Ecología, climatología e hidrología.....	5
1.2.3 Fisiografía y drenaje.....	6
1.2.4 Información general de la empresa.....	6
1.2.5 Servicios básicos.....	9
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.4 METODOLOGÍA.....	12
1.4.1 Identificación, priorización y jerarquización de problemas.....	12
1.5 RESULTADOS.....	14
1.5.1 Manejo agronómico de plantación en producción.....	19
1.5.2 Topografía del terreno.....	21
1.5.3 Secuencia de labores agrícolas.....	21
1.5.4 Variedades de cultivos hortícolas establecidos en la estación experimental....	21
1.5.5 Preparación de macro túnel.....	22
1.5.6 Manejo del suelo en invernadero y campo abierto.....	24
1.5.7 Fertilización y fumigación.....	25
1.5.8 Poda.....	25

Contenido	página
1.5.9 Recolección	26
1.5.10 Canales de comercialización	26
1.5.11 Análisis FODA de La Estación Experimental Rijk Zwaan en San Andrés Itzapa	27
1.6 CONCLUSIONES	29
1.7 RECOMENDACIONES	30
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	31
2 Evaluación de tres tratamientos orgánicos para desinfección de suelo en el cultivo de lechuga (<i>lactuca sativa</i>), en la empresa Rijk Zwaan, en el municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango, Guatemala, C.A.....	32
2.1 PRESENTACIÓN	33
2.2 MARCO TEÓRICO	35
2.2.1 Marco conceptual	35
2.2.1.1 Descripción general de la lechuga.....	35
2.2.1.2 Enfermedades.....	36
2.2.1.3 Plagas	36
2.2.1.4 Cultivo y usos	37
2.2.1.5 Nutrición	38
2.2.1.6 Descripción general de los tipos de lechuga existentes en Guatemala	38
2.2.1.7 Descripción general de las lechugas producidas en Guatemala.....	39
2.2.1.8 Agricultura orgánica	41
2.2.1.9 Los microorganismos del suelo.....	42
2.2.1.10 Algunos factores que afectan a los microorganismos en el suelo	43
2.2.1.11 Aplicación de vapor y productos químicos al suelo	44
2.2.1.12 Experiencias del uso de materia orgánica en el suelo	44

Contenido	página
2.2.1.13 Técnicas utilizadas para el control fúngico y de bacterias en el suelo, de manera orgánica	45
2.2.1.14 Manejo técnico de la biofumigación	50
2.2.1.15 Efectos sobre los cultivos, el suelo y la disponibilidad de nutrientes de la biofumigación.....	51
2.2.1.16 Compost	52
2.2.1.17 Compost con pulpa de café	52
2.2.2 Marco referencial.....	53
2.2.2.1 Localización y extensión.....	53
2.2.2.2 Ecología, climatología e hidrología	53
2.2.2.3 Fisiografía y drenaje	54
2.2.2.4 Información general de la empresa	54
2.2.2.5 Otros estudios	57
2.3 OBJETIVOS	59
2.3.1 Objetivo General.....	59
2.3.2 Objetivos Específicos	59
2.4 HIPÓTESIS	59
2.5 METODOLOGÍA	60
2.5.1 Manejo del experimento	60
2.5.1.1 Identificación de agente causal.....	60
2.5.1.2 Metodología de muestreo de suelo.....	60
2.5.2 Unidad Experimental	69
2.5.3 Aleatorización.....	69
2.5.4 Diseño Experimental	69
2.5.5 Modelo estadístico	70
2.5.6 Variables de respuesta.....	71

Contenido	página
2.5.6.1 Efecto de los tratamientos para el control de patógenos del suelo	71
2.5.6.2 Rendimiento (expresado en unidades por metro cuadrado)	71
2.5.6.3 Peso en fresco	71
2.5.6.4 Diámetro	71
2.5.6.5 Análisis de la información.....	71
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
2.6.1 Distribución de parcelas	72
2.6.2 Análisis Fitopatológico/Nematológico antes de siembra	72
2.6.3 Análisis nematológico	72
2.6.4 Análisis fitopatológico.....	73
2.6.5 Análisis Fitopatológico/Nematológico post cosecha	73
2.6.6 Análisis nematológico	74
2.6.7 Análisis fitopatológico.....	74
2.6.8 Análisis de rendimiento y peso fresco	77
2.6.9 Análisis de diámetro	78
2.6.10 Análisis estadístico para tratamientos de desinfección del suelo	79
2.6.11 Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos para desinfección de suelo	79
2.6.12 Análisis de costos.....	80
2.6.13 Costos parciales.....	80
2.6.14 Costos de producción	81
2.6.15 Resumen de costos y utilidad	82
2.7 CONCLUSIONES	83
2.8 RECOMENDACIONES	84
2.9 BIBLIOGRAFÍA.....	85
2.10 ANEXOS.....	91

Contenido	página
3 INFORME DE SERVICIOS ESTACIÓN EXPERIMENTAL RIJK ZWAAN MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA. C.A.	95
3.1 PRESENTACIÓN.....	96
3.2 SERVICIO 1: APOYO EN EVALUACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS DE REPOLLO (<i>BRASSICA OLERACEA VAR. CAPITATA</i>) Y BRÓCOLI (<i>BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA</i>).....	97
3.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	97
3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	97
3.2.3 RESULTADOS ESPERADOS.....	97
3.2.4 METAS ESPERADAS	97
3.2.5 RESULTADOS.....	98
3.2.6 EVALUACIÓN.....	103
3.3 SERVICIO 2: MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE LECHUGA DE MANERA HIDROPÓNICA EN SISTEMA NFT	105
3.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	105
3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	105
3.3.3 RESULTADOS.....	105
3.3.4 METAS ESPERADAS	105
3.3.5 INDICADORES	105
3.3.6 RESULTADOS OBTENIDOS	106
3.3.7 EVALUACIÓN.....	108
3.4 SERVICIO 3: DÍAS DE CAMPO REALIZADOS PARA IMPULSAR NUEVOS HÍBRIDOS DE CHILE PIMIENTO (<i>CAPSICUM ANNUUM</i>).....	109
3.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	109
3.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	109
3.4.3 RESULTADOS.....	109

Contenido	página
3.4.4 METAS ESPERADAS	109
3.4.5 RESULTADOS OBTENIDOS	109
3.4.6 EVALUACIÓN.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estación experimental Rijk Zwaan San Andrés Itzapa Chimaltenango	5
Figura 2. Fotografía de capacitación grupo de estudiantes.	14
Figura 3. Fotografía de capacitación realizada a estudiantes del CUNORI	14
Figura 4. Fotografía de evaluación nuevos materiales.....	16
Figura 5. Fotografía de evaluación de nuevos materiales hortícolas de rábano	16
Figura 6. Preparación de suelo en estación experimental Rijk Zwaan.....	17
Figura 7. Proceso de siembra y manejo de los cultivos.....	18
Figura 8. Proceso de cosecha	19
Figura 9. Fotografía de riego por goteo utilizado en macro túneles.....	20
Figura 10. Fotografía de trasplante de pilón de lechuga.....	20
Figura 11. Fotografía de cosecha de espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>)	21
Figura 12. Fotografía de macro túnel.....	23
Figura 13. Fotografía de elaboración macro túnel	23
Figura 14. Fotografía de preparación del suelo antes de siembra.....	24
Figura 15. Fotografía de preparación del suelo en invernadero antes del trasplante de pilón.....	24
Figura 16. Fotografía de fumigación de cultivos.....	25
Figura 17. Fotografía de recolección de berenjena	26
Figura 18. Canal de comercialización de la semilla producida por Rijk Zwaan	26
Figura 19. Estación experimental Rijk Zwaan San Andrés Itzapa, Chimaltenango ..	53
Figura 20. Fotografía del área experimental sin preparación	61
Figura 21. Fotografía del inicio preparación área experimental.....	61
Figura 22. Fotografía de tablonces elaborados.....	62
Figura 23. Fotografía del picado de hojas de crucífera	62

Contenido	página
Figura 24. Fotografía de la aplicación material vegetal de crucífera.....	63
Figura 25. Fotografía de la aplicación de gallinaza encima de material de crucífera.....	63
Figura 26. Fotografía del acolchado de tratamiento de biofumigación.....	64
Figura 27. Fotografía de la aplicación de compost en cada postura.....	64
Figura 28. Fotografía del agujero relleno de compost.....	65
Figura 29. Fotografía del agujereado antes de siembra.....	65
Figura 30. Fotografía del pilón de lechuga Cartagena RZ.....	66
Figura 31. Fotografía del trasplante de pilón lechugas.....	66
Figura 32. Fotografía del eliminado de mulch y trasplante completo de área experimental.....	67
Figura 33. Fotografía de aplicación humus de lombriz.....	67
Figura 34. Fotografía del área experimental antes de cosecha.....	68
Figura 35. Fotografía de cosecha y toma de datos de campo del experimento.....	68
Figura 36. Unidad experimental.....	69
Figura 37. Distribución de tratamientos (elaboración propia).....	70
Figura 38. Análisis Fitopatológico/Nematológico obtenido del laboratorio de la Facultad de Agronomía, tomado antes de la siembra.....	75
Figura 39. Análisis Fitopatológico/Nematológico obtenido del laboratorio de la Facultad de Agronomía, tomado post-cosecha.....	76
Figura 40. Comparación de pesos al momento de cosecha.....	77
Figura 41. Diámetro cabeza de lechuga expresado en centímetros.....	78
Figura 42A. Fotografía del cultivo de lechuga.....	91
Figura 43A. Fotografía de lechuga tipo Iceberg Var. Cartagena RZ.....	92
Figura 44A. Fotografía del área experimental.....	92
Figura 45A. Fotografía del área experimental sin preparación del suelo.....	93
Figura 46A. Fotografía del inicio preparación del suelo.....	93
Figura 47. Fotografía de materiales de repollo evaluados.....	98
Figura 48. Fotografía del tallo de materiales de repollo evaluados.....	99
Figura 49. Fotografía de repollo evaluado en su interior.....	99
Figura 50. Datos promedio tomados en evaluación.....	100
Figura 51. Fotografía del área experimental de brócoli.....	101

Contenido	página
Figura 52. Fotografía de cosecha de material evaluado.....	101
Figura 53. Fotografía de material evaluado	102
Figura 54. Gráfica de comparación de materiales evaluados.....	103
Figura 55. Escala diagramática de daños.	106
Figura 56. Fotografía de lechuga Var. Seurat RZ	106
Figura 57. Toma de peso en onzas.	107
Figura 58. Fotografía de lechuga recién extraída del sistema hidropónico.....	107
Figura 59. Pesos promedio de las variedades evaluadas.....	108
Figura 60. Fotografía de nuevo híbrido de chile pimiento.	110
Figura 61. Fotografía de código nuevo de chile pimiento.....	110
Figura 62. Fotografía de los días de campo.....	111

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Taxonomía de la lechuga.....	35
Cuadro 2. Concentración de los tratamientos y momento de aplicación (elaboración propia).....	60
Cuadro 3. Distribución parcelas para análisis de suelo.....	72
Cuadro 4. Agentes encontrados en las muestras de suelo	72
Cuadro 5. Análisis Fitopatológico/Nematológico post-cosecha	73
Cuadro 6. Rendimiento de lechugas expresado en peso (kg).....	77
Cuadro 7. Rendimiento de lechugas expresado en unidades por área cultivada y número de cajas.	78
Cuadro 8. Resultados de ANDEVA INFOSTAT	79
Cuadro 9. Resumen de costos mano de obra	80
Cuadro 10. Costos efectuados en cada tratamiento.....	81
Cuadro 11. Costos de producción	81
Cuadro 12. Costos de producción utilizando el tratamiento con mejor efecto	82
Cuadro 13. Resumen de costos y utilidades	82
Cuadro 14. Resumen de costos y utilidades	82
Cuadro 15. Datos tomados en evaluación.	100
Cuadro 16. Datos tomados por material.....	102
Cuadro 17. Pesos tomados por material evaluado	102

**EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS ORGÁNICOS PARA
DESINFECCIÓN DE SUELO EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*), EN
LA EMPRESA RIJK ZWAAN, EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA,
DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A**

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, se ejecutó en coordinación con la Estación Experimental de Rijk Zwaan ubicada en el municipio de San Andrés Itzapa en el departamento de Chimaltenango, Guatemala; en el que se ejecutó el presente proyecto que se divide en tres fases: Diagnóstico, Investigación y Servicios.

En la fase de diagnóstico se describe la situación actual de la Estación Experimental, que da mayor interés a la actividad agrícola y de investigación en los cultivos hortícolas y en la que la fuente de ingresos, lo constituye la venta de semillas certificadas. En esta se realizó un informe detallado del proceso que se realiza en la estación desde el momento de la obtención de la semilla hasta el momento de la cosecha y evaluación.

También se aportaron algunas ideas para el desarrollo de las distintas actividades que en esta se realizan, así como el apoyo a los trabajadores de la finca para la realización de las mismas.

En la fase de investigación fue desarrollado el estudio “Evaluación de tres tratamientos orgánicos para desinfección de suelo en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), en la empresa Rijk Zwaan, en el municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango, Guatemala, C.A.” debido a que en el suelo donde se hizo la investigación se encontraba la presencia de patógenos que causaban daños a los cultivos que en este se establecían. Fue por ello que se tomó la idea de buscar alternativas amigables con la naturaleza y pudieran combatir estas enfermedades. Se evaluaron tres tratamientos orgánicos en los cuales se contó con el tratamiento I que poseía hojas de crucíferas con gallinaza, luego el tratamiento II que tenía compost y por último un testigo tratamiento III que no se le aplicó nada.

En el tratamiento I se logró observar una diferencia en cuestión al desarrollo de las plantas en todo el ciclo, ya que el tratamiento I fue al que se le aplicó materia orgánica de hojas de crucíferas y gallinaza y produjo un mejor efecto de desinfección en el suelo lo cual era lo que se buscaba en la investigación a comparación del tratamiento II y III. Así mismo fue el efecto que

creó mejor rentabilidad ya que las lechugas que se cosecharon pudieron ser vendidas y así se recuperó el dinero invertido para este tratamiento, a diferencia de los tratamientos II y III que crearon un déficit.

Como resultado final se espera que la información de la investigación sirva de manera positiva para incrementar y mejorar la producción de lechugas orgánicas en el mercado guatemalteco.

La fase de los servicios constó prácticamente en tres actividades de mayor escala: a) Apoyo en evaluación de nuevos productos de repollo (*Brassica oleracea var. Capitata*) y brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*): Se seleccionaron nuevos materiales para darles seguimientos y poder llevarlos a un nivel pre comercial y luego comercial para iniciar un proceso de venta de esa semilla, que actualmente sigue el proceso de evaluación; b) Manejo agronómico del cultivo de lechuga de manera hidropónica en sistema NFT (Nutrient Film Technique): Se elaboró un sistema hidropónico para el portafolio que posee la empresa de este segmento, así mismo una evaluación de resistencias y datos que siguen siendo útiles para la comercialización de estas; y c) Días de campo realizados para impulsar nuevos híbridos de chile pimiento (*Capsicum annum*): Se realizaron actividades las cuales ayudaron a impulsar y dar a conocer a los agricultores nuevos materiales que la empresa seleccionó, gracias a estas actualmente se comercializa la semilla de estos híbridos.

En este documento se describen las metas y resultados que se esperaban, además la metodología de cómo fueron realizados y los resultados obtenidos en cada servicio productivo realizado.



1^o DIAGNÓSTICO GENERAL
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE LA EMPRESA RIJK ZWAAN UBICADA EN EL
MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, DEPARTAMENTO DE
CHIMALTENANGO, GUATEMALA C.A

1.1 PRESENTACIÓN

En la Estación Experimental de la Institución Rijk Zwaan, ubicada en el municipio de San Andrés Itzapa departamento de Chimaltenango, la actividad productiva es principalmente agrícola y de investigación, en donde la principal fuente de ingresos a la empresa es la de venta de semillas hortícolas.

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía se realizó un diagnóstico con la finalidad de obtener información y conocer la situación actual de la Estación Experimental de Rijk Zwaan; se identificaron y jerarquizaron los problemas que tiene la empresa y en base a estos se llevaron a cabo los proyectos a realizar en el transcurso del EPS.

Para llevar a cabo el presente trabajo se obtuvo información proporcionada por el encargado de la Estación Experimental, Ingeniero Agrónomo Oliver Galindo, así mismo con la ayuda del personal que labora en la empresa dentro de la estación, así como las personas encargadas de la venta y distribución de las semillas.

Dentro de las instalaciones se encuentran áreas destinadas a la investigación de nuevos productos, en donde se evalúa: adaptación, manejo, nutrición vegetal, enmiendas al suelo y a los cultivos, prácticas de manejo y aplicación, métodos de aplicación, producción y rendimiento, entre otras. Estas fueron de utilidad para poder realizar el diagnóstico a los distintos cultivos evaluados.

Dicho estudio tuvo como objetivo generar información de las nuevas variedades hortícolas evaluadas, para poder implementar actividades que contribuyan al desarrollo de esos cultivos, aumentando su nivel de productividad y rendimiento.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Localización y extensión

La estación experimental de Rijk Zwaan se encuentra ubicada en el Km 59 de la ruta nacional 14, municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango. Cuenta con una extensión de 2 ha. En la figura 1 se muestra el área que ocupa la estación experimental.



Fuente: Google earth, 2015.

Figura 1. Estación experimental Rijk Zwaan San Andrés Itzapa Chimaltenango

1.2.2 Ecología, climatología e hidrología

Chimaltenango se ubica en la zona de vida, de acuerdo al sistema de clasificación de Holdridge, Bosque Húmedo Montano Bajo, que abarca la mayor parte del área en elevación media y baja con especies indicadoras como: *Pinus montezumae lambert* y *Quercus sp*, también se encuentra el Bosque muy Húmedo cuyas especies indicadoras son: *Alnus arguta (Schlecht)*, *Chiranthodendron pentadactylon Larreategui*, *Urtica sp.* y *Oreopanax xalapensis (Holdridge, 1958)*.

Su evapotranspiración potencial oscila entre 650 mm-750 mm por año en la época seca, con 4 a 6 meses de déficit de lluvia, lo que corresponde aproximadamente con 331 mm- 550 mm. La región está considerada dentro de la tercera categoría como áreas potenciales para riego a nivel nacional.

Se marcan las dos estaciones en el año siendo estas: lluviosa de junio a octubre y época seca de noviembre a mayo. La temperatura media es de 18.8 °C la máxima de 24.8 °C y la mínima de 12.6 °C. Su precipitación pluvial es de 1,587.7 mm (Ordoñez Gomez, 2008).

1.2.3 Fisiografía y drenaje

El departamento de Chimaltenango está comprendido dentro de la provincia fisiográfica denominada Tierras Altas Volcánicas; (Ordoñez Gomez, 2008). Predominan el basalto y las riocitas, desarrolladas sobre el basamento cristalino sedimentario que se encuentra hacia la parte norte. La formación volcánica de esta región fue seguida por fallas causadas por tensión local, la cual quebró y movió el material de la superficie (Ordoñez Gomez, 2008).

De acuerdo a Simmons, los suelos del área de Chimaltenango corresponden a la serie Guatemala, cuya material madre está formado por ceniza volcánica pomácea de color claro. Presenta un relieve casi plano y con buen drenaje, el suelo superficial es obscuro, de textura gruesa con un color café rojizo, consistencia friable plástica cuando húmeda y un espesor aproximado de 0.5 m a 1.0 m (Simmons, Taramo, & Pinto, 1959).

1.2.4 Información general de la empresa

A) Antecedentes Históricos

Rijk Zwaan es una compañía con más de 90 años de experiencia y conocimientos en el área de investigación de variedades hortícolas y producción de semilla. El señor Rijk Zwaan abrió una tienda de semillas hortícolas en Rotterdam en 1924, que constituyó la fundación de la compañía que aún lleva el nombre de su fundador hasta el día de hoy.

B) Investigación

Para llevar a cabo óptimamente actividades de investigación y desarrollo, Rijk Zwaan edificó su propio invernadero de selección en Bergschenhoek en 1932. A partir de entonces Rijk Zwaan se transformó en una compañía líder en horticultura. No sólo en Los Países Bajos, sino más adelante también en el extranjero. La primera filial se fundó en Alemania en 1964. Desde esta primera sede en suelo extranjero, las actividades de la compañía se extendieron a muchos otros países con el paso de los años. La sede central se trasladó a su actual ubicación, De Lier, en 1970, en el centro de un área ideal para la horticultura en invernadero (Zwaan R., Historia, 2016).

C) Desarrollo

Rijk Zwaan ha sido especialista en lechuga durante más de medio siglo. Desde los comienzos como compañía en 1924, Rijk Zwaan ha desarrollado variedades que se adaptan perfectamente a las condiciones de cultivo en los productores. Este trabajo pionero formó la

base para los nuevos desarrollos posteriores en la industria de producción hortícola. Las variedades de Rijk Zwaan tuvieron una gran influencia en el desarrollo de los cultivos de lechuga en invernadero durante el invierno en Europa occidental (Zwaan R., Historia, 2016).

D) Expansión internacional

Desde 1980 en adelante, las actividades internacionales han aumentado considerablemente. Esto llevó al establecimiento de una filial en Francia en 1984. La ampliación internacional continuó con filiales establecidas también en el Reino Unido (1987), España (1988) y Bélgica (1989). En 1990, Rijk Zwaan creció progresivamente cada vez más a nivel internacional hasta las actuales 27 filiales distribuidas por todo el mundo (Zwaan R., Historia, 2016).

E) Rijk Zwaan en el mundo

Actualmente, Rijk Zwaan vende semillas hortícolas por todo el mundo. A escala global, Rijk Zwaan tiene más de 1,900 empleados, 800 de los cuales trabajan en Holanda. La gran motivación, conocimiento y experiencia de todos estos empleados constituye la base del éxito de Rijk Zwaan. Esto es lo que ha hecho que Rijk Zwaan se convierta en una compañía líder e internacional en el sector de producción hortícola comercial (Zwaan R., Historia, 2016).

F) Estructura

Rijk Zwaan es un negocio familiar totalmente independiente con participación de sus empleados. El accionariado de la empresa es independiente, es decir, no cotiza en ningún mercado de valores, y parte del mismo, lo poseen los empleados en forma de certificados de acciones (Zwaan R., Información General, 2016).

G) Logística y calidad

Todas las semillas producidas por Rijk Zwaan se envían al Centro Tecnológico de Semillas en De Lier. Una vez allí, se realizan varios tests y tratamientos para prepararlas para su comercialización. El objetivo final es suministrar al cliente un producto de calidad y confianza (Zwaan R., Logística y Calidad, 2016).

H) Mercadeo y ventas

En el sector hortícola se está produciendo un cambio a nivel mundial hacia la orientación al mercado. Las variedades hortícolas tienen que satisfacer los deseos de todos los

integrantes de la cadena. Mediante la intensiva colaboración y el intercambio de conocimientos, se crean nuevas oportunidades de negocio (Zwaan R., Mercadeo y Ventas, 2016).

I) Producción de semillas

El cultivo de semillas de confianza y alta calidad es un proceso complejo. Los parentales de una nueva variedad deben cruzarse en su estado puro, y esto requiere gran cuidado mientras crecen. La elección del lugar juega un gran papel en el cultivo de la semilla (Zwaan R., 2016).

J) Consideración con el medio ambiente

En Rijk Zwaan se utilizan máquinas CHP que son considerablemente mejores para el medio ambiente porque son más eficientes en cuanto al uso de energía. Mediante la adquisición de técnicas cada vez más avanzadas en nuestros laboratorios, podemos llevar a cabo los análisis reduciendo el uso de productos químicos. También estamos trabajando para reducir el consumo eléctrico mediante el uso de iluminación eficiente en edificios grandes (Zwaan R., Medio ambiente, 2016).

K) Breeding

Para Rijk Zwaan, la investigación es una constante búsqueda de la perfección. Continuamente busca mejores variedades que reúnan las características deseadas (Zwaan R., Breeding, 2016).

L) El mercado como punto de partida

Los deseos y demandas de los agricultores en todo el mundo, el comercio de hortalizas, la industria de procesado y los consumidores son el punto de partida para las actividades de investigación de Rijk Zwaan. Algunos ejemplos son una alta productividad y larga vida tras la cosecha, así como el vigor germinativo de la semilla y la resistencia a enfermedades (Zwaan R., Breeding, 2016).

M) Largo proceso

Rijk Zwaan requiere de un proceso largo para el desarrollo de una nueva variedad. Una vez que tienen claras las características que debe tener la nueva variedad, el breeder comienza buscando las líneas parentales adecuadas (Zwaan R., Breeding, 2016).

N) Variedades a medida

Las actividades de investigación de Rijk Zwaan se llevan a cabo en varias localidades del mundo para poder aprovechar las diferentes zonas climáticas. De esta forma podemos desarrollar variedades que encajan perfectamente con las condiciones locales. A la hora de hacer la selección, también se toma en cuenta el propósito para el cual se cultiva cada variedad. Por poner un ejemplo, realizamos pruebas para ver cómo se comportan las variedades al ser procesadas para el mercado conveniente o congeladas para la industria (Zwaan R., Breeding, 2016).

1.2.5 Servicios básicos

A) Abastecimiento de agua

En el interior de la propiedad se cuenta con un caudal que abastece las operaciones de los distintos proyectos, agua de pozo extraída con bomba.

B) Energía eléctrica

La empresa cuenta con un cableado de energía eléctrica que es proporcionado por la empresa DEORSA.

C) Infraestructura

- a) Bodega de fertilizantes
- b) Bodega de pesticidas
- c) Almacén de repuestos y lubricantes
- d) Un área de oficina administrativa y de servicio
- e) Centro de selección y clasificación de cosechas
- f) Tanque de agua para riego

D) Maquinaria agrícola

- a) Moto bombas
- b) Tractor

- c) Rotovator
- d) Chapiadora

E) Herramientas agrícolas (equipo)

- a) Martillos
- b) Cinta métrica de 30m
- c) Engrampadoras industriales
- d) Bombas de mochilas (Matabi)
- e) Azadones
- f) Palas
- g) Saca tierra
- h) Rastrillos
- i) Machetes
- j) Tenazas
- k) Seguetas
- l) Carretas

1.3 OBJETIVOS

Objetivo General

Identificar la situación actual de la estación experimental de Rijk Zwaan en San Andrés Itzapa, así como sus procesos de producción para proponer mejoras.

Objetivos Específicos

- a) Determinar las principales limitaciones que poseen los cultivos hortícolas para su desarrollo adecuado, en la Estación Experimental Rijk Zwaan en San Andrés Itzapa, para proponer soluciones a estas limitantes
- b) Describir la tecnología utilizada en el proceso de producción de los cultivos hortícolas.
- c) Proponer soluciones y brindar apoyo en la mejora continua de los procesos de evaluación para nuevas variedades hortícolas en la Estación Experimental Rijk Zwaan.

1.4 METODOLOGÍA

Se procedió a consultar fuentes de información secundaria, esto para desarrollar un panorama de a qué se dedica la empresa y conocer más sobre sus procesos internos. Esto por medio de revisión de literatura como documentos en línea, tesis y estudios de la zona de trabajo.

Una vez establecido en la estación se procedió a realizar un recorrido alrededor de todas las instalaciones para así familiarizarse con todos los componentes y áreas con que esta consta, seguidamente se realizaron entrevistas con las personas que laboran en la estación, con el fin de obtener información primaria y así saber qué resultados han observado ellos con el tiempo que han laborado en la empresa y si piensan que han sido favorables o han dado algún tipo de cambio ya sea positivo o negativo a esta. El propósito de obtener esta información fue conocer de primera mano el desarrollo productivo de la misma, así como empezar a familiarizarse con los procesos y normas de producción en macro túneles, invernaderos, siembra a campo abierto y producción de hortalizas. Se analizaron registros del manejo agronómico de los cultivos establecidos en ciclos de producción anteriores los cuales fueron fuente de información como rendimientos, variedades, recursos utilizados, incidencia de enfermedades.

La información empresarial sobre los cultivos hortícolas, se obtuvo a través del Gerente de la Estación Experimental, Ing. Agr. Oliver Galindo, en los aspectos agrícolas siguientes:

- A) Organización de las parcelas
- B) Variedades
- C) Manejo agronómico
- D) Riegos
- E) Épocas de siembra
- F) Épocas de cosecha
- G) Topografía del terreno
- H) Secuencia de labores agrícolas

1.4.1 Identificación, priorización y jerarquización de problemas

Durante esta fase se realizó un análisis completo de la situación actual en la Estación Experimental Rijk Zwaan Chimaltenango, que permitió identificar las necesidades que existen a nivel de producción y manejo de los cultivos hortícolas, con el fin de alcanzar los objetivos del diagnóstico y así determinar los servicios y punto de investigación a implementarse.

Luego se elaboró un FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) que sirvió como herramienta para resumir la información obtenida y encontrar una posible solución a cada problemática.

1.5 RESULTADOS

La Estación Experimental Rijk Zwaan, realiza capacitaciones de manera continua a estudiantes y grupos organizados de productores a manera de forma una relación más estrecha con los clientes que además de proporcionar semillas, proporciona las herramientas y tecnologías para el manejo correcto de los cultivos. En la figura 2 se muestra un día de campo y capacitación que se le brindó a estudiantes de CUNORI.



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 2. Fotografía de capacitación grupo de estudiantes.

En la figura 3 se muestra al gerente de la finca dando recorrido por los cultivos de la estación experimental, con los estudiantes visitantes.



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 3. Fotografía de capacitación realizada a estudiantes del CUNORI

La Estación también se encarga de la evaluación de variedades comerciales, así como nuevas variedades hortícolas que cumplan los requerimientos necesarios para volverlas comerciales. Los cultivos que se producen bajo condiciones de invernadero, hidroponía y campo abierto son enlistados a continuación.

A) Invernadero

- a) Chiles pimiento y picantes (*Capsicum annum*)
- b) Pepino, pepinillos, pepino snack (*Cucumis sativus*)
- c) Berenjena (*Solanum melongena*)
- d) Tomate, cherry, manzano, grape, de mesa (*Solanum lycopersicum*)

B) Campo abierto

- a) Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*)
- b) Repollo (*Brassica oleracea* var. *Capitata*)
- c) Coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*)
- d) Espinaca (*Spinacia oleracea*)
- e) Lechuga (*Lactuca sativa*)
- f) Zanahoria (*Daucus carota*)
- g) Remolacha (*Beta vulgaris*)
- h) Rábano (*Raphanus sativus*)
- i) Apio (*Apium graveolens*)
- j) Puerro (*Allium ampeloprasum*)

C) Hidroponía

- a) Lechuga (*Lactuca sativa*)
- b) Apio (*Apium graveolens*)

Las figuras 4 y 5 muestran una evaluación de nuevos materiales hortícolas en la estación experimental.



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 4. Fotografía de evaluación nuevos materiales



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 5. Fotografía de evaluación de nuevos materiales hortícolas de rábano

Los procesos de producción de los cultivos hortícolas en la Estación Experimental de Rijk Zwaan son similares en general, estos están divididos en cuatro etapas correspondientes al cultivo. Siendo estos:

- Preparación del suelo
- Siembra
- Manejo agronómico
- Cosecha

La figura 6 presenta el esquema de flujo de los procesos de preparación del suelo antes de siembra de la empresa.



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 6. Preparación de suelo en estación experimental Rijk Zwaan

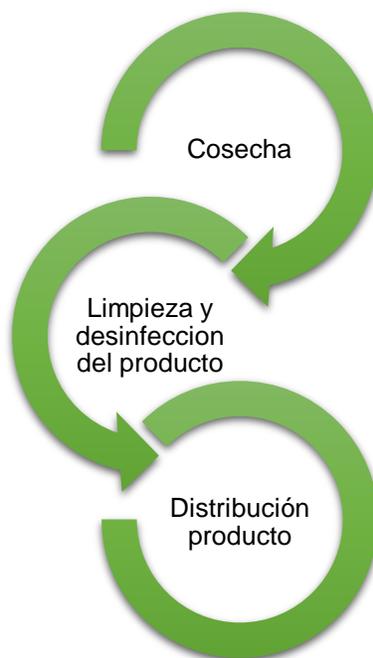
Seguidamente de la preparación del suelo se llegaba a la siembra, el proceso de siembra y manejo de los cultivos se presenta en la figura 7.



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 7. Proceso de siembra y manejo de los cultivos

Del proceso de producción llegamos a la cosecha de los cultivos el manejo de estos se realizó como se muestra en la figura 8.



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 8. Proceso de cosecha

1.5.1 Manejo agronómico de plantación en producción

A. Riegos

Se manejan dos tipos de riego: Por goteo y por Aspersión. Este se efectúa dependiendo de la época, el clima y requerimiento del suelo. Si los días son muy soleados, se riega a diario durante 30 minutos en cada sector, si los días son muy lluviosos o nublados, se riega un día sí y el siguiente no, durante 30 minutos por sector, debido a que el riego se realiza por medio de una sola llave a todo el campo no es posible sectorizar el riego por requerimiento del cultivo ya que todos los cultivos se encuentran en el mismo lote.

La figura 9 muestra la colocación de mangueras de goteo utilizadas para el riego utilizado en el área de macro túneles.



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 9. Fotografía de riego por goteo utilizado en macro túneles

B. Épocas de Siembra o trasplante

Se elabora un programa de siembra o trasplante con los distintos cultivos hortícolas que se encuentran en la estación, estos se realizan en distintas épocas del año para así poder observar el comportamiento de cada material con los distintos climas de la zona y realizar su evaluación correspondiente. La figura 10 muestra a un colaborador de la finca realizando la labor de siembra de pilones de lechuga para demostración.



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 10. Fotografía de trasplante de pilón de lechuga

C. Épocas de Cosecha

Se cosecha semanal los cultivos de corto ciclo, como lechugas, rábano, espinaca. Y los de largo ciclo cuando el cultivo ya está de punto como lo es el caso de las brassicas. En la figura 11 se muestra parte del proceso de cosecha de espinaca.



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 11. Fotografía de cosecha de espinaca (*Spinacia oleracea*)

1.5.2 Topografía del terreno

Es un terreno con una topografía plana, por lo que es fácil la colocación de cultivos bajo coberturas para su buen desarrollo.

1.5.3 Secuencia de labores agrícolas

Esto se realiza conforme algún área o cultivo lo va demandando, se realizan las labores, como el desmalezado, riego, fertilización, fumigación, poda y cosecha.

1.5.4 Variedades de cultivos hortícolas establecidos en la estación experimental

- Lechuga: Rincon, Maximus, Turinos, Lozano, Concorde, Anthony, Tourbillo, Ruby Sky, Emocion, Reaction, Tokapie, Impulsion, Partition, Lition, Redial, Noverlsky, Louxal, Rutilai, Mondai, Rouxai, Kristine, Kibrille, Kiribati, Cosmopolia, Tahamata, Gisela, Theodore, Distinguo, Rex, Crunchite, Chicarita.
- Tomate: Cherry, Tabaré, Criollo.
- Pepino: Modan, Deltastar, Induran.

- Chile Pimiento: 35-628, Dinamica, Physol, Habbib, Plineo, Yatasto, Triora, Nathali, Sharapova, Porteca, Trirossa.
- Remolacha: Zeppo, Betty.
- Puerro: Matejko
- Espinaca: Clermont, Dromedary, Raccon, Coati, Polar bear, Spiros, Toucan, Esmerala, Meerkat.
- Zanahoria: Crofton.
- Apio: David, Stetham, Kylian.
- Brócoli: Izabal.
- Coliflor: Bishop, 52023, 41833, 72611, 70550.
- Rábano: Roondel.

1.5.5 Preparación de macro túnel

En caso de que el cultivo no se establezca en campo abierto se procede a realizar el arado del área, se construyeron dos camas por macro túnel para obtener beneficios tales como:

- A) Aumentar la capacidad de retención de agua.
- B) Facilitar la absorción de los elementos nutritivos por la raíz.
- C) Facilitar el desarrollo radical, tanto en profundidad como lateralmente.
- D) Aumentar la infiltración del agua de lluvia en el suelo.
- E) Disminuir la escorrentía superficial y la velocidad de la lámina vertiente del agua, con lo que se frena la erosión del suelo.

Se instalan mangueras de riego por goteo para realizar un riego eficiente y localizado, dos mangueras por cama. Luego de instalar las mangueras se cubre con mulch plástico gris/negro para el control de malezas, crear un microclima en la raíz de las plantas y así reducir incidencia de fitopatógenos del suelo (ver figuras 12 y 13).



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 12. Fotografía de macro túnel



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 13. Fotografía de elaboración macro túnel

1.5.6 Manejo del suelo en invernadero y campo abierto

Antes de la siembra se remueve el suelo, se hacen los tablones y se le aplica Lombricompost, luego se aplica Etocop (Nematicida) y Basamid para la desinfección del suelo, se coloca la manguera y el mulch dejándolo por 4 semanas (en caso de invernadero), luego se agujerea el mulch, posteriormente se aplica el cloro y se deja por un día; Al día siguiente se siembran los pilones. Hay rotación de cultivos por ciclo. Las figuras 14 y 15 muestran la preparación anterior que se le da al suelo para el trasplante.



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 14. Fotografía de preparación del suelo antes de siembra.



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 15. Fotografía de preparación del suelo en invernadero antes del trasplante de pilón.

1.5.7 Fertilización y fumigación

La fertilización que se realiza a cada cultivo, es de acuerdo a los estudios pre establecidos en cuanto a las exigencias de la planta. Se utilizan fertilizantes foliares y granulados.

En el caso de la fumigación se utilizan productos químicos preventivos y de control para cada uno de los cultivos (ver figura 16).



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 16. Fotografía de fumigación de cultivos

1.5.8 Poda

Una poda correcta da fuerza y vigor, mejora la floración y desarrollo. Con ella se puede controlar el crecimiento, dándole la estructura necesaria para que las ramas soporten el peso. Un crecimiento excesivo puede afectar la producción de flores y luego frutos: la planta concentra sus energías en crecer y no en producir.

Una poda bien hecha favorece la adecuada distribución de las ramas, de modo de garantizar que la luz del sol llegue también al interior de la planta, crezca de manera armónica y florezca mejor.

Es importante eliminar partes dañadas o enfermas de las plantas para evitar enfermedades. La poda la realizan los trabajadores dependiendo los requerimientos de la planta. Los cultivos que requieren este tipo de manejo principalmente son chiles tomates y pepinos que se encuentran en los invernaderos.

1.5.9 Recolección

La recolección es de forma manual y semanal por los trabajadores de la Estación Experimental de Rijk Zwaan Chimaltenango, luego es depositada en cajas plásticas para su debido lavado y así prepararlo para su venta. La figura 17 muestra la forma de recolección de los frutos.

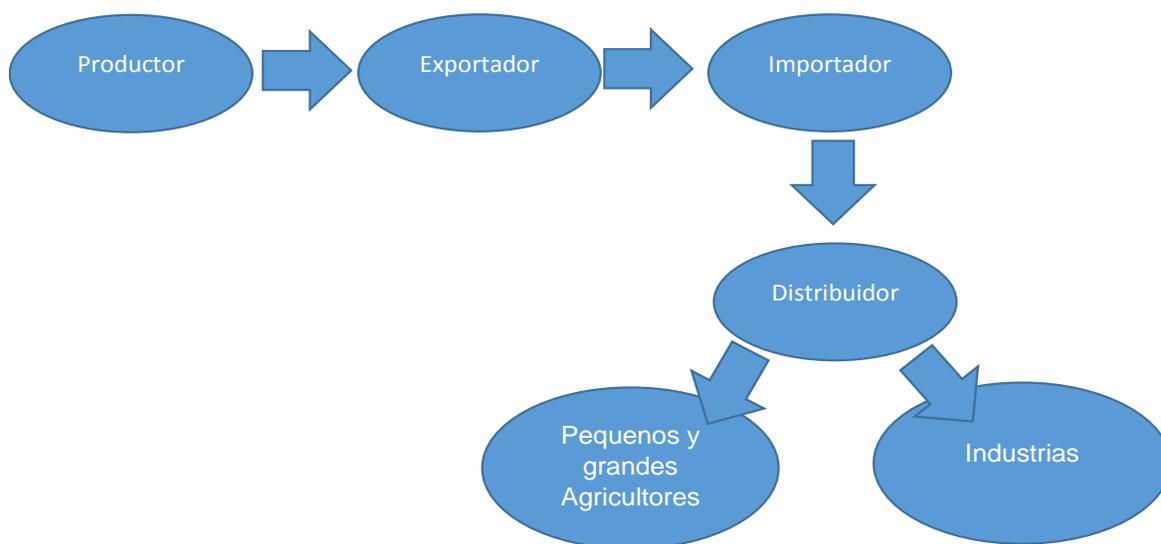


Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 17. Fotografía de recolección de berenjena

1.5.10 Canales de comercialización

El producto (Semillas) exportado sigue el siguiente canal (ver figura 18):



Fuente: Elaboración Propia, 2016

Figura 18. Canal de comercialización de la semilla producida por Rijk Zwaan

En Guatemala existen empresas que están produciendo semillas de hortalizas para su comercialización en diferentes zonas, unas de estas empresas son: Monsanto, Bejo, Syngenta.

1.5.11 Análisis FODA de La Estación Experimental Rijk Zwaan en San Andrés Itzapa

La empresa realiza sus procesos productivos con los más altos estándares de calidad, como lo son las automatizaciones de tareas de manejo agronómico como: fertirriego, aplicaciones de plaguicidas, condiciones ambientales controladas utilizando invernaderos, etc. Pero como cualquier proceso, muchos de estos presentan ciertas debilidades o amenazas. A continuación, se da un resumen de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se identificaron en el diagnóstico.

Fortalezas

- Disponibilidad de mano obra
- Siembra continua
- Evaluación semanal
- Disponibilidad y uso eficiente del agua de riego
- Buen control cultural
- Evaluación a campo abierto
- Evaluación bajo cobertura
- Planificación semanal
- Buen control en invernadero
- Agricultores capacitados para la ejecución de los proyectos.
- Disponibilidad de materia prima para realizar las actividades.

Oportunidades

- Introducción al ambiente nacional de nuevas variedades de hortalizas, mejoradas genéticamente, para la experimentación, observación y evaluación, visualizando a futuro la explotación comercial de las mismas.
- Evaluación de nuevas variedades de hortalizas para la sustitución de las actuales.

Debilidades

- Dependencia externa en la elaboración de pilones (Compra), cuando en la Estación Experimental se cuenta con una infraestructura e insumos adecuados para la realización de los mismos.
- No se registra los rendimientos de cosecha semanales dentro de la Estación Experimental.
- No se cuenta con un documento que registre el manejo adecuado de las distintas variedades hortícolas en la Estación Experimental.
- Dependencia de una sola fuente de agua para riego

Amenazas

- Alta incidencia de plagas y enfermedades existentes en el área por cultivos aledaños.
- Arena expulsada por el volcán, afecta las estructuras para producción.
- Bajas temperaturas en la zona y granizo los cuales han afectado los cultivos.
- Bajones constantes en la energía eléctrica, estos afectan debido a que el agua para riego es extraída por medio de una bomba eléctrica.

1.6 CONCLUSIONES

1. La empresa Rijk Zwaan se encarga de la distribución de semillas hortícolas a nivel nacional, la Estación Experimental posee un papel único de investigación, por lo que en esta se evalúa la adaptabilidad de nuevos materiales hortícolas, su desarrollo, resistencia a plagas y enfermedades, es por ello que se apoyó en las labores de campo utilizando nuevos métodos de limpiezas, podas y fumigaciones, así como en la evaluación y selección de nuevo híbridos.
2. Se necesita realizar supervisiones constantes de todos los cultivos hortícolas debido a la constante existencia de plagas en estos, como lo es mosca blanca, trips, afidos y minadores.
3. Las tecnologías utilizadas en el proceso de producción en la Estación Experimental son:
 - Campo abierto: Desde el momento de la preparación del suelo la Estación cuenta con maquinaria para realizar este trabajo, seguidamente se preparan los tabloncillos para el trasplante o siembra, y se realizan una desinfección del suelo, ya establecidos los cultivos en las determinadas áreas se realiza un buen manejo agronómico ya que se cuenta con gente capacitada para la realización del mismo, se realizan rotaciones de cultivos al final de cada ciclo y al suelo se le incorpora materia orgánica(Lombricompost), y de esta manera se evitan enfermedades o plagas que puedan ser resistentes a las variedades.
 - Invernadero: Se tiene un buen control fitosanitario en los invernaderos, ya que los agricultores se encuentran capacitados para llevar los ciclos de los cultivos en un buen estado y así obtener una producción continua y sana también la estación cuenta con un profesional que está a cargo de la constante evaluación del estado de dichos invernaderos.
 - Hidroponía: Rijk Zwaan y su Estación Experimental cuentan con variedades de lechuga desarrolladas para un sistema de producción en hidroponía, por lo que la Estación está a la vanguardia en desarrollar la tecnología y el manejo para llegar a reducir costos y aumentar rendimiento por medio de sistemas accesibles para los productores de la zona que no posean un terreno amplio para producción.
4. Es necesario establecer un plan exacto de evaluación a las distintas variedades ya que se realizan de forma general y existen algunas variedades que son precoces y al momento de su evaluación ya pasaron su punto óptimo de cosecha, entonces se debe

mantener un monitoreo constante de cada cultivo ya que son variedades nuevas que no se sabe el comportamiento que tendrán a las condiciones de la zona.

1.7 RECOMENDACIONES

1. Es necesario la compra de una planta eléctrica que funcione a base de combustible debido a que en la estación poseen mucho bajón de energía o el corte de la misma y esto hace que la bomba del pozo deje de funcionar y esto crea el paro total de muchas actividades como lo es el riego, llenado de mangueras etc.
2. Se requiere documentar información para que sea accesible explicar el manejo adecuado de las hortalizas, a las personas que visitan la Estación y requieren dicha información, para estimular la compra de la semilla.
3. Realizar evaluaciones de nuevos programas de control fitosanitario para las diferentes plagas y enfermedades que se presentan en los cultivos de la estación.
4. Realizar constantes capacitaciones al personal de la finca sobre la importancia de la prevención y control de plagas y enfermedades.
5. Se recomienda la evaluación de nuevos materiales en condiciones bajo invernadero así tener documentación de como es el desarrollo de los cultivos en campo abierto e invernadero y realizar comparaciones para tener mejores rendimientos.
6. Pruebas de nuevos materiales en sistemas modernos como lo es el hidropónico.
7. Uso de productos biológicos para evitar el desgaste constante del suelo y crear un impacto positivo al medio ambiente.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Holdridge, L. R. (1959). *Zonificación ecológica de Guatemala según sus formaciones vegetales*. Guatemala, Ministerio de Agricultura / Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. 216 p.
2. Ordoñez Gomez, F. (2008). Descripción cualitativa y cuantitativa de desechos sólidos domésticos en nueve municipios de Chimaltenango y su potencial uso en la agricultura. Tesis Ing Agr. Universidad San Carlos de Guatemala. Obtenido de Biblioteca usac: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2446.pdf
3. Rijkz Waan. (2016a). *Breeding* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ+ES/Rijk+Zwaan/Company/Activities/Breeding>
4. _____. (2016b). *Historia* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Company/About%20us/History>
5. _____. (2016c). *Información historia* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Company/About%20us/General%20Information>
6. _____. (2016d). *Investigación historia* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Company/Activities/Research>
7. _____. (2016e). *Logística y calidad historia* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Company/Activities/LogisticandQuality>
8. _____. (2016f). *Mercadeo y ventas historia* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Company/Activities/MarketingandSales>
9. _____. (2016g). *Producción de semillas historia* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Company/Activities/Seed%20production>
10. Simmons, C., Tárano, J. M., & Pinto, J. H. 1959. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala*. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala: José De Pineda Ibarra. 1000 p.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS Y AMBIENTALES
ÁREA INTEGRADA



2 EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS ORGÁNICOS PARA DESINFECCIÓN DE SUELO EN EL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa*), EN LA EMPRESA RIJK ZWAAN, EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

CÉSAR ARNOLDO GIRÓN BONILLA

CARNET: 201210810

2.1 PRESENTACIÓN

La agricultura orgánica involucra mucho más que no usar agroquímicos, es un sistema holístico de gestión que cuida la biodiversidad, el medioambiente y la fertilidad del suelo, además trata de utilizar al máximo los recursos de la finca. Cuida las rotaciones sanas de los cultivos, con técnicas no contaminantes de bajo empleo de energía, y no utiliza pesticidas ni fertilizantes químicos. Este sistema de producción orgánica privilegia el logro de agroecosistemas óptimos y sostenibles, en lo social, ecológico y económico (Codex Alimentarius, 2007; Koechlin, 2008).

En general, los productos orgánicos se diferencian de los convencionales en: (a) sabor y aroma, porque no son alterados con productos químicos; (b) salud y nutrición, porque utilizan en su proceso productivo y de comercialización productos naturales y son más nutritivos; y (c) biodiversidad, porque los abonos utilizados en la producción convencional, son dañinos y tóxicos (RAAA, 2007).

En Centroamérica se está produciendo una gran variedad de productos agrícolas orgánicos para exportación. Un cultivo de gran importancia para el país que las tendencias de crecimiento van enfocadas hacia la agricultura orgánica es la lechuga (*Lactuca sativa*). Las hortalizas han cobrado importancia, especialmente el cultivo de lechuga en el mercado local e internacional, por considerarse un cultivo hortícola rico en vitaminas y minerales y de muy fácil uso comestible (Felix, Sañudo, 2008).

Actualmente los productores de lechuga del municipio de San Andrés Itzapa en el departamento de Chimaltenango, aplican diferentes productos químicos para el control fúngico y de bacterias en el suelo, sin tener mayor efecto en el desarrollo y la producción. Por lo que se hace necesario investigar el efecto de productos orgánicos, para el control de diferentes agentes patógenos que existan en el suelo los cuales causen un efecto negativo en el desarrollo y producción del cultivo de lechuga, con ello se tendría evidencia experimental y confiable en el uso de productos orgánicos.

El uso excesivo de productos químicos tóxicos para el control fúngico y de bacterias en el suelo, ha provocado que recursos naturales como agua, suelo y aire tengan como resultado su contaminación.

La principal actividad productiva del municipio de San Andrés Itzapa, es la agricultura, ocupación a la que se dedica la mayor parte de la población del área rural de Guatemala. Sin

embargo, las características de los suelos presentan limitaciones de fertilidad y los cultivos muestran deficiencias nutricionales que a menudo se compensan con fertilización química. La mayoría de agricultores no poseen los suficientes recursos económicos esto hace que no puedan adquirir los productos químicos por sus elevados precios, el excesivo uso de los fertilizantes químicos daña los suelos agrícolas, contaminando las aguas subterráneas y el medio ambiente en general. El siguiente proyecto se ve enfocado en la agricultura orgánica que se une a las prácticas de conservación de suelos, y también al control de patógenos de los terrenos agrícolas, con la utilización del compost (lombrices coquetas roja) se elaborará localmente y generará ingresos económicos que complementarán la economía familiar de los agricultores, y también, el uso de abono orgánico que en términos de costo será mucho más accesible y de calidad para el agricultor (Maldonado, Palacios 2001).

En el mercado nacional y el extranjero existe una alta demanda de lechugas, ya que esta es utilizada para ensaladas, cocina, adorno, entre otros. Debido a esto se buscó implementar una manera eficiente que ayude al agricultor para el control de estos agentes que disminuyen el desarrollo del cultivo y así mismo su rendimiento, para esto se evaluó el efecto que tiene el uso de productos orgánicos en diferentes dosis para así establecer el tratamiento adecuado para disminuir poblaciones en el suelo que afecten el cultivo de lechuga.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1.1 Descripción general de la lechuga

La lechuga, (*Lactuca sativa*), es una planta anual propia de las regiones semitempladas, que se cultiva con fines alimentarios. Debido a las muchas variedades que existen, y a su cultivo cada vez mayor en invernaderos, se puede consumir durante todo el año. Normalmente se toma cruda, como ingrediente de ensaladas y otros platos, pero ciertas variedades, sobre todo las de origen chino, poseen una textura más robusta y por ello se emplean cocidas (Parson 1987).

El nombre genérico *Lactuca* procede del latín *lac* (leche). Tal etimología refiere al líquido lechoso (o sea, de apariencia "láctea"), que es la savia que exudan los tallos de esta planta al ser cortados. El adjetivo específico *sativa* hace referencia a su carácter de especie cultivada (INFOAGRO, 2002). El cuadro 1 presenta la clasificación taxonómica del cultivo de lechuga.

Cuadro 1. Taxonomía de la lechuga

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Asterales</i>
Familia:	<i>Asteraceae</i>
Subfamilia:	<i>Cichorioideae</i>
Tribu:	<i>Lactuceae</i>
Género:	<i>Lactuca</i>
Especie:	<i>Lactuca sativa</i> L.
Nombre <i>binomial</i> :	<i>Lactuca sativa</i>

Fuente: Cronquist A.,1981.

La lechuga pertenece a la familia de las Compuestas y su nombre científico es (*Lactuca sativa*). Es una planta anual con un sistema radicular profundo y poco ramificado. En un principio, cuando la planta brota, aparecen las hojas, que se disponen en roseta. Conforme la planta va creciendo se van apretando unas contra otras, formando un cogollo más o menos consistente y compacto dependiendo de la variedad. Las hojas pueden ser redondeadas o algo alargadas. El borde puede ser liso, ondulado o aserrado (Rubio, 2000).

Destaca por sus numerosas cualidades. Es un alimento bajo en calorías y alto contenido en agua (95%), rico en antioxidantes, fibra, sales minerales y vitaminas del grupo B1, B2, B6, provitamina A y vitaminas C y E. Es importante destacar su alto contenido en ácido fólico y en

minerales: hierro y potasio. Favorece la absorción de hierro de los alimentos y previene las infecciones. Es depurativa y diurética y ayuda en las funciones intestinales, favorece las digestiones y ayuda a conciliar el sueño, ya que se le considera un relajante natural (Fundación Wikimedia2013).

Lo normal es cosechar la planta en estado de cogollo. No obstante, si se deja en el campo las hojas se abren apareciendo un tallo cilíndrico y ramificado con hojas y flores amarillentas agrupadas en racimos. Lo que se conoce como semilla es en realidad el fruto, pequeño y provisto de unas pequeñas plumas que facilitan su distribución gracias al viento (Rubio, 2000).

2.2.1.2 Enfermedades

Maroto (1983), cita las plagas y enfermedades que más comúnmente atacan el cultivo de lechuga.

- Antracnosis (*Marssonina panattoniana*)
- Botritis (*Botrytis cinerea*)
- Mildiu (*Bremia lactucae*)
- Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*)
- Septoriosis (*Septoria lactucae*)
- Virus del mosaico de la lechuga
- Virus del bronceado del tomate (TSWV del inglés Tomato Spotted Wilt Virus)

2.2.1.3 Plagas

A) Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Se trata de una de las plagas que causa mayor daño al cultivo, pues es transmisora del virus del bronceado del tomate (TSWV). La importancia de estos daños directos (ocasionados por las picaduras y las hendiduras de puestas), depende del nivel poblacional del insecto (aumentando desde mediada la primavera hasta bien entrado el otoño).

Normalmente el principal daño que ocasiona no es el directo sino el indirecto transmitiendo el virus. La presencia de este virus en las plantas empieza por provocar grandes necrosis foliares, y rápidamente éstas acaban muriendo.

B) Minadores (*Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*)

Forman galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada.

C) Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*).

Produce una melaza que deteriora las hojas, dando lugar a un debilitamiento general de la planta.

D) Pulgones (*Myzus persicae*, *Macrosiphum solani* y *Narsonovia ribisnigri*)

Se trata de una plaga sistemática, siendo su incidencia variable según las condiciones climáticas. El ataque suele ocurrir cuando el cultivo está próximo a la recolección. Aunque si la planta es joven y el ataque es considerable, puede arrasar el cultivo, además de ser entrada de alguna virosis que lo haga inviable.

Los pulgones colonizan las plantas desde las hojas exteriores y avanzando hasta el interior, excepto la especie *Narsonovia ribisnigri*, cuya difusión es centrífuga, es decir, su colonización comienza en las hojas interiores, multiplicándose progresivamente y trasladándose después a las partes exteriores.

2.2.1.4 Cultivo y usos

La lechuga soporta mejor las temperaturas bajas que las elevadas. Como temperatura máxima tendría los 30 °C y como mínima puede soportar hasta -6 °C. No es bueno que la temperatura del suelo baje de 6 °C a 8 °C. Exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Cuando soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia (Infoagro 2010).

La humedad relativa conveniente es del 60 % al 80 %. Los problemas que presenta en invernadero es el exceso de humedad ambiental, por lo que se recomienda cultivarlo en el exterior, siempre que las condiciones climatológicas lo permitan. Prefiere suelos ligeros, arenoso-limosos y con buen drenaje. El pH óptimo se sitúa entre 6,7 y 7,4. Vegeta bien en suelos húmíferos, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar (Maroto 1983).

En ningún caso admite la sequía, aunque es conveniente que la costra del suelo esté seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello. Los mejores sistemas de riego son por goteo (cuando se cultiva en invernadero), y las cintas de exudación

(cuando el cultivo se realiza en el exterior). Existen también otros sistemas, como el riego por gravedad y por aspersión, pero están en recesión (Havercort 1982).

Esta planta es muy exigente en potasio y al consumir más potasio va a absorber más magnesio, por lo que es necesario equilibrar esta posible carencia al abonar el cultivo. También es muy exigente en molibdeno durante la primera etapa del desarrollo (Cásseres 1980).

2.2.1.5 Nutrición

La lechuga tiene muy poco valor nutritivo, con un alto contenido de agua (90 %-95 %). Es rica en antioxidantes, como las vitaminas A, C, E, B1, B2, B3, B9 y K; minerales: fósforo, hierro, calcio, potasio y aminoácidos. Las hojas exteriores más verdes son las que tienen mayor contenido en vitamina C y hierro (Fundación Wikimedia, 2013).

2.2.1.6 Descripción general de los tipos de lechuga existentes en Guatemala

A) Lechuga Iceberg tipo Salinas

Esta lechuga con forma de ovillo compacto, similar de aspecto al de una col, tiene las hojas largas redondas, crujientes y muy prietas, su sabor es suave y acuoso. Se le denominó Iceberg por su resistencia al frío. En contrapartida esta variedad de lechuga es la menos nutritiva de todas (Bautista, 2,000).

Tiene su origen en Norte América, donde recibió el nombre debido a que los envíos de lechuga desde California hacia el este se hacían con el producto recubierto de hielo troceado. Es el grupo de variedades que ha experimentado mayor crecimiento ya que constituye la base de la exportación de lechuga (Bautista, 2,000).

Es de hoja redonda y crujiente que forma un cogollo compacto. Dentro del tipo Iceberg, el grupo derivado de la variedad Salinas es el más difundido y sobre el que se basa, en gran parte, la mejora genética pues es el que forma cogollos más perfectos y tiene mejor sabor.

B) Lechuga tipo Escarola

Nombre científico: *Cichorium endivia*, variedad crispum o crispera Origen/distribución: La India. Es una hortaliza originaria del Mediterráneo. Se consume desde tiempos inmemoriales, fue cultivada por los griegos y los egipcios antes de la era cristiana. Por su similitud con la lechuga puede sustituirla en épocas muy frías ya que la escarola normalmente soporta bien las bajas temperaturas (Bautista, 2,000).

La escarola (del latín *Lactuca scariola* o lechuga apetitosa). es una planta perteneciente a la misma variedad de la endivia, de numerosas hojas radicales dispuestas en roseta y con bordes más o menos dentados, rizados, o lisos dependiendo de la variedad. Aunque su ciclo es bianual se cultiva como anual para el aprovechamiento de sus hojas; en el segundo año desarrolla un tallo muy ramificado, floreciendo en forma de capítulos azulados (Bautista, 2,000).

Tiene un sabor picante y ligeramente amargo, que aviva el sabor de cualquier ensalada y contrasta muy bien con otros sabores y con vinagretas fuertes. En función de la variedad, las hojas son lisas (escarola lisa) o rizadas (escarola rizada), con bordes más o menos dentados, dispuestas en rosetas y de color variable, desde el verde oscuro hasta el amarillo. A medida que vamos sacando hojas, va aclarando su color y disminuyendo su sabor amargo. La escarola ofrece su mayor esplendor en invierno.

C) Lechuga tipo Cos o Romana

Es una lechuga con hojas alargadas, con bordes enteros y nervio central muy ancho. No forma un verdadero cogollo.

Es el tipo de lechuga dominante en el mercado nacional. Es también la lechuga cuya presentación, normalmente, está más descuidada (con hojas exteriores deterioradas, sin embolsar y a veces bastante espigada).

Dentro de las romanas, la variedad Valladolid, de la que existen varias selecciones, es de color verde oscuro brillante y hoja ligeramente abullonada, de borde entero. Se cultiva principalmente para recolectar en invierno y copa muy bien.

La producción de lechuga de verano es la más comprometida. Al indudable riesgo que supone el virus del bronceado del tomate, TSWV, frente al que, de momento no hay variedades resistentes, se une el de la subida prematura a flor (Bautista, 2,000).

2.2.1.7 Descripción general de las lechugas producidas en Guatemala

A continuación, se describen algunas características de las variedades de lechugas más demandadas en el mercado local como internacional.

A) Salinas

Del tipo repollada, tamaño de cabeza medio o grande, compactas, firme y suave textura. Se cosecha a los 70 días después del trasplante. Muestra un color verde oscuro uniforme y

corazón corto. Presenta aceptabilidad para mercados a granel y para exportaciones generalmente utilizada para ensaladas y cosméticos (Bautista, 2,000).

B) Suprema

Esta variedad es de cabeza y de hojas ligeramente onduladas y presenta gran aceptabilidad para el consumo en ensaladas.

La cabeza que forma es grande, un poco firme, redonda, de color verde claro. Resistente a la quemadura de las plantas, puede sembrarse todo el año y se cosecha a los 60 días después de trasplante. Esta variedad es muy susceptible al trasplante, ya que sus hojas son muy delgadas y presenta poco tejido esponjoso que con los rayos del sol se deshidrata rápidamente (Bautista, 2,000).

C) Paris Islam, tipo romana

Presenta hojas plisadas lisas, largas y curvadas en la punta, por eso se le ha dado el nombre de cos o romana. No forma cabeza, cuando llega la madurez lista para ser comercializada adquiere una forma globosa. Color verde oscuro, tienen un crecimiento y desarrollo de aproximadamente de 70 a 80 días (Alimentación Sana, 2012).

D) Grand Rapids, escarola verde

Presenta sus hojas sueltas, arrugada ó rizadas y presenta la forma más o menos de una rosa. Una variedad precoz y se adapta a climas templados y cálidos, aunque su desarrollo y crecimiento varía según su cuidado y las condiciones climáticas prevaletientes. Presenta una coloración verde pálido pero su forma es muy agradable. La base del tallo es más o menos delgada y la formación de las hojas es de mayor forma espiralada (FAXSA, MX. 2002).

E) Sesam, escarola morada

Sus hojas son sueltas, rizadas y presenta la forma de una rosa. Una variedad precoz, se adapta a climas templados y cálidos, aunque su desarrollo y crecimiento varía según su cuidado y las condiciones climáticas donde se desarrolla.

La característica de esta variedad es su coloración morada ó rojiza, de un aspecto muy agradable. Esta variedad presenta buena aceptabilidad en el mercado para ensalada, ya que

sus hojas son vendidas en los supermercados ó bien empacada para su consumo en fresco (Bautista, 2000).

2.2.1.8 Agricultura orgánica

Se define “agricultura orgánica” como sistema de producción que su función es usar y aprovechar el máximo los recursos de un área, priorizando la fertilidad del suelo, su actividad biológica y minimizando el uso de los recursos no renovables, sin usar fertilizantes y plaguicidas de origen sintético teniendo como prioridad proteger el medio ambiente y la salud humana (FAO, 2015) .

El uso de materia orgánica se ha convertido en la base para el desarrollo de agricultura orgánica. Sin embargo, es un error considerar que agricultura orgánica es simplemente “no usar productos sintéticos”. La agricultura orgánica debe considerar dos aspectos esenciales: (a) la diversidad estructural y de procesos, y (b) el manejo ecológico del suelo y nutrición (Brenes, 2003). La incorporación de fertilizantes y abonos orgánicos (estiércoles y compostas) con fines de bioremediación de suelos agrícolas es una práctica que ha recuperado importancia en los últimos años a nivel mundial (Abdel *et al.*, 1994). El manejo de los abonos orgánicos ha sido tradicionalmente utilizado por los agricultores de pequeñas extensiones de tierra, incorporando directamente materiales orgánicos (estiércoles, desechos domésticos de frutas y verduras, desechos agrícolas verdes y secos) a su agro sistema.

El uso de abonos orgánicos mejora las condiciones de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobre-explotación. Las consecuencias directas de estos dos últimos eventos son la pérdida de la materia orgánica, pérdida de la fertilidad y la contaminación de los suelos, cuya producción agrícola puede también estar contaminada. Las consecuencias indirectas se reflejan en la afectación de la flora y fauna del ambiente aledaño al suelo dañado (Gliessman, 1997; EPA, 1999).

Tener una certificación para producción orgánica es de suma importancia (Naranjo Arango, 2006). Estas certificaciones son otorgadas por agencias certificadoras privadas reconocidas a nivel mundial, sin embargo, cada país tiene su propia certificación para consumo interno. Si se tiene intención de incursionar hacia Europa, Japón y Estados Unidos, el empresario tiene que cumplir con las certificaciones para producción convencional en BPA (Buenas Prácticas Agrícolas) y BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), ya con estas certificaciones pueden optar a certificarse en producción orgánica, Es importante que la

empresa certificadora sea reconocida oficialmente en el ámbito internacional (Naranjo Arango, 2006).

Guatemala ya cuenta con varios productos orgánicos con su debida certificación en los cuales cabe destacar: Moras, Café, Cardamomo, Algodón, Miel, y Mini Vegetales (Naranjo Arango, 2006). Guatemala ya cuenta con una legislación nacional que regula el área de producción orgánica entre estas se encuentra MAYACERT y dentro del maga el Departamento de Agricultura Orgánica. La Union Europea concedió al país *“certificado como país productor de orgánicos”* (Naranjo Arango, 2006).

En Guatemala ya existen avances para la certificación de productos orgánicos, que son amparados bajo Fairtrade Labelling Organizations Internacional (asociación sin fines de lucro, que incluye organizaciones que comercializan bajo el “Sello de Comercio Justo”) y certificados por FLO-CERT GMBH, estos son responsables de la inspección y certificación de los organismos de productores y comercio justo, (Naranjo Arango, 2006), USDA ORGANIC que regula la exportación de productos orgánicos hacia los Estados Unidos (MAYACERT, 2015).

En esencia, el comportamiento óptimo de los sistemas de producción agrícola depende del nivel de interacciones entre sus varios componentes. Las interacciones potenciadoras de sistemas son aquellas en las cuales los productos de un componente son utilizados en la producción de otro componente, malezas utilizadas como forraje, estiércol utilizado como fertilizante, o rastrojos y malezas dejadas para pastoreo animal). Pero la biodiversidad puede también subsidiar el funcionamiento del agro ecosistema al proveer servicios ecológicos tales como el reciclaje de nutrientes, el control biológico de plagas y la conservación del agua y del suelo (Altieri, M., Nicholls,.C. 2000).

2.2.1.9 Los microorganismos del suelo

Según Wild (1992) un suelo naturalmente fértil es aquél en el que los organismos edáficos van liberando nutrientes inorgánicos, a partir de las reservas orgánicas, con velocidad suficiente para mantener un crecimiento rápido de las plantas. La actividad biológica de los suelos es la resultante de las funciones fisiológicas de los organismos y proporciona a las plantas superiores un medio ambiente adecuado para su desarrollo. Pero la exigencia de los microorganismos edáficos en energía, elementos nutritivos, agua, temperaturas adecuadas y ausencia de condiciones nocivas es similar a la de las plantas cultivadas.

Los suelos contienen una amplia variedad de formas biológicas, con tamaños muy diferentes, como los virus, bacterias, hongos, algas, colémbolos, ácaros, lombrices, nematodos, hormigas y, por supuesto, las raíces vivas de las plantas superiores (Fassbender, 1982; Wild, 1992). La importancia relativa de cada uno de ellos depende de las propiedades del suelo (Thompson y Troeh, 1988).

Las bacterias son organismos procariotas unicelulares; la mayor parte de ellas presenta forma esférica cocos o de bastón bacilos y son importantes debido a que algunas realizan funciones específicas como la oxidación del amoníaco a nitratos, mientras que otras intervienen en el proceso general de descomposición de materiales orgánicos (Thompson y Troeh, 1988). Los actinomicetos organismos típicamente aeróbicos, por lo que no suelen encontrarse en suelos encharcados, son más frecuentes en los suelos calientes que en los fríos y resultan muy poco tolerantes a la acidez (Wild, 1992). Los hongos, según Wild (1992), pueden representar el 70% de la población microbiana y constituyen el segundo de los dos grandes grupos de microorganismos del suelo, la población fungosa predomina en suelos ricos en restos vegetales, donde la competencia por alimentos y energía no es demasiado aguda, pero declinan rápidamente cuando desaparecen los materiales fácilmente degradables; en cambio, las bacterias persisten más tiempo y consumen a los hongos (Thompson y Troeh, 1988), de los diferentes grupos que constituyen la fauna del suelo, los nematodos son los más abundantes.

2.2.1.10 Algunos factores que afectan a los microorganismos en el suelo

A. Humedad

La humedad del suelo influye en la actividad de la población microbiana de diferentes maneras, ya que a medida que se va secando el agua, las películas se hacen más finas y afectan la disponibilidad del agua y las relaciones osmóticas de las células. Las bacterias (aunque muchas midan menos de 1 μm de diámetro) parecen tener fácil motilidad en películas sensiblemente más gruesas a 1 μm , independientemente de que puedan desarrollarse con una humedad más baja. En cambio, los hongos filamentosos y en menor proporción los actinomicetos, difieren de las bacterias en que sus hifas no necesitan crecer en una película continua de agua, sino que pueden atravesar espacios abiertos al aire y pueden realizar sus funciones en condiciones más secas que las bacterias (Wild, 1992).

B. Temperatura

Otro factor importante es la temperatura, ya que la actividad metabólica de los organismos se inicia cuando se supera un determinado umbral térmico, aumenta a medida que

las temperaturas se elevan hasta un cierto valor máximo y finalmente se reduce rápidamente cuando las temperaturas superan este valor (Wild, 1992).

C. pH

El pH puede tener importancia en la retención de las bacterias en el suelo, según lo observado experimentalmente por Bitton *et al.* (1974). La mayor parte de bacterias y actinomicetos se desarrollan mejor a pH neutro y ligeramente alcalino; en cambio, los hongos se desarrollan a un pH más amplio (Fassbender, 1982).

2.2.1.11 Aplicación de vapor y productos químicos al suelo

La aplicación de vapor o productos químicos al suelo producen inicialmente un descenso del número de los organismos que componen su población, seguido de un rápido aumento del número de bacterias una vez que ha pasado la acción de la esterilización. Los protozoos se recuperan más lentamente y cuando el tratamiento se hace con vapor, el restablecimiento de los hongos suele ser muy lento; pero este tratamiento puede producir efectos fitotóxicos, aunque no suelen ser tan severos como los que pueden originarse con calor seco, que nunca debe recomendarse (Wild, 1992). Según Barberá (1989), los desinfectantes del suelo actúan sobre una gran generalidad de seres vivos y los nemátodos, hongos e insectos predadores (que viven y se alimentan de otros parásitos o son saprofitos), quedan igualmente afectados por su acción.

2.2.1.12 Experiencias del uso de materia orgánica en el suelo

El nivel de consumo de las sociedades actuales ha incrementado la producción de desechos orgánicos que de no procesarse adecuadamente aumenta el riesgo de contaminación al hombre y el medio ambiente. Según Navarro Pedreño *et al.* (1995), América Latina produce anualmente 3,3 billones de residuos que podrían crear problemas de contaminación, especialmente de los ríos. Por ello la importancia de revisar las experiencias que permitan el uso de dichos residuos en la agricultura.

Abad (1993) señala que los ácidos húmicos y fúlvicos tienen un efecto positivo sobre muchas funciones de la planta, a nivel de células y órganos; por su parte, Kononova (1970) señala el efecto estimulante de los ácidos húmicos y los fulvoácidos en la formación de raíces al acelerar la diferenciación del punto de crecimiento. Warman (1998) encontró que los suelos fertilizados convencionalmente son generalmente altos en P y K, mientras que los suelos fertilizados con compost tienen un mayor contenido de C, Ca, Mg, Mn, Cu y Zn.

2.2.1.13 Técnicas utilizadas para el control fúngico y de bacterias en el suelo, de manera orgánica

A. Biofumigación

Es un método de desinfección biológico para el suelo y control de patógenos (nematodos, hongos, bacterias, consiste en la incorporación directa al suelo de materia orgánica (estiércoles) y rastrojo de brásicas a esto se le aporta agua para darle condiciones anaeróbicas y empieza el proceso de generación de gases (Segura, 2011).

La biofumigación mejora las características generales del suelo, haciendo una mayor disponibilidad de nutrientes, sin tener que hacer rotación de cultivos, evitando la fatiga del suelo (Segura, 2011). Tiene el mismo efecto que otros desinfectantes del suelo de origen sintético, como el bromuro de metilo sin dañar a la capa de ozono, (Segura, 2011), esta técnica puede considerarse como una alternativa de desinfección del suelo amigable con el ambiente.

La biofumigación utiliza los gases y otros productos resultantes de la biodegradación de las enmiendas orgánicas y residuos agroindustriales como fumigantes para el control de los organismos patógenos de vegetales, se contribuye con ello, además, a resolver los problemas ambientales graves que estos productos pueden producir. Su eficacia se incrementa cuando se incorpora dentro de un sistema de manejo integrado de cultivos (Bello 1998) y se diferencia del uso de las enmiendas orgánicas en las características de los materiales biofumigantes y en el método de aplicación (Bello *et al.* 1999b).

(Calderón, 2000) señalan que la biofumigación se encuentra entre las mejores alternativas al BM en cultivos de tomate y brásica en Guatemala. (Hewlett y Dickson 2000) señalan que los nematodos formadores de nódulos (*M.arenaria* y *M.javanica*) pueden ser controlados con la aplicación de taninos. (Bello *et al.* 2000c definen la biofumigación, indicando que su eficacia es similar a la de los pesticidas convencionales, y aunque la técnica es diferente a la solarización, se pueden complementar incrementando su eficacia.

a) Motivaciones para el uso de biofumigación

- Los gases iso- tocianatos generados por las brásicas, son altamente volátiles por lo que tienen una acción selectiva para erradicar patógenos como *Sclerotinia* o *Pythium*; (Segura, 2011) su concentración es treinta veces menor que los gases metil- isotocianato presente en el bromuro de metilo y metam-sodium por lo que no afecta a hongos beneficios como *Trichoderma* (Pertot, Alaboubette, Hinarejos, & Franca, 2015).

- Es una alternativa recomendada para restaurar suelos que han sufrido de sobreexplotación y fatiga (aplicación de técnicas de cultivo inadecuadas en la gestión de la fertilidad y de la vida en el suelo) (Segura, 2011).
- No es necesario temperaturas ambientales mayor a 30 °C, por lo que no tiene restricción por la época, es decir se puede realizar en cualquier época del año, en áreas de bajas temperaturas y en cultivos extensivos. Hay que tomar en cuenta que a mayor temperatura en el suelo, más rápido será el proceso de degradación de la materia orgánica (Segura, 2011).
- No tiene restricción de uso, por lo que se puede implementar en agricultura ecológica y convencional, mientras se mantenga el principio de aportar como máximo 170 kg de N/ha.
- No tiene efectos nocivos al ambiente, ni efectos de intoxicación a las personas, siguiendo los criterios agronómicos recomendados en las aplicaciones de materia orgánica (Segura, 2011).
- Tiene un efecto degradante para los residuos que generan un impacto al suelo (estiércoles, residuos urbanos, subproductos sintéticos agroindustriales, etc.) (Segura, 2011), y mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Incrementa la utilidad de la producción agrícola, ya que se elimina el uso de productos sintéticos comerciales para la desinfección y control de enfermedades del suelo, ya que se usan productos locales y disponibles al productor (Segura, 2011).

b) Origen de la técnica de biofumigación

El origen de la biofumigación se da al uso de brásicas como sustituto al metam- sodio para desinfectar el suelo para producir papa técnica se remonta a la utilización de brásicas como sustituto del metam-sodio, para la producción de papa en Australia (Segura, 2011).

Al utilizar el metam- sodio surge la duda si este cumplía con la sostenibilidad a largo plazo como método de desinfección. A partir de esta incógnita se define que el principio activo del metam- sodium son los gases metil- isotocianato (ITC), un compuesto volátil que se produce sintéticamente en la industria química, pero existen otras formas de isotiocianatos que están presentes en las brásicas, entre ellas las coles, las coliflores, las mostazas y los nabos (Segura, 2011).

En 1997, la biofumigación se reconoce como alternativa orgánica del Bromuro de Metilo para el Methyl Bromide Technical Comite (Comité Técnico para el Bromuro de Metilo) (Bellos, 2005), y se incluye en todas las materias orgánicas y residuos agroindustriales el concepto de biofumigante que se aplicaba sólo a los procesos de descomposición de las brásicas y a su efecto fungicida e insecticida (Segura, 2011).

No hay que olvidar de que la Biofumigación ya existía históricamente, surge en la huerta de Valencia, donde anualmente se incorporaba el estiércol que no se había gastado a la vez que se inundaba el campo, y en delta del Llobregat, donde cada año se inundaba el campo con el fin de hacer frente a posibles enfermedades del suelo y a las habituales acumulaciones de sales en superficie (Segura, 2011).

B. Biofumigación y materia orgánica

La acción de los microorganismos sobre la materia orgánica durante su descomposición produce gran cantidad de productos químicos que pueden actuar en el control de los patógenos del suelo. El amonio, nitratos, sulfídrico y un gran número de sustancias volátiles y ácidos orgánicos pueden producir una acción nematicida directa o afectar a la eclosión de los huevos o la movilidad de los juveniles de nematodos s (Mian *et al.* 1982; Mian y Rodríguez-Kábana 1982).

La adición de materia orgánica al suelo para mejorar la fertilidad y controlar las plagas y enfermedades es una práctica casi tan antigua como la agricultura. Se han ensayado una amplia variedad de materiales como enmiendas al suelo para controlar nematodos, hongos fitoparásitos y flora arvense. Estos materiales incluyen estiércol de ganado, residuos de industrias papeleras y forestales, de industrias pesqueras y de marisqueras, numerosos subproductos de agricultura, alimentación y otras industrias, así como residuos de plantas con compuestos alelopáticos (Hoitink 1988; Stirling 1991; Bello 1997; Bello *et al.* 1999a,b, 2000b). Se han ensayado como enmiendas al suelo, para el control de nematodos y otros patógenos de plantas, materiales con alto contenido en nitrógeno que generan amoniaco que actúa como un nematicida en el suelo (Canullo, Rodríguez-Kábana y Kloepper 1992a,b).

C. Biofumigación con brásicas

El uso de brásicas como fuente de materia orgánica para la Biofumigación es una opción ante el uso de excretas de animales que resulta más económico y no presenta dificultades para el manejo de la técnica. (Segura, 2011).

Las brásicas contienen unos compuestos llamados glucosinolatos que al ser hidrolizados la enzima mirosinasa activa los gases isotocianatos (Segura, 2011). Los glucosinolatos son inactivos contra microorganismos, pero su producto resultante son biocidas muy eficaces contra nemátodos, bacterias, hongos, insectos y la germinación de semillas (Segura, 2011).

Para que la efectividad de la biofumigación influyen varios factores, principalmente de las brásicas a usar en la incorporación (Segura, 2011), la actividad enzimática de la mirosinasa es la que se encarga de la hidrólisis de los glucosinolatos, de las pérdidas por volatilización, de la absorción de la arcilla, la pérdida por percolación y la degradación microbiana (Segura, 2011). Entre las especies con mayor producción de gases isotocianatos se encuentra el nabo forrajero, que da una gran biomasa radical y foliar haciendo efecto en el control de *Armillaria* y *Rosellini*. Dentro de la familia de las brassicaceas, no se recomienda variedades propias de la zona climática del cultivo. Una alternativa al uso de brásicas puede ser el uso de sorgo y yuca por su alto contenido de ácido cianhídrico (Segura, 2011).

La cantidad de biomasa a alcanzar con el cultivo de brásicas depende directamente del estado del suelo (presión de patógenos, antecedentes en la gestión integral del agro sistema). (Segura, 2011). Para alcanzar una determinada biomasa depende de la especie y variedad escogidas (Segura, 2011).

Es recomendable alternar el uso de rastrojo para incorporar para realizar la biofumigación con brásicas, y así conseguir diversificar los métodos de control de patógenos del suelo (Bellos, 2005).

D. Biofumigación y control de nematodos

En el Congreso de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos (ONTA), que tuvo lugar en San Juan de Puerto Rico en junio de 1999, aparecen por primera vez algunas comunicaciones, que pueden considerarse con enfoque científico, que entran dentro de los conceptos que hemos planteado sobre biofumigación. Así Rodríguez-Kábana (1999) presenta un biofumigante, que está en fase de patentar, que controla *M. incógnita* y flora arvense; Bello, Escuer y Tello (1999) aplican con eficacia la biofumigación en el control de *M. incógnita* y *Rotylenchulus reniformis* en Guatemala; Arias *et al.* (1999), al estudiar las alternativas al BM en una rotación pepino-aceituna en invernaderos de la Comunidad de Madrid,

afectada fundamentalmente por *M. incógnita*, utilizan compost de champiñón (5 kg m⁻²), observando una disminución de las poblaciones del nematodo y un incremento de la producción en las parcelas con tratamiento de compost; Bello *et al.* (1999a) señalan la eficacia del empleo de la biofumigación en el control de nematodos en Guatemala y Uruguay.

E. Biofumigación y control de hongos

El efecto de las brásicas en el control de los organismos patógenos ha sido revisado por (Brown y Morra 1997; Rose, Heaney y Fenwick 1997). El término biofumigación ha sido empleado muy recientemente para la supresión de los organismos patógenos de los vegetales con rotación o abonos verdes de brásicas (Kirkegaard *et al.* 1993; Angus *et al.* 1994) y su interés va en aumento en horticultura ante la retirada de varios pesticidas de síntesis y fumigantes del suelo como el bromuro de metilo. El abono verde de brásica se ha considerado supresor de organismos productores de plagas y enfermedades cuando se incorpora al suelo (Chan y Close 1987; Mojtahedi *et al.* 1991).

Las brásicas contienen compuestos conocidos como glucosinolatos (Kjaer 1976) que cuando se hidrolizan por la acción del enzima mirosinasa dan lugar a isotiocianatos. Los resultados del hidrólisis dependen de las condiciones ambientales (Rosa, Heaney y Fenwick 1997), los glucosinolatos son inactivos contra microorganismos, pero los productos de hidrólisis son biocidas muy eficaces contra nematodos, bacterias, hongos, insectos y la germinación de semillas (Brown y Morra 1997; Rosa, Heaney y Fenwick 1997; Smolinska *et al.* 1997).

F. Biofumigación y control de insectos

Matthiessen y Kirkegaard (1993) emplean el término biofumigación al tratar de sustituir el uso del metam sodio, Por otro lado, indican que el metam sodio es muy caro y debe ser aplicado cuidadosa y correctamente. Estos autores señalan que su componente activo es el metil isotiocianato (ITC's), un compuesto volátil que se produce sintéticamente por la industria química, sin embargo, existen otras fuentes naturales, no solo del metil isotiocianato, sino de otras formas de isotiocianatos (ITC's). Estas fuentes de ITC's se encuentran principalmente en diferentes especies y variedades de brásicas, entre ellas las col, coliflor, mostaza y nabo.

En otros casos, las brásicas pueden actuar como repelentes. El concepto de biofumigación ha estado más relacionado con los organismos patógenos de origen edáfico, siendo nueva esta idea de que puede controlar insectos. (Elberson *et al.* 1996; Borek *et al.* 1997; Noble y Sams 1999) encuentran que la biofumigación con concentraciones altas de

Brassica juncea puede controlar larvas de diferentes especies de insectos, incorporando una biomasa de 4 % y 8 % de suelo.

G. Biofumigación en control de bacterias y virus

a) Bacterias

La aplicación de materia orgánica produce un incremento de nematodos saprófagos, que reducen la incidencia de las bacterias patógenas de los vegetales

b) Virus

La biofumigación puede actuar indirectamente, sobre virus al eliminar hongos, nematodo e insectos vectores (Jacobs *et al.* 1994).

2.2.1.14 Manejo técnico de la biofumigación

A. Picado y entierro: Al utilizar brásicas o cualquier otro rastrojo se recomienda realizar el picado. Este proceso es fundamental ya que mientras más fino se haga más rápido se dará la generación de gases iso-tocianatos (ITCs) y la degradación de la materia orgánica proveniente del cultivo (Segura, 2011). Lo recomendado es el uso de rotovator, ya que permite realizar el picado y a la vez homogenizar el suelo con el rastrojo. Con el fin de conseguir un picado más fino, resulta recomendable hacer tres pasadas previo al proceso de colocación de mulch (Segura, 2011).

Se recomienda que las brásicas estén en su plena floración al momento de realizar el picado, ya que el contenido de glucosinolatos (precursores de los ITCs) en las plantas es máximo, sin que se presenten diferencias significativas de contenido entre la raíz y la parte aérea (Segura, 2011), la profundidad recomendada es de 25 cm a 30 cm (Tello, 2010), mientras que de otros proponen la máxima profundidad alcanzable por la maquinaria (Segura, 2011).

B. Sellado: Al sellar el rastrojo ya incorporado permite mantener en el suelo las sustancias volátiles producidas durante el proceso de descomposición, ya que sin el sellado del suelo estas sustancias se pierden por volatilización (Segura, 2011). Al colocar el mulch permite la reducción del contenido de oxígeno haciendo un proceso hermético en el suelo (Segura, 2011).

Lo recomendado es dejar el suelo sellado por dos semanas previas a la siembra o trasplante, aunque se puede considerar necesario alargarla unos días si la presión de

patógenos en el suelo es muy alta, o si la temperatura del suelo es demasiada baja y reduce el tiempo de degradación de la materia orgánica (Segura, 2011).

Existen dos tipos de métodos para mantener el suelo sellado: por inundación que se le agrega agua hasta su capacidad de campo o cubriendo el suelo, con plástico para que haya un proceso de solarización (Segura, 2011). Se recomienda que si se opta por el método de tapar con plástico, este debe ser en el periodo de verano, con plástico transparente, y dejarlo en un periodo de 45 días o más, a este proceso se le llama biosolarización (mezcla de biofumigación y solarización) (Segura, 2011).

Para el sellado mediante agua se puede utilizar cualquier tipo de riego, en base a las características del suelo: inundación, principalmente para suelos francos, arcillosos y limosos, donde también se puede utilizar el fertirriego, doblando el número de goteros por metro cuadrado; y por aspersión, recomendado en suelos arenosos y de poca profundos (menor a 30 cm.), donde la utilización de plástico puede resultar innecesario, se recomienda mantener el nivel de humedad cuando se usa este método (Segura, 2011).

Con el fin de facilitar el sellado y asegurar la efectividad de la biofumigación, se recomienda hacer una pasada de rodillo o del rotovator previa al riego. Una vez pasadas las dos semanas correspondientes a las dos primeras etapas del proceso de biofumigación, el suelo ya estará en condiciones de ser cultivado de nuevo, previa pasada de cultivador (Segura, 2011).

2.2.1.15 Efectos sobre los cultivos, el suelo y la disponibilidad de nutrientes de la biofumigación

Se ha reportado que en variedades de tomate donde se realizó la biofumigación previa al trasplante presenta un incremento en la altura de la planta y de una mayor biomasa en el fruto. En producción de zanahoria en Andalucía, se dio un incremento en la producción al incorporar nabo forrajero con la mezcla de excretas de oveja, superando los resultados que biodesinfectantes sintéticos. (Segura, 2011). El vigor de las plantas del cultivo posterior y su producción comercial son iguales a los resultados obtenidos en suelos con cultivos tratados con fumigantes sintéticos (Tello, 2010).

El objetivo principal de la Biofumigación es el control de patógenos del suelo, los efectos que induce en el suelo y en la disponibilidad de nutrientes por el cultivo posterior se debe de

tomar en cuenta para realizar un plan de manejo y fertilización; hay que tomar en cuenta dentro de los programas de fertilización el efecto de la biofumigación y las características del suelo (Segura, 2011).

2.2.1.16 Compost

Uno de los abonos orgánicos que ha sido más estudiado en los últimos años es el compost. Se ha comprobado que mejora una gran cantidad de características del suelo como la fertilidad, la capacidad de almacenamiento de agua, la mineralización del nitrógeno, el fósforo y potasio, mantiene valores de pH óptimos para la agricultura, evita cambios extremos en la temperatura, fomenta la actividad microbiana y controla la erosión. Los efectos mencionados permiten mejorar los suelos agrícolas, incluyendo los suelos de zonas áridas y semiáridas, que en general presentan pobreza de fertilidad, materia orgánica, nutrimentos, capacidad de retención de agua y pH alto. (FAO, 1991; Trueba, 1996; Ruíz, 1996). Desde el punto de vista económico es atractivo su uso, ya que el costo a granel de compost representa aproximadamente el 10 % menos que el uso de fertilizantes químicos (Trápaga y Torres, 1994).

En cuanto al uso de abonos orgánicos a nivel mundial, cerca de 15,8 millones de hectáreas son manejadas de manera orgánica y es factible pensar que todas realizan aplicaciones de abonos orgánicos como el compost. Latinoamérica ocupa el tercer lugar a nivel mundial en superficie de producción orgánica después de Oceanía y Europa (Willer y Yussefi, 2001).

Una de las bondades del compost es su aplicación a todo tipo de suelo con potencial agrícola, debido a que proporciona al mismo los nutrimentos y propiedades físico-químicas que son alteradas por las labores culturales propias de la agricultura. Los efectos de la composta se han estudiado principalmente en hortalizas, como tomate, brócoli y chile. Los resultados muestran un incremento en el rendimiento y calidad de los productos cosechados (Valdtighi *et al.*, 1996; Vogtmann y Fricke, 1989), una mayor disponibilidad de nutrimentos como nitrógeno, fósforo y potasio y una mejora general en las características físicas del suelo (Bernal *et al.* 1998; Minna y Jorgensen, 1996).

2.2.1.17 Compost con pulpa de café

El uso de la pulpa de café como abono orgánico se realiza con la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la vida micro- y mesobiológica del suelo. Al existir una mayor actividad microbiológica en el suelo

debido a la mejora de la estructura del suelo por parte de la pulpa de café, se puede llegar a reducir problemas causados por nematodos y varias enfermedades del suelo.

2.2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.2.1 Localización y extensión

La estación experimental de Rijk Zwaan se encuentra ubicada en el Km 59 de la ruta nacional 14 municipio de San Andrés Itzapa carretera a Parramos, departamento de Chimaltenango. Cuenta con una extensión de 2 ha (ver figura 19).



Fuente: Google earth, 2015.

Figura 19. Estación experimental Rijk Zwaan San Andrés Itzapa, Chimaltenango

2.2.2.2 Ecología, climatología e hidrología

Chimaltenango se ubica en la zona de vida, de acuerdo al sistema de clasificación de Holdridge, Bosque Húmedo Montano Bajo, que abarca la mayor parte del área en elevación media y baja con especies indicadoras como: *Pinus montezumae lambert* y *Quercus sp*, también se encuentra el Bosque muy Húmedo cuyas especies indicadoras son: *Alnus arguta (Schlecht)*, *Chiranthodendron pentadactylon Larreategui*, *Urtica sp.* y *Oreopanax xalapensis* (Holdridge, 1958).

Su evapotranspiración potencial oscila entre 650 mm-750 mm por año en la época seca, con 4 a 6 meses de déficit de lluvia, lo que corresponde aproximadamente con 331 mm- 550 mm. La región está considerada dentro de la tercera categoría como áreas potenciales para riego a nivel nacional.

Se marcan las dos estaciones en el año siendo estas: lluviosa de junio a octubre y época seca de noviembre a mayo. La temperatura media es de 18.8 °C la máxima de 24.8 °C y la mínima de 12.6 °C. Su precipitación pluvial es de 1,587.7 mm (Ordoñez Gomez, 2008).

2.2.2.3 Fisiografía y drenaje

El municipio de Chimaltenango está comprendido dentro de la provincia fisiográfica denominada Tierras Altas Volcánicas. Predominan el basalto y las riocitas, desarrolladas sobre el basamento cristalino sedimentario que se encuentra hacia la parte norte. La formación volcánica de esta región fue seguida por fallas causadas por tensión local, la cual quebró y movió el material de la superficie (Ordoñez Gomez, 2008).

De acuerdo a Simmons, los suelos del área de Chimaltenango corresponden a la serie Guatemala, cuya material madre está formado por ceniza volcánica pomácea de color claro. Presenta un relieve casi plano y con buen drenaje, el suelo superficial es obscuro, de textura gruesa con un color café rojizo, consistencia friable plástica cuando húmeda y un espesor aproximado de 0.5 m a 1.0 m (Simmons, Tarano, & Pinto, 1959).

2.2.2.4 Información general de la empresa

A) Antecedentes Históricos

Rijk Zwaan es una compañía con más de 90 años de experiencia y conocimientos en el área de investigación de variedades hortícolas y producción de semilla. El señor Rijk Zwaan abrió una tienda de semillas hortícolas en Rotterdam en 1924, que constituyó la fundación de la compañía que aún lleva el nombre de su fundador hasta el día de hoy.

B) Investigación

Para llevar a cabo óptimamente actividades de investigación y desarrollo, Rijk Zwaan edificó su propio invernadero de selección en Bergschenhoek en 1932. A partir de entonces Rijk Zwaan se transformó en una compañía líder en horticultura. No sólo en Los Países Bajos, sino más adelante también en el extranjero. La primera filial se fundó en Alemania en 1964. Desde esta primera sede en suelo extranjero, las actividades de la compañía se extendieron a muchos otros países con el paso de los años. La sede central se trasladó a su actual ubicación, De Lier, en 1970, en el centro de un área ideal para la horticultura en invernadero (Zwaan R., Historia, 2016).

C) Desarrollo

Rijk Zwaan ha sido especialista en lechuga durante más de medio siglo. Desde los comienzos como compañía en 1924, Rijk Zwaan ha desarrollado variedades que se adaptan perfectamente a las condiciones de cultivo en los productores. Este trabajo pionero formó la

base para los nuevos desarrollos posteriores en la industria de producción hortícola. Las variedades de Rijk Zwaan tuvieron una gran influencia en el desarrollo de los cultivos de lechuga en invernadero durante el invierno en Europa occidental (Zwaan R., Historia, 2016).

D) Expansión internacional

Desde 1980 en adelante, las actividades internacionales han aumentado considerablemente. Esto llevó al establecimiento de una filial en Francia en 1984. La ampliación internacional continuó con filiales establecidas también en el Reino Unido (1987), España (1988) y Bélgica (1989). En 1990, Rijk Zwaan creció progresivamente cada vez más a nivel internacional hasta las actuales 27 filiales distribuidas por todo el mundo (Zwaan R., Historia, 2016).

E) Rijk Zwaan en el mundo

Actualmente, Rijk Zwaan vende semillas hortícolas por todo el mundo. A escala global, Rijk Zwaan tiene más de 1,900 empleados, 800 de los cuales trabajan en Holanda. La gran motivación, conocimiento y experiencia de todos estos empleados constituye la base del éxito de Rijk Zwaan. Esto es lo que ha hecho que Rijk Zwaan se convierta en una compañía líder e internacional en el sector de producción hortícola comercial (Zwaan R., Historia, 2016).

F) Estructura

Rijk Zwaan es un negocio familiar totalmente independiente con participación de sus empleados. El accionariado de la empresa es independiente, es decir, no cotiza en ningún mercado de valores, y parte del mismo, lo poseen los empleados en forma de certificados de acciones (Zwaan R., Información General, 2016).

G) Logística y calidad

Todas las semillas producidas por Rijk Zwaan se envían al Centro Tecnológico de Semillas en De Lier. Una vez allí, se realizan varios tests y tratamientos para prepararlas para su comercialización. El objetivo final es suministrar al cliente un producto de calidad y confianza (Zwaan R., Logística y Calidad, 2016).

H) Mercadeo y ventas

En el sector hortícola se está produciendo un cambio a nivel mundial hacia la orientación al mercado. Las variedades hortícolas tienen que satisfacer los deseos de todos los

integrantes de la cadena. Mediante la intensiva colaboración y el intercambio de conocimientos, se crean nuevas oportunidades de negocio (Zwaan R., Mercadeo y Ventas, 2016).

I) Producción de semillas

El cultivo de semillas de confianza y alta calidad es un proceso complejo. Los parentales de una nueva variedad deben cruzarse en su estado puro, y esto requiere gran cuidado mientras crecen. La elección del lugar juega un gran papel en el cultivo de la semilla (Zwaan R., 2016).

J) Consideración con el medio ambiente

En Rijk Zwaan utilizamos máquinas CHP que son considerablemente mejores para el medio ambiente porque son más eficientes en cuanto al uso de energía. Mediante la adquisición de técnicas cada vez más avanzadas en nuestros laboratorios, podemos llevar a cabo los análisis reduciendo el uso de productos químicos. También estamos trabajando para reducir el consumo eléctrico mediante el uso de iluminación eficiente en edificios grandes (Zwaan R., Medio ambiente, 2016).

K) Breeding

Para Rijk Zwaan, la investigación es una constante búsqueda de la perfección. Continuamente busca mejores variedades que reúnan las características deseadas (Zwaan R., Breeding, 2016).

L) El mercado como punto de partida

Los deseos y demandas de los agricultores en todo el mundo, el comercio de hortalizas, la industria de procesado y los consumidores son el punto de partida para las actividades de investigación de Rijk Zwaan. Algunos ejemplos son una alta productividad y larga vida tras la cosecha, así como el vigor germinativo de la semilla y la resistencia a enfermedades (Zwaan R., Breeding, 2016).

M) Largo proceso

Rijk Zwaan requiere de un proceso largo para el desarrollo de una nueva variedad. Una vez que tienen claras las características que debe tener la nueva variedad, el breeder comienza buscando las líneas parentales adecuadas. (Zwaan R., Breeding, 2016).

N) Variedades a medida

Las actividades de investigación de Rijk Zwaan se llevan a cabo en varias localidades del mundo para poder aprovechar las diferentes zonas climáticas. De esta forma podemos desarrollar variedades que encajan perfectamente con las condiciones locales. A la hora de hacer la selección, también tenemos en cuenta el propósito para el cual se cultiva cada variedad. Por poner un ejemplo, realizamos pruebas para ver cómo se comportan las variedades al ser procesadas para el mercado conveniente o congeladas para la industria (Zwaan R., Breeding, 2016).

2.2.2.5 Otros estudios

A través del campo de la investigación se han realizado otros estudios relacionados a la desinfección de suelos por medio del uso de agricultura orgánica haciendo énfasis en el tema de biofumigación siendo algunos:

“Evaluación de la producción de la variedad loman de papa (*Solanum tuberosum* L.) utilizando la técnica de biofumigación en ICTA – Alameda, Chimaltenango”, realizado por el Ing. Agr. Anibal Aguirre en el año 2008. A causa de que los agricultores abusan de los productos químicos para la supresión de plagas y enfermedades que afectan a sus cultivos, provocando la degradación del suelo y la disminución de las producciones se llevó a cabo la elaboración del experimento el cual consistió de tres tratamientos con materiales biofumigantes los cuales fueron: 1) aplicar 1.25 kg/m² de gallinaza más 2.50 kg/m² de residuos de brócoli. 2) aplicar 2.50 kg/m² de mostaza silvestre; 3) aplicar 2.50 kg/m² de residuos de brócoli; además de un testigo sin biofumigar. Gracias a dicha investigación se logró determinar la cantidad de papa producida con la técnica de la biofumigación en el tratamiento con gallinaza más residuos de brócoli la cual superó a la producida con el testigo sin biofumigación en un 58 %; Además con la técnica de la biofumigación se incrementó la cantidad de fósforo (P) en 15 %, cobre (Cu) en 3.8 %, hierro (Fe) en 321.4 %, zinc (Zn) en 100 %, manganeso (Mn) en 13.14 %, calcio (Ca) en 48.4 %, potasio (K) en 100 % y magnesio (Mg) en 259.3 % comparadas a las cantidades registradas antes de la biofumigación.

“Efecto biofumigante de diversas fuentes de materia orgánica en el cultivo de brócoli (*brassica oleracea* var. *Itálica*), La Alameda, Chimaltenango, Guatemala”, realizado por el Ing. Agr. Estuardo Chea en el año 2002. La investigación surge por la necesidad de determinar el efecto biofumigante de diferentes fuentes de materia orgánica, sobre el control de malezas y nemátodos, la fertilidad del suelo, el rendimiento y su factibilidad económica además de la

combinación con el uso de película plástica. Los tratamientos evaluados fueron: el testigo tradicional (con aplicaciones de agroquímicos), aplicaciones de brassica spp, (residuos de brócoli), estiércol de ganado vacuno, gallinaza fresca y el testigo absoluto. Gracias a dicho estudio se sabe que los más altos rendimientos obtenidos por el efecto de la biofumigación y la película plástica fueron: la gallinaza pura sin plástico (20 T/ha), el testigo tradicional + plástico y fertilización química (19.9 T/ha), la gallinaza pura + plástico (19.5 T/ha), el testigo tradicional sin plástico y fertilización química (16.7 T/ha), la Brassica spp + plástico (16 T/ha) y los residuos de brócoli + plástico (14.1 T/ha).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar y evaluar el efecto de (3) tratamientos orgánicos como una alternativa acelerada de transición de agricultura convencional hacia una agricultura con enfoque orgánico en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), en la estación experimental de RIJK ZWAAN en San Andrés Itzapa, Chimaltenango.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el efecto sobre el control de patógenos del suelo de tres (3) tratamientos orgánicos del suelo durante el ciclo completo del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).
2. Determinar por medio de un modelo estadístico el tratamiento con mejor efecto sobre el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*).
3. Cuantificar el porcentaje de pérdida resultante en un ciclo de producción de lechuga (*Lactuca sativa*) causado por agentes fitopatógenos.

2.4 HIPÓTESIS

1. Todos los tratamientos de manejo orgánico tienen el mismo efecto en el control de patógenos del suelo en el cultivo de lechuga (*Lactuca Sativa*).
2. Al menos un tratamiento tendrá un efecto de control de patógenos del suelo y mejora en el rendimiento del cultivo.
3. El tratamiento con biofumigación tendrá la menor incidencia y severidad de patógenos del suelo en el cultivo de lechuga.

2.5 METODOLOGÍA

Se evaluaron tres (3) tratamientos con cuatro (4) repeticiones, en parcelas de tres (3) tablones por repetición con medidas de 0.9 m de ancho por 7 m de largo, teniendo como T1 la biofumigación; T2 compost y T3 el testigo absoluto. La concentración de los tratamientos y el momento de aplicación se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Concentración de los tratamientos y momento de aplicación (elaboración propia)

Tratamiento/Producto	Concentración	Momento de Aplicación
T1= BIOFUMIGACION+GALLINAZA	10 lb de hoja de crucífera + 5 lb/m ² de gallinaza	15 días antes de siembra
T2=COMPOST	Una lb de compost por planta.	15 días antes de siembra
T3=TESTIGO ABSOLUTO	-----	-----

2.5.1 Manejo del experimento

2.5.1.1 Identificación de agente causal

Se procedió a realizar muestreos del suelo para así mandarlos a un estudio de laboratorio e identificar que patógenos existan en este.

2.5.1.2 Metodología de muestreo de suelo

Paso1: Se tomaron 5 muestras de suelo a cada unidad experimental ya que esta se realizó en forma de "X".

Paso2: Seguidamente se homogenizaron las 5 muestras y se depositaron en una bolsa transparente con su debida identificación.

Paso3: Se tomaron las 12 muestras de suelo del área experimental y se llevaron al laboratorio para identificar qué tipo de agentes existen en nuestra área de investigación.

A. Preparación del área de siembra: El lugar donde se realizó la investigación fue a campo abierto la cual tiene un área de 336 m². las labores de preparación del suelo se realizaron con la ayuda de un tractor y el personal de la finca experimental para la

eliminación de malezas que existían en esta área, utilizando un rotovator como accesorio (ver figuras 20 y 21).



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 20. Fotografía del área experimental sin preparación



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 21. Fotografía del inicio preparación área experimental

B. Elaboración de tablonces para experimento: Se procedió a realizar 36 tablonces en total para el área experimental, doce tablonces por cada tratamiento de 0.9 m de ancho por 7 m de largo (ver figura 22).



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 22. Fotografía de tablonces elaborados

C. Picado de hoja de brócoli para elaboración de la biofumigación: Se utilizó un área libre de labores agrícolas dentro de la Estación Experimental para elaborar el picado de todo el material vegetal de crucífera que iba a ser utilizado para el tratamiento de biofumigación (ver figura 23).



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 23. Fotografía del picado de hojas de crucífera

D. Aplicación de tratamientos

- a) **Tratamiento 1 biofumigación:** Se procedió a regar el material vegetal de las crucíferas (10 lb/m² en sus respectivos tablones junto con la gallinaza (5 lb/m²), luego de esto se humedeció el suelo para su próximo tapado con mulch (ver figuras 24, 25 y 26).



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 24. Fotografía de la aplicación material vegetal de crucífera en tablones



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 25. Fotografía de la aplicación de gallinaza encima de material de crucífera



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 26. Fotografía del acolchado de tratamiento de biofumigación

- b) Tratamiento 2 compost:** Al tener los tabloncillos preparados se realizó el agujereado para la siembra y cada agujero se introdujo el compost con una dosis de (1 lb. Por postura), seguidamente se rellena con suelo el agujero (ver figuras 27 y 28).



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 27. Fotografía de la aplicación de compost en cada postura



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 28. Fotografía del agujero relleno de compost

- c) Tratamiento 3 testigo:** En este tratamiento solo se realizó el agujereado y luego la siembra de la lechuga (ver figura 29).



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 29. Fotografía del agujereado antes de siembra

- E. Trasplante de pilones:** A los 15 días después del tapado con el mulch para el tratamiento 1 (biofumigación) se procedió al quitado de este para prepararlo para la siembra. La variedad de lechuga que se utilizó en el presente trabajo fue tipo Iceberg llamada Cartagena RZ. La siembra se realizó a doble hilera, dejando un distanciamiento entre planta de 0.30 m (ver figuras 30, 31 y 32).



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 30. Fotografía del pilón de lechuga Cartagena RZ



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 31. Fotografía del trasplante de pilón lechugas



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 32. Fotografía del eliminado de mulch y trasplante completo de área experimental

- F. Control de malezas:** Estas se realizaron de forma manual, con el fin de mantener las calles y los espacios entre cada planta libre de malezas.
- G. Riego:** El riego se aplicó por medio de aspersión de acuerdo a la necesidad de agua que tenía el cultivo, para ello se observaba de manera frecuente la humedad con la que contaba el suelo.
- H. Fertilización:** Para cumplir los requerimientos nutricionales de la lechuga se realizaron aplicaciones semanales, para esto se utilizaron productos orgánicos aplicados al pie de la planta y de manera foliar como lo fue el humus de lombriz, el cual es una materia orgánica rica en nutrientes y microorganismos benéficos (ver figura 33).



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 33. Fotografía de aplicación humus de lombriz

- I. **Sanidad vegetal:** Para mantener la plantación en un buen estado fitosanitario se realizaron aplicaciones foliares de azufre y cal de manera preventiva, esto con una frecuencia de una vez cada 15 días.
- I. **Cosecha:** Dos meses después del trasplante el cultivo de lechuga muestra su estado óptimo para la cosecha, para esto se procedió a hacer el levantado de las lechugas y la toma de datos necesarios para el informe (ver figura 34 y 35).



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 34. Fotografía del área experimental antes de cosecha

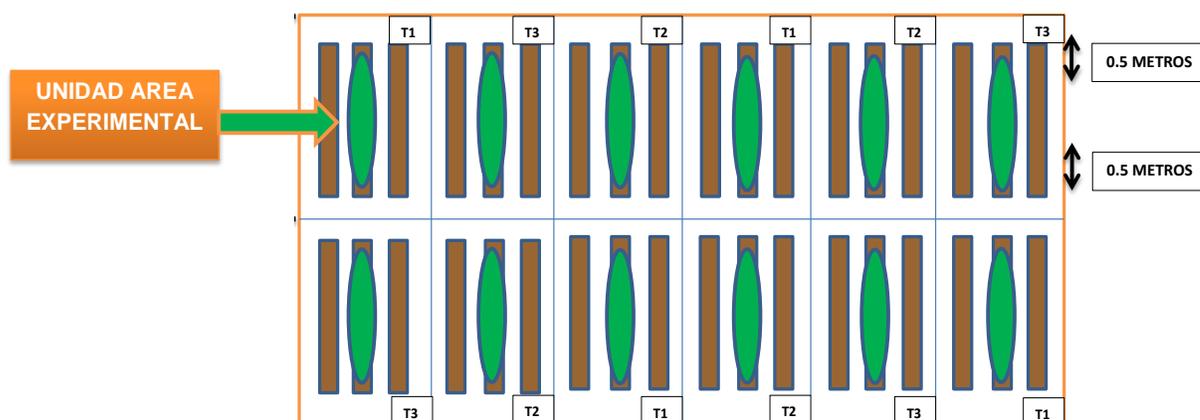


Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 35. Fotografía de cosecha y toma de datos de campo del experimento

2.5.2 Unidad Experimental

Para las unidades experimentales se dispuso de tres (3) tratamientos y cuatro (4) repeticiones contando con doce (12) unidades experimentales con tres (3) tablonces cada una, en cada tablón se hizo una siembra de dos (2) hileras de lechuga con un distanciamiento entre planta de 0.30 m, la cual contaba con 42 plantas por tablón, de las cuales se tomaron 35 plantas del surco central, esto para determinar el efecto de los productos en cuanto a tamaño y peso del cultivo Para disminuir el efecto de borde se eliminaron los surcos de los extremos de cada unidad experimental y un metro de largo a cada surco, eliminando 0.5 m de cada lado de este. La ubicación de la unidad experimental se muestra en la figura 36.



Fuente: elaboración propia, 2016

Figura 36. Unidad experimental

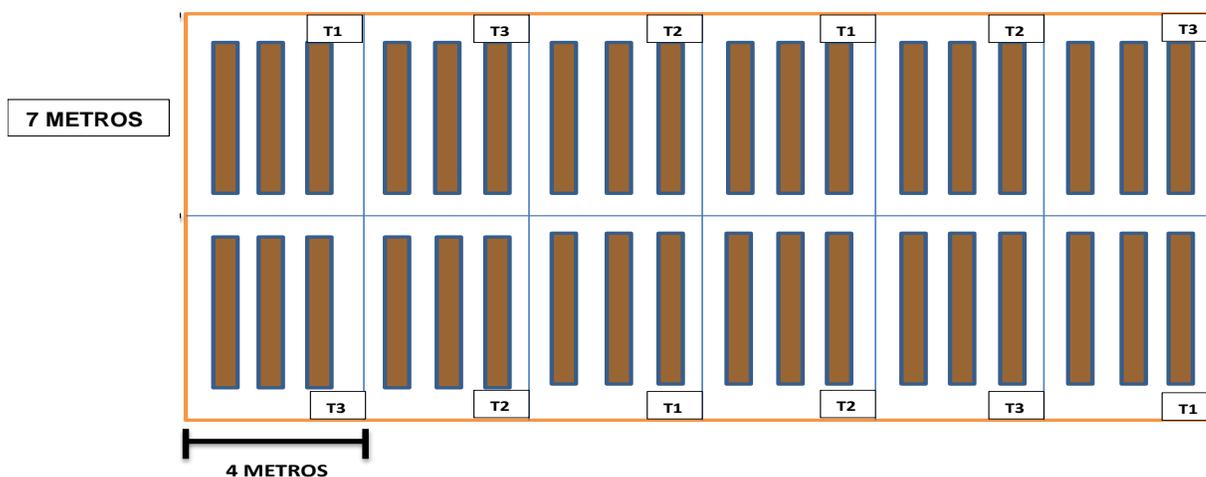
2.5.3 Aleatorización

La distribución espacial de las unidades experimentales con sus respectivos tratamientos fue completamente al azar debido a que la evaluación se llevó a cabo en condiciones homogéneas.

2.5.4 Diseño Experimental

El diseño experimental más apropiado para la investigación es un diseño completamente al azar (DCA), ya que el terreno en que se realizó el experimento no presenta ninguna variación significativa durante el experimento, contando con tres (3) tratamientos y cuatro (4) repeticiones

lo cual hizo doce (12) unidades experimentales con tres (3) tablonces cada una, en cada tablón se hizo una siembra de dos (2) hileras de lechuga haciendo un total de 42 plantas por tablón con un distanciamiento entre planta de 0.30 m de las cuales se tomaron 35 plantas del tablón central, esto para determinar el efecto de los productos en cuanto a tamaño y peso del cultivo (ver figura 37).



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 37. Distribución de tratamientos (elaboración propia)

2.5.5 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento i (métodos de desinfección).

ε_{ij} = Error aleatorio, donde $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

2.5.6 Variables de respuesta

2.5.6.1 Efecto de los tratamientos para el control de patógenos del suelo

El efecto de los tratamientos para el control de patógenos en el suelo fue efectuado por medio de estudios fitopatológicos del suelo, los cuales fueron enviados al laboratorio de la facultad de agronomía.

2.5.6.2 Rendimiento (expresado en unidades por metro cuadrado)

El rendimiento expresado en unidades por metro cuadrado se obtuvo con las plantas que se encontraron en la unidad experimental, con el fin de observar cual fue el resultado de cada tratamiento y determinar la variación de rendimiento entre estos.

2.5.6.3 Peso en fresco

El peso expresado en kilogramos se obtuvo al final de la etapa del cultivo en el momento de cosecha, este se realizó tomando las plantas que se encontraban dentro de la unidad experimental. Se proyectaron los datos con los pesos obtenidos en cada lechuga con el fin de determinar si existió un crecimiento homogéneo o existió algún tipo de variación.

2.5.6.4 Diámetro

Se tomaron los datos del diámetro por cada planta que se encontraba en la unidad experimental con el fin de observar el resultado de cada tratamiento con respecto a tamaño del cultivo.

2.5.6.5 Análisis de la información

Para el análisis de información se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para ello se utilizó el programa INFOSTAT. Para determinar si hay una diferencia significativa entre cada uno de estos tratamientos se realizó un ANDEVA con 0.01% de significancia, se evaluaron las medias a través de una prueba múltiple de Tukey.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Distribución de parcelas

Para la obtención de análisis del suelo se procedió a dividir cada tratamiento en diferentes parcelas como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Distribución parcelas para análisis de suelo

Tratamiento	Numero de parcelas
1: Biofumigación	Parcela 1 y 5
2: Compost	parcela 2 y 4
3: Testigo	Parcela 3 y 6

Efecto de los tratamientos para el control de patógenos del suelo

2.6.2 Análisis Fitopatológico/Nematológico antes de siembra

A través de un análisis biológico realizado en el laboratorio de la facultad de agronomía, se detectaron cuatro agentes causantes de enfermedades en el cultivo estudiado, los cuales se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Agentes encontrados en las muestras de suelo

Análisis de laboratorio						
	Parcelas					
Análisis nematológico	1	2	3	4	5	6
	Muestra Poblacional positiva en 100 cc de suelo					
Helicotylenchus sp.	10	30	30	-	-	-
Pratylenchus sp.	-	-	-	30	10	-
Criconemoides sp.	-	-	-	-	-	30
Análisis Fitopatológico						
Phytophthora	x	x	x	x	x	x

2.6.3 Análisis nematológico

El análisis del cuadro tres se orientó a estudiar los nematodos, considerados como uno de los factores adversos de mayor importancia en las hortalizas, pues al interferir con el desarrollo y funcionamiento del sistema de raíces predisponen a la planta al ataque de enfermedades que afectan la parte aérea de la misma. A través del mismo, se determinaron los géneros y poblaciones de nematodos presentes en lechuga y su relación con las prácticas de

manejo realizadas en el cultivo, los cuales fueron *Helicotylenchuhs sp*, *Pratylenchus sp* y *Criconemoides sp*.

Los resultados obtenidos nos permiten llegar a conocer que existe la presencia de agentes fitopatógenos en el suelo con el cual se está realizando el experimento, por lo tanto, se asume que pueden estar realizando los nematodos un daño de tipo mecánico el cual abre la puerta para que actúen otros microorganismos como es el caso de *Phytophthora sp* (ver cuadro 3).

2.6.4 Análisis fitopatológico

Phytophthora: En base al análisis fitopatológico realizado se pudo identificar la presencia de hongos del suelo como lo es el caso de *phytophthora sp*, en todas las parcelas analizadas.

Este hongo ingresa debido a heridas que existan en las raicillas secundarias y terciarias de la planta creadas por distintos patógenos existentes en el suelo como lo puede ser el caso de nematodos reduciendo la capacidad de absorción de agua y nutrientes, así ocasionando la pudrición de tejidos de la planta hasta poder llevarla a una necrosis general ocasionando su muerte.

2.6.5 Análisis Fitopatológico/Nematológico post cosecha

A manera de estudio se procedió a realizar un nuevo análisis Fitopatológico/Nematológico en la facultad de agronomía para determinar el efecto de los tratamientos evaluados (ver cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis Fitopatológico/Nematológico post-cosecha

Análisis de laboratorio						
Análisis nematológico	Parcelas					
	1	2	3	4	5	6
	Muestra Poblacional positiva en 100 cc de suelo					
Helicotylenchus	-	30	30	-	-	-
Pratylenchus	-	-	-	30	-	-
Criconemoides	-	-	-	-	-	30
Análisis Fitopatológico						
Phytophthora	-	x	x	X	-	x

2.6.6 Análisis nematológico

A través del análisis para la detección de nematodos se puede observar la ausencia de dichos agentes patógenos en las parcelas 1 y 5, siendo estas las utilizadas bajo el efecto de biofumigación (tratamiento 1), a diferencia de las parcelas 2 y 4 donde se utilizó compost (tratamiento 2) y las parcelas testigo en las cuales no existió ningún cambio en comparación al análisis anterior (ver cuadro 4).

2.6.7 Análisis fitopatológico

Observando el análisis fitopatológico de suelo post-cosecha (cuadro 5), se determinó la eliminación total del agente causal existente en el tratamiento de biofumigación parcelas 1 y 5, siendo este el tratamiento que mejor efecto tuvo a nivel de laboratorio. Las demás parcelas tuvieron el mismo efecto con relación al análisis anterior (ver cuadro 4).

Según los resultados tomados antes y después del ciclo de la lechuga se determinó que el tratamiento de biofumigación si presenta un efectivo control de patógenos del suelo como se presenta en las figuras 38 y 39.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



INFORME DE RESULTADOS

CORRELATIVO	FECHA DE INGRESO	FECHA DE EMISION	ANALISIS REALIZADO
244-2016	12/10/2016	25/10/2016	Fitopatológico/Nematológico
MUESTRA	PROCEDENCIA	EMPRESA	SOLICITANTE
Suelo	Parramos, Chimaltenango	RIJK ZWAAN GUATEMALA, S.A.	César Arnoldo Girón Bonilla

Muestra analizada	Parcela 1 – suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>Helicotylenchus</i> sp. 10/100 cc suelo
Muestra analizada	Parcela 1 – suelo/Fitopatológico
Agente Detectado	<i>Phytophthora</i> sp.
Muestra analizada	Parcela 2 – suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>Helicotylenchus</i> sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	Parcela 2 – suelo/Fitopatológico
Agente Detectado	<i>Phytophthora</i> sp.
Muestra analizada	Parcela 3 – suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>Helicotylenchus</i> sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	Parcela 3 – suelo/Fitopatológico
Agente Detectado	<i>Phytophthora</i> sp.
Muestra analizada	Parcela 4 – suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>Pratylenchus</i> sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	Parcela 4 – suelo/Fitopatológico
Agente Detectado	<i>Phytophthora</i> sp.
Muestra analizada	Parcela 5 – suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>Pratylenchus</i> sp. 10/100 cc suelo
Muestra analizada	Parcela 5 – suelo/Fitopatológico
Agente Detectado	<i>Phytophthora</i> sp.
Muestra analizada	Parcela 6 – suelo/Nematológico
Agente Detectado	<i>Criconemoides</i> sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	Parcela 6 – suelo/Fitopatológico
Agente Detectado	<i>Phytophthora</i> sp.

Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
Edificio UVIGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala.
Tel.: (502)24189317 ext. 104 Dirección electrónica cendiagagri@gmail.com

Figura 38. Análisis Fitopatológico/Nematológico obtenido del laboratorio de la Facultad de Agronomía, tomado antes de la siembra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO



INFORME DE RESULTADOS

CORRELATIVO G50-2017	FECHA DE INGRESO 20/01/2017	FECHA DE EMISION 15/02/2018	ANALISIS REALIZADO Fitopatológico/Nematológica
MUESTRA Suelo	PROCEDENCIA Parramos, Chimaltenango	EMPRESA RIJK ZVWAAN GUATEMALA, S.A.	SOLICITANTE César Arnoldo Girón Bonilla

Muestra analizada	Parcela 1 – suelo/Nematológico
Agente Detectado	No Presenta Nematodos Fitoparasíticos
Muestra analizada	Parcela 1 – suelo/Fitopatológico
Agente Detectado	No presenta Agente Fitopatógeno
Muestra analizada	Parcela 2 – suelo/Nematológico
Agente Detectado	Helicotylenchus sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	Parcela 2 – suelo/Fitopatológico
Agente Detectado	Phytophthora sp.
Muestra analizada	Parcela 3 – suelo/Nematológico
Agente Detectado	Helicotylenchus sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	Parcela 3 – suelo/Fitopatológico
Agente Detectado	Phytophthora sp.
Muestra analizada	Parcela 4 – suelo/Nematológico
Agente Detectado	Pratylenchus sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	Parcela 4 – suelo/Fitopatológico
Agente Detectado	Phytophthora sp.
Muestra analizada	Parcela 5 – suelo/Nematológico
Agente Detectado	No Presenta Nematodos Fitoparasíticos
Muestra analizada	Parcela 5 – suelo/Fitopatológico
Agente Detectado	No presenta Agente Fitopatógeno
Muestra analizada	Parcela 6 – suelo/Nematológico
Agente Detectado	Crictonemoides sp. 30/100 cc suelo
Muestra analizada	Parcela 6 – suelo/Fitopatológico
Agente Detectado	Phytophthora sp.

Centro de Diagnóstico Parasitológico, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala
Edificio UVGER, tercer nivel, Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala, Guatemala.
Tel.: (502)24189317 ext. 1040 Dirección electrónica: cendiagpn@gmail.com

Figura 39. Análisis Fitopatológico/Nematológico obtenido del laboratorio de la Facultad de Agronomía, tomado post-cosecha

2.6.8 Análisis de rendimiento y peso fresco

Para el análisis de rendimiento se tomaron valores a los 60 días después de realizado el trasplante dando como resultados las siguientes cifras.

En el cuadro 6 podemos observar el incremento en peso (403.44 kg) que obtuvo el tratamiento 1 en comparación a los tratamientos 2 y 3 siendo este el de la biofumigación (ver figura 40).

Cuadro 6. Rendimiento de lechugas expresado en peso (kg)

	Rendimiento en peso				
	Fecha de corte	Peso total por tratamiento	Proyección en ha (10,000 m ²)	Proyección en manzanas (7,000 m ²)	Proyección en cuerdas (1128 m ²)
Tratamiento 1	15/01/2017	403.44 kg	73,800 kg	51,660 kg	8,324 kg
Tratamiento 2	15/01/2017	54.12 kg	9,900 kg	6,300 kg	1,116 kg
Tratamiento 3	15/01/2017	29.52 kg	5,400 kg	3,780 kg	609 kg

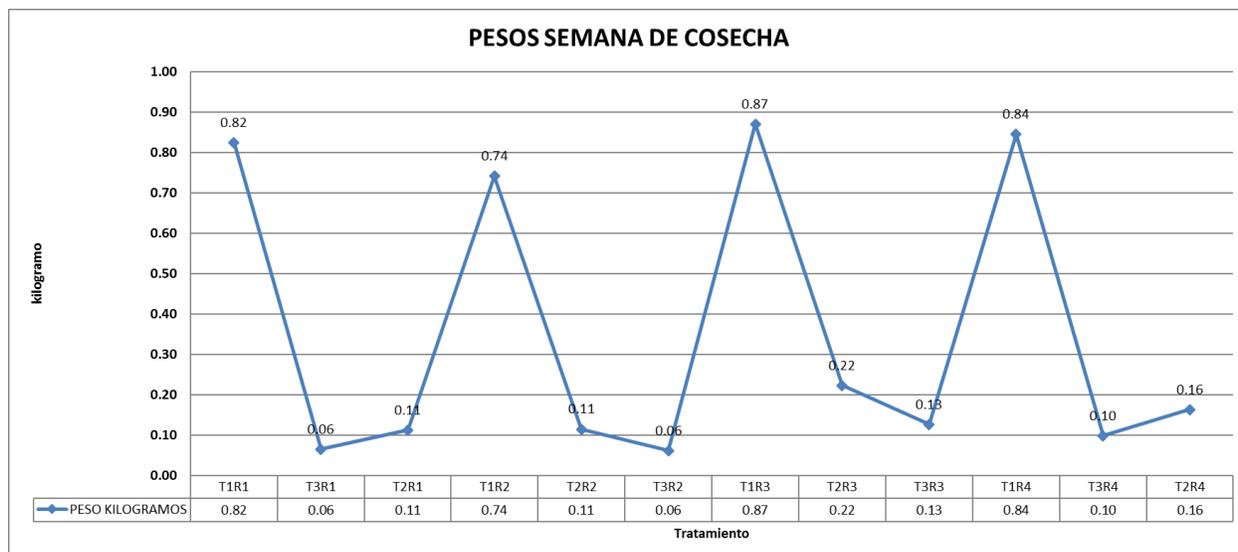


Figura 40. Comparación de pesos al momento de cosecha

El cuadro 7 muestra el rendimiento obtenido de lechugas por cada unidad de área tomando en cuenta la pérdida ocasionada por la presencia de agentes fitopatógenos del suelo siendo esta de un 2 % para el tratamiento 1 (biofumigación) y 22 % para los tratamientos 2 y 3, respectivamente.

Cuadro 7. Rendimiento de lechugas expresado en unidades por área cultivada y numero de cajas.

Rendimiento en unidades							
	Fecha de corte	Unidades totales por tratamiento	Porcentaje de pérdida en cosecha	Proyección en ha (10,000 m ²)	Proyección en manzanas (7,000 m ²)	Proyección en cuerdas (1128 m ²)	Numero de cajas por hectarea (10,000 m ²)
Tratamiento 1	15/01/2017	492	2%	90,000	63,000	10,152	5,000
Tratamiento 2	15/01/2017	394	22%	72,000	50,400	8,121	4,000
Tratamiento 3	15/01/2017	390	22.50%	71,100	49,770	8,020	3,950

2.6.9 Análisis de diámetro

En base al requerimiento que exige el mercado para la compra de las lechugas tipo Iceberg, se realizó una toma de datos para observar que tratamiento mostraba las características deseadas y las lechugas se encontraba en su punto óptimo para su comercialización, siendo el tratamiento 1 (biofumigación) el que mostró diámetros promedios que se encontraban de 32 cm a 35 cm, siendo este el que expreso los mejores resultados como se muestra en la gráfica de la figura 41.

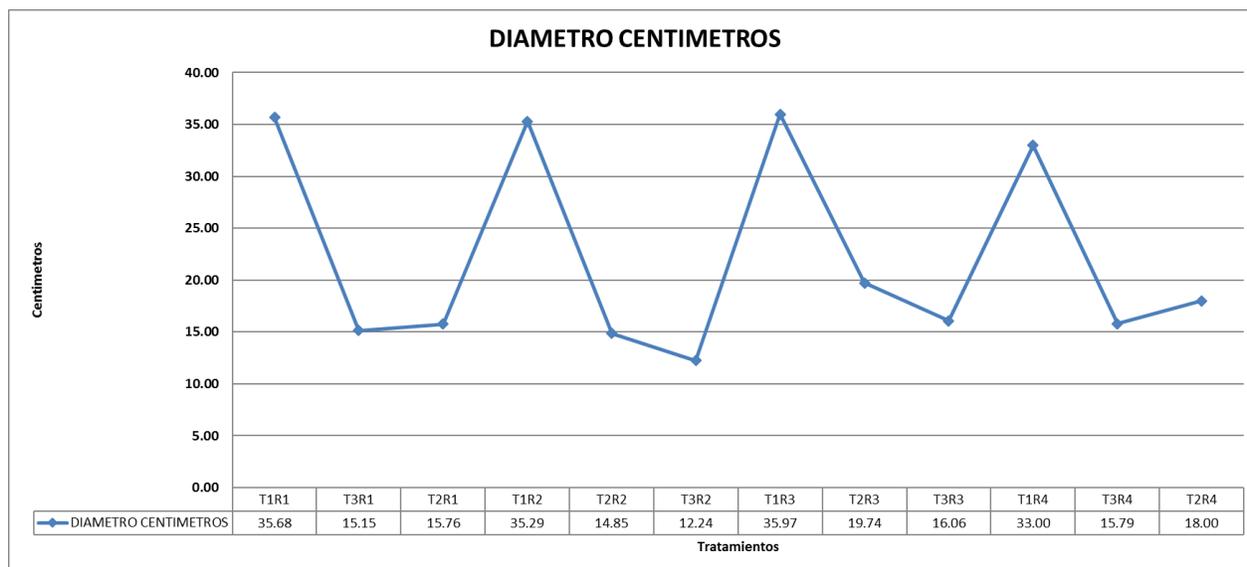


Figura 41. Diámetro cabeza de lechuga expresado en centímetros

2.6.10 Análisis estadístico para tratamientos de desinfección del suelo

Hipótesis

- Hipótesis Nula:
 H_0 : no hay diferencia significativa entre los tratamientos orgánicos en el rendimiento de lechuga tipo Iceberg.
 $H_0: T_1=T_2=T_3$
- Hipótesis alternativa:
 H_a : al menos un tratamiento orgánico presentará diferencia significativa en el rendimiento de lechuga tipo Iceberg.

2.6.11 Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos para desinfección de suelo

En el cuadro 8 se muestra el análisis ANDEVA que se realizó.

Cuadro 8. Resultados de ANDEVA INFOSTAT

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento en Kg	12	0.98	0.98	13.72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.31	2	0.65	281.34	<0.0001
Tratamiento	1.31	2	0.65	281.34	<0.0001
Error	0.02	9	2.3E-03		
Total	1.33	11			

Test: Tukey Alfa=0.01 DMS=0.13094

Error: 0.0023 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Biofunigación	0.82	4	0.02	A
Compost	0.15	4	0.02	B
Testigo	0.09	4	0.02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.01$)

Estadísticamente el ANDEVA indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos respecto al rendimiento en peso fresco del cultivo. El p-valor es menor al 0.01% de significancia por lo que se acepta la H_a : al menos un tratamiento orgánico presentará diferencia significativa en el rendimiento de lechuga tipo Iceberg. Se realizó una prueba múltiple de

medias utilizando el coeficiente de Tukey donde se muestra que el tratamiento 1 (biofumigación) produce el mejor rendimiento en peso estadísticamente en comparación con los otros dos tratamientos.

2.6.12 Análisis de costos

El cuadro 9 presenta los costos totales de mano de obra y manejo agronómico en la producción de lechuga tipo Iceberg en 336 m² con los productos y herramientas de producción de la empresa Rijk Zwaan Guatemala S.A

Los costos totales, son los costos que no van a variar dentro de cualquier producción o manejo agronómico de un experimento, es decir estos no van a variar si se repite el experimento (Ver cuadro 9).

Cuadro 9. Resumen de costos mano de obra

Personal	Fijos	Temporales	Tarea	Horas/Persona	Total Horas Empleado Temporal	Total Horas Empleado Fijo	Costo Empleado Temporal (Q)	Costo total de horas Empleado Temporal (Q)	Costo Empleado Fijo (Q)	Costo Total de Horas Empleado Fijo (Q)
4	0	4	Camas	3	12	0	Q10.96	Q131.52	Q14.00	0
1	0	1	ahoyado	1	1	0	Q10.96	Q10.96	Q14.00	0
4	0	4	Mulch	1	4	0	Q10.96	Q43.84	Q14.00	0
2	0	2	picado	1	2	0	Q10.96	Q21.92	Q14.00	0
3	0	3	Siembra	1	3	0	Q10.96	Q32.88	Q14.00	0
1	0	1	aplicaciones	48	48	0	Q10.96	Q526.08	Q14.00	0
3	1	2	Cosecha	2	4	2	Q10.96	Q43.84	Q14.00	28
							Q -	Q811.04		Q28.00
						Total M.O.		Q839.04		

El total de mano de obra se le suma al costo de cada tratamiento aplicado por independientemente por lo que obtenemos el costo total de cada tratamiento en 112 m².

2.6.13 Costos parciales

Los costos parciales son todos los que se van a variar dentro de la producción, a continuación, se presentan cuanto es el costo de cada tratamiento para la producción de lechuga Iceberg (ver cuadro 10).

Cuadro 10. Costos efectuados en cada tratamiento

Tratamiento 1					
Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario		Costo total
Gallinaza	5.5	quintal	Q	55.00	Q 302.50
Humifertil	5.3	litro	Q	10.00	Q 53.00
Pilones	504	unidad	Q	0.13	Q 65.52
Tratamiento 2					Q 421.02
Compost	5.5	quintal	Q	30.00	Q 165.00
Humifertil	5.3	litro	Q	10.00	Q 53.00
Pilones	504	unidad	Q	0.13	Q 65.52
Tratamiento 3					Q 283.52
Humifertil	5.3	litro	Q	10.00	Q 53.00
Pilones	504	unidad	Q	0.13	Q 65.52
					Q 118.52
Costo total de tratamientos:					Q 823.06

2.6.14 Costos de producción

Estos costos nos indican el beneficio bruto que tuvimos al realizar la venta total de nuestra cosecha con cada uno de los tratamientos. Los tratamientos 2 y 3 tendrán una utilidad de Q0.00 debido a que por su poco desarrollo en cuestión de tamaño con las lechugas que terminaron el ciclo, no existía ningún tipo de mercado ya que no entraban en ninguna de las categorías aceptadas (primera, segunda), esta entra en su totalidad como rechazo. Los datos que se muestran en el cuadro 11 son valores aproximados del capital a percibir.

Cuadro 11. Costos de producción

	Fecha de corte	Unidades totales por tratamiento	Unidades/caja	No cajas/tratamiento	Precio/caja	Total	Utilidad por tratamiento
Tratamiento 1	15/01/2017	492	18	27	Q 30.00	Q 820.00	Q 398.98
Tratamiento 2	15/01/2017	394	18	22	Q 30.00	Q 0.00	Q -283.52
Tratamiento 3	15/01/2017	390	18	22	Q 30.00	Q 0.00	Q -118.52

En el siguiente cuadro 12 se muestra la utilidad que se hubiera podido obtener realizando el tratamiento que mejor resultados dio con respecto al desarrollo del cultivo y rendimiento a todo el experimento, tomando en cuenta las mismas unidades totales que se obtuvieron por tratamiento.

Cuadro 12. Costos de producción utilizando el tratamiento con mejor efecto

	Fecha de corte	Unidades totales por tratamiento	Unidades/caja	No cajas/tratamiento	Precio/caja	Total	Utilidad por tratamiento
Tratamiento 1	15/01/2017	492	18	27	Q 30.00	Q 820.00	Q 398.98
Tratamiento 2	15/01/2017	394	18	22	Q 30.00	Q 656.67	Q 373.15
Tratamiento 3	15/01/2017	390	18	22	Q 30.00	Q 650.00	Q 531.48
							Q 1,303.61

2.6.15 Resumen de costos y utilidad

El cuadro 13 nos indica los gastos totales que se utilizaron para poder llevar a cabo el proyecto, seguido de eso la utilidad que este generó. Como vemos en el cuadro 13 muestra que debido a que los tratamientos 2 y 3 no nos generaron ninguna utilidad tenemos un déficit de Q-842.1 con respecto a los gastos generados con la mano de obra.

Cuadro 13. Resumen de costos y utilidades

Resumen de costos	
MO	Q 839.04
Utilidad total por tratamiento	Q -3.06
Utilidad	Q -842.1

Seguidamente en el cuadro 14 se observa la utilidad total que se hubiera generado y obtenido si los valores del cuadro 10 suponiendo la venta total de la producción como se realizó con el tratamiento 1 (biofumigación).

Cuadro 14. Resumen de costos y utilidades

Resumen de costos	
MO	Q 839.04
Utilidad total por tratamiento	Q 1,303.61
Utilidad	Q 464.57

2.7 CONCLUSIONES

1. A través del efecto de los tratamientos, el análisis para la detección de patógenos del suelo, indica el 0 % de presencia de dichos agentes patógenos en las parcelas 1 y 5, siendo estas las utilizadas bajo el efecto de biofumigación (tratamiento 1). En las parcelas 2 y 4 donde se utilizó compost (tratamiento 2) se observó una muestra poblacional de 30 unidades de patógenos por 100 cm³ de suelo identificando las especies *Helicotylenchus* y *Pratylenchus*. En y las parcelas testigo (tratamiento 3) en la cual no existió ningún cambio en comparación al análisis anterior.
2. Estadísticamente existe diferencia significativa entre los tratamientos respecto al rendimiento del cultivo. Al menos un tratamiento orgánico presentó diferencia significativa en el rendimiento de lechuga tipo Iceberg siendo el tratamiento 1 (biofumigación).
3. En base a las evaluaciones realizadas y análisis de suelo obtenidos a lo largo del ciclo del cultivo estudiado, se mostró el rendimiento obtenido de lechugas por cada unidad de área tomando en cuenta la pérdida ocasionada por la presencia de agentes fitopatógenos del suelo siendo esta de un 2 % para el tratamiento 1 (biofumigación) y 22 % a 22.5 % para los tratamientos 2 y 3, respectivamente.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Es necesario realizar la evaluación de desinfección del suelo por medio de biofumigación utilizando otros cultivos que tengan una mayor importancia económica en distintas zonas.
2. Se recomienda la aplicación de la biofumigación en suelos que han sufrido una sobre explotación, (aplicación de técnicas de cultivo inadecuadas en la gestión de la fertilidad y de la vida en el suelo, excesivo uso de pesticidas), ya que tiene un efecto beneficioso de las propiedades físicas del suelo, particularmente con respecto a la corrección de su compactación.
3. Es recomendable la realización de otro ciclo de lechuga para la obtención un beneficio económico rentable, debido a que el tratamiento de biofumigación crea residualidad en los suelos.
4. Es indispensable la utilización de coberturas del suelo si se le quiere dar un manejo orgánico, ya que con el uso de estas se logra disminuir el ingreso de insectos vectores de enfermedades, y da una condición homogénea al cultivo mejorando la calidad del fruto y reduciendo costos en insecticidas.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Abdel-Samie, F. S., & El-Bially, M. E. (1996). Azolla y química, así como métodos de control de malezas manuales en dos variedades de arroz. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 34, 125-138.
2. Aguirre, A. (2008). *Evaluación de la producción de la variedad loman de papa (Solanum tuberosum L.) utilizando la técnica de biofumigación en ICTA – Alameda, Chimaltenango*. (Tesis Ing. Agr.). USAC, Facultad de Agronomía: Guatemala. 70 p.
3. Alimentación Sana, A. R. (2012). *Tipos de lechugas* (en línea). Argentina. Consultado 1 septiembre 2016. Disponible en <http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/novedades/verde%20lechuga.htm#1>
4. Altieri, M., & Nicholls, C. (2000). *Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México: PNUMA / Red de Formación ambiental para América latina y El Caribe. 250 p.
5. Arias, M., López-Pérez, J. A., Sanz, R., & Escuer, M. (1999). Alternativas con bromuro de methyl para el control de nematodos en rotación de invernaderos con pepino. *In Abstract of XXXI Annual Meeting ONTA*. 21-25 June, 1999, San Juan, Puerto Rico. *Nematropica* 29, 115.
6. Baberá, C. (1989). *Pesticidas agrícolas*. (4 ed.). Barcelona: Omega. 603 p.
7. Bautista, R. (2000). *Evaluación del rendimiento de cuatro variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) en cultivo hidropónico, utilizando como sustratos área y cascarilla de arroz*. (Tesis Ing. Agr.). USAC, Facultad de Agronomía, Guatemala. 57 p.
8. Bello, A., & Tello, J. 1998. El bromuro de metilo se suprime como fumigante del suelo. *Phytoma* 101, 10-21.
9. Bello, A., Escuer, M., & Tello, J. (1999). Problemas nematológicos de los cultivos de Guatemala y su manejo agronómico. *In Abstracts of the XXXI Annual Meeting ONTA*, June 21-25, 1999, San Juan, Puerto Rico. *Nematropica* 29, 116-117.
10. Bellos, A. (2005). *Biofumigación del suelo, residuos orgánicos y conservación de la capa de ozono*. Recuperado de Asociación Española de Científicos: <http://www.aecientificos.es/empresas/aecientificos/revistashtml/Ozono.html>
11. Bernal, M. P., Navarro, A. F., Sánchez-Monedero, R. A., & Cegarra, J. (1998). Influencia de la estabilidad de compost de lodos de depuradora y la madurez de la mineralización del carbono y nitrógeno. *Soil. Biol. Biochem.* 30, 305-313.
12. Bitton, G., Lahav, N., & Henis, Y. 1974. Movimiento y retención de *Klebssiella aerogenes* en columnas de suelo. *Revista Planta y Suelo* 40, 373-380.
13. Borek, V., Elberson, L. R., McCaffrey, J. P., & Morra, M. J. 1997. Toxicidad de dieta de canola y methyl isothiocyanate para la larva del picudo negro de la vaina (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ.Entom.* 90, 109-112.

14. Brown, P. D., Morra, M. J. 1997. Control de malezas utilizando plantas que contengan glucosanatos. *Advan. Agron.* 61, 167-231.
15. Businelli, M., Gigliotti, G., & Giusquiani, P. L. 1990. Aplicación de compost de RSU en agricultura: I: efecto de la productividad del maíz y destino del nutriente y del metal pesado del terreno. *Agrochimica* 35(1-2-3), 13-25.
16. Calderón, L., Solís, F., Trabanino, E., Barillas, E., & García, E. 2000. El efecto de los tratamientos alternativos como el bromuro de metilo para el control de nematodos en diferentes cultivos: 1998-1999. *In XXXII Annual Meeting of ONTA*, 16-20 abril, Auburn, Alabama, US). Abstract. US. p. O-7, 48.
17. Cásseres, E. 1980. *Producción de hortalizas*. 3 ed. San José, Costa Rica, IICA. 387 p.
18. Chan, M. Y. K., & Close, R. C. 1987. Control de *Aphanomyces* utilizando enmiendas con crucíferas. *N. Z. J. Agric. Res.* 30, 225-233.
19. Climent, M. D., Aragón, P., Abad, M., & Roselló, M. V. 1990. Utilización del compost de residuos sólidos urbanos como enmienda orgánica en agricultura. *In I Congreso Internacional de Química de la ANQUE*, 1, 171-180, Tenerife, España). Actas. España.
20. El compost paja y tierra bioremediated como inóculos para la biorremediación de suelos contaminados -clorofenol. *Appl. Environmental Microbiol.*, 62, 1507-1513.
21. Elberson, L. R., Borek, V., McCaffrey, J. P., Morra, J. 1996. Toxicidad de dieta de canola en (Coleoptera: Elasteridae). *J. Agric. Entomol.* 13, 323-330.
22. Environmental Protection Agency (EPA). (1999). *Reconocimiento y manejo de los envenenamientos por pesticidas*. (5 ed.). USA: Environmental Protection Agency. 252 p.
23. *Evaluación cualitativa*. (2012b). Recuperado de Wikipedia, el 2 de septiembre 2016, de http://es.wikipedia.org/wiki/investigaci%C3%B3n_cualitativa
24. FAO. (1991). *Manejo del suelo producción y uso de composte en ambientes tropicales*. Roma, Italia: FAO, Boletín de Suelos. 178 p.
25. FAO. (2015). *¿Qué es la agricultura orgánica?*. Recuperado de FAO: <http://www.fao.org/docrep/007/ad818s/ad818s03.htm>
26. Fassbender, H. (1982). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. San José, Costa Rica: IICA. 422 p.
27. FAXSA. (2002). *Varietades de lechuga*. México. Recuperado el 19 septiembre 2016, de <http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60le001.htm>
28. Félix-Herrán, J. A., Sañudo-Torres, R. R., Rojo-Martínez, G. E., Martínez-Ruiz, R., Olalde-Portugal, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Revista Ra Ximhai*, 4(1), 57-67.

29. Gliessman, S. R. (1997). *Agroecología: procesos ecológicos en la agricultura sostenible*. Michigan, US: Sleeping Bear Press. 351 p.
30. Havercort, M. (1982). *Diseño de riegos y manejo del agua en el campo*. Bogotá, Colombia: Editorial Agropecuaria Hemisferio Surdez, E. (2002). *Efecto biofumigante de diversas fuentes de materia orgánica en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica), La Alameda, Chimaltenango, Guatemala*. (Tesis Ing. Agr.). USAC, Facultad de Agronomía: Guatemala. 70 p.
31. Hewlett, T. E., & Dickson, D. W. (2000). *Eficacia del tannis para el control de nematodos agalladores*. In XXXII Annual Meeting of ONTA, 16-20 abril, Auburn, Alabama, US. p. O-29, 57.
32. Hoitink, H. A. (1988). *Bases para el control de patógenos del suelo con compost*. Ann. Rev. Phytopathol. 24, 93-114.
33. Holdridge, L. R. (1959). *Zonificación ecológica de Guatemala según sus formaciones vegetales*. Guatemala, Ministerio de Agricultura / Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. 216 p.
34. Infoagro. (2002). El cultivo de la lechuga. España. Recuperado el 19 de septiembre de 2016, de <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
35. Infoagro. (2010). Cultivo de lechuga. España. Recuperado el 19 de septiembre de 2016, de <http://www.infoagro.com/lechuga>
36. Infoagro. (2011). El cultivo de coles y lechugas. Recuperado el 19 de septiembre de 2016, de http://www.infoagro.com/hortalizas/coles_ylechugas.htm.
37. Jacobs, J. J., Engelberts, A., Croes, A. F., & Wullems, G.J. (1994). Síntesis del tiopeno y distribución en el desarrollo de plantas jóvenes de *Tagetes patula* y *Tagetes erecta*. *Diario de Botánica Experimental* 45, 1459- 1466.
38. Kirkegaard, J. A., Angus, J. F., Gardner, P. A., & Cresswell, H. P. (1993). Beneficios de las brasicas. In Proc. 7th Aust. Agron. Cons. Adelaide, 19-24 Sept., p. 282-285.
39. Kjaer, A. (1976). Glucosinolates in cruciferae. In Vaughan, J. G. A., MacLeod, L., Jones, B. M. G. (eds.). *La biología y química de las crucíferas*. London: Academic Press. p. 207-219.
40. Kononova, M. M. (1967). *Materia orgánica del suelo, su naturaleza, su rol en la formación de suelo y fertilidad*. (2 ed.). Oxford, Pergamon Press. 544 p.
41. *Lechuga*. (2012). Recuperado de Wikipedia, el 1 de septiembre 2016, de http://es.wikipedia.org/wiki/Lactuca_sativa
42. Malca G., O (2001). Seminario de agronegocios: lechugas hidropónicas. Lima, Perú: Universidad del Pacífico. 96 p. Recuperado del 19 septiembre 20016, de www.upbusiness.net

43. Maldonado, O., Palacios, O. (2001). *Empleo del modelo swrrb para generar alternativas de manejo en la cuenca Itzapa, Guatemala*. México: Colegio de Postgraduados. 11 p.
44. Maroto, J. V. (1983). *Horticultura herbácea especial*. Madrid, España: Mundi-Prensa. p. 189-204.
45. Matthiesen, J. N., & Kirkegaard, J. A. (1993). *Biofumigación un nuevo concepto de limpio y verde de pesticidas y enfermedades*. Western Australian Potato Grower October, 14-15.
46. MAYACERT. (2015). *Certificación orgánica*. Recuperado de MAYACERT, de <http://www.mayacert.com/old/usda.html>
47. Mian, I. H., & Rodríguez-Kábana, R. (1982). Manejo del suelo con extracto de semillas y gallinaza para el control of *Meloidogyne arenaria*. *Nematropica*, 12, 205-220.
48. Minna, M. L., & Jorgensen, K. S. (1996). Straw compost and Bboremediated soil as inocula for the bioremediation of chlorophenol-contaminated. *Soil. Appl. Environmental Microbiol.* 62, 1507-1513.
49. Naranjo Arango, R. (2006). *Las PYMES, una oportunidad de negocios*. Recuperado de Rodrigo Naranjo, de <http://rodrigonaranjo.com/archives/LAS%20PYMES,%20UNA%20OPORTUNIDAD%20DE%20NEGOCIOS.pdf>
50. Navarro Pedreño, J., Moral Herrero., Gómez Lucas, I., & Mataix Beneyto, J. (1995). *Residuos orgánicos y agricultura*. Alicante, España: Universidad de Alicante. Servicio de Publicaciones. 108 p.
51. Noble, R. R. P., & Sams, C. E. (1999). Biofumigación como una alternativa para el uso de bromuro de metal para el control de gallina ciega. *In Annual Intern. Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emission Reductions*, Nov. 1-4, 1999, San Diego, California, US. p. 92, 3 p.
52. Ordoñez Gomez, F. (2008). Descripción cualitativa y cuantitativa de desechos sólidos domésticos en nueve municipios de Chimaltenango y su potencial uso en la agricultura. Tesis Ing Agr. Universidad San Carlos de Guatemala. Obtenido de Biblioteca usac: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2446.pdf
53. Parson, D. (1987). *Manuales para educación agropecuaria; cucurbitácea*. México: Trillas. 55 p.
54. Perrin, R., Camporota, P., Soulas, M. L., & Bihan, B. L. (1998). *El manejo simbiótico micorrizal de solarización como alternative de fumigación del suelo*. In Bello, A., González, J. A., Arias, M., & Rodríguez Kábana, R (eds.). *Alternatives to methyl bromide for the southern european countries*. Valencia, Spain: DG XI EU / CSIC. p. 301-310.
55. Pertot, I., Alaboubette, C., Hinarejos, E., & Franca, S. (2015). *Mini papaer: the use of microbial biocontrol agents against soil-borne diseases*. Recuperado de Eip-Agri,

Agriculture & Innovation, de http://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/8_eip_sbd_mp_biocontrol_final.pdf

56. Rijkz Waan. (2016a). *Breeding* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ+ES/Rijk+Zwaan/Company/Activities/Breeding>
57. _____. (2016b). *Historia* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Company/About%20us/History>
58. _____. (2016c). *Información historia* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Company/About%20us/General%20Information>
59. _____. (2016d). *Investigación historia* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Company/Activities/Research>
60. _____. (2016e). *Logística y calidad historia* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Company/Activities/LogisticandQuality>
61. _____. (2016f). *Mercadeo y ventas historia* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Company/Activities/MarketingandSales>
62. _____. (2016g). *Producción de semillas historia* (en línea). España. Recuperado de 6 de septiembre de 2016, de <http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Company/Activities/Seed%20production>
63. Rubio, A. (2002). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Barcelona, España: McGraw-Hill. p. 123-130.
64. Segura, A. I. (2011). *La biofumigación, método biológico de control de patógenos del suelo*. Recuperado de Producción Agraria Ecológica (PAE), Ficha Técnica no. 11, 8 p., de http://www.arreu.bio/uploads/5/2/0/5/52059395/ficha_pae11_biofumigacion.pdf
65. Simmons, C., Tárano, J. M., & Pinto, J. H. 1959. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala*. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala: José De Pineda Ibarra. 1000 p.

66. Thompson, L. M., & Troeh, F. R. 1988. *Los suelos y su fertilidad*. Barcelona, España: Reverté. p. 135-169.
67. Trápaga, Y., & Torres, F. (1994). *El mercado internacional de la agricultura orgánica*. México, UNAM, IIES, Facultad Economía. 221 p.
68. Valdtighi, M. M., Pera, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D., & Vallini, D. (1996). Efectos de los ácidos húmicos de compost derivado de la producción de biomasa vegetal y el crecimiento microbiano dentro de una planta (*Cichorium intybus*) - suelo sistema: un estudio comparativo. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 58, 133-144.
69. Vogtmann, H., & Fricke, K. (1989). Valor nutritivo y la utilización del compost biogénico en plantas. *Los Ecosistemas y el Medio Ambiente*, 27, 471-475.
70. Wild, A. 1992. *Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell*. España: Mundi-Prensa. 1045 p.
71. Willer, H., Yussefi, M. (2001). *Agricultura orgánica en todo el mundo*. Alemania: BioFach / SÖL-Sonderausgabe Stiftung Ökology & Landbau / IFOAM. 133 p.

2.10 ANEXOS



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 42A. Fotografía del cultivo de lechuga



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 43A. Fotografía de lechuga tipo Iceberg Var. Cartagena RZ



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 44A. Fotografía del área experimental



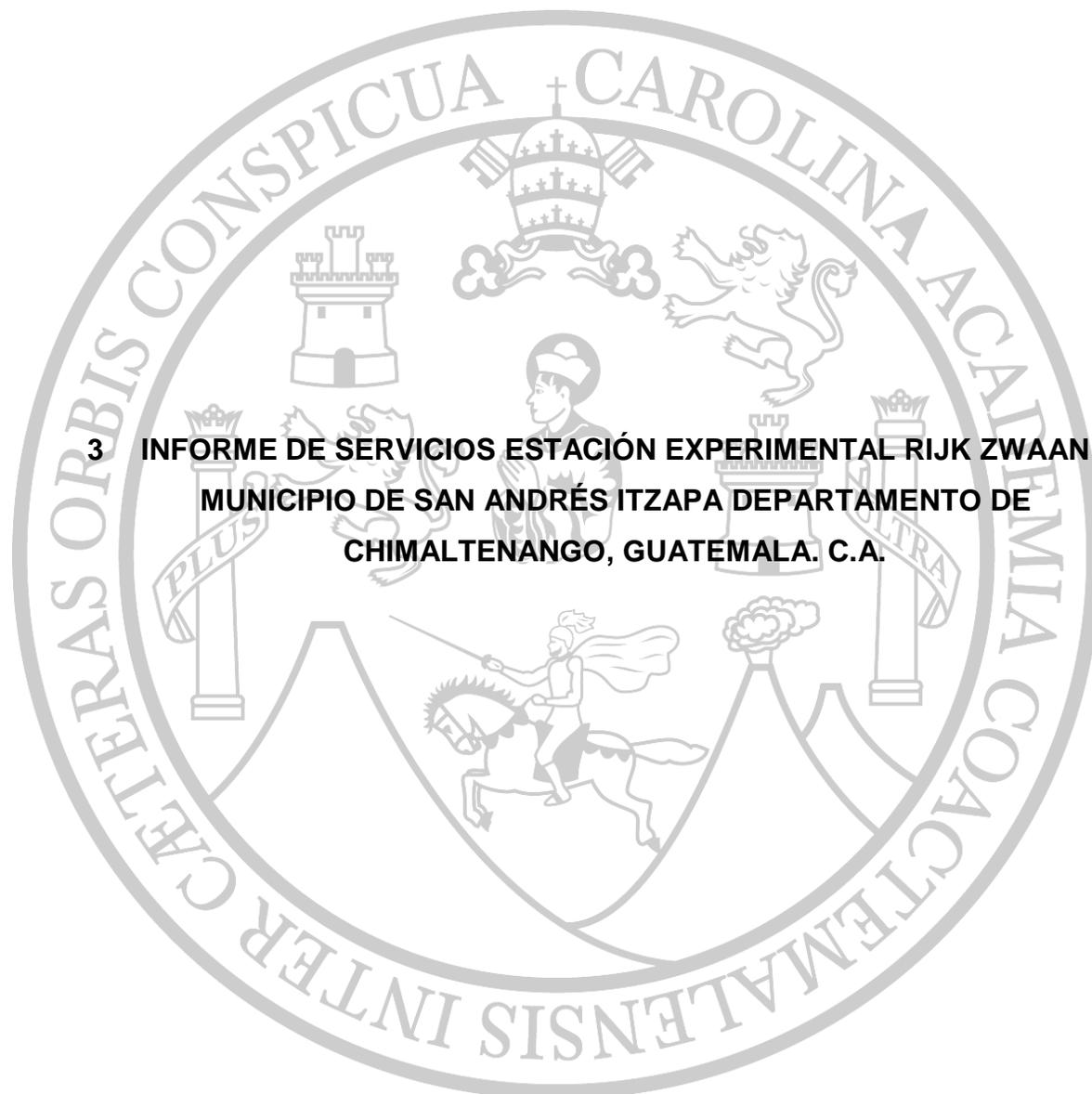
Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 45A. Fotografía del área experimental sin preparación del suelo



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 46A. Fotografía del inicio preparación del suelo



**3 INFORME DE SERVICIOS ESTACIÓN EXPERIMENTAL RIJK ZWAAN
MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA DEPARTAMENTO DE
CHIMALTENANGO, GUATEMALA. C.A.**

CÉSAR ARNOLDO GIRÓN BONILLA 201210810

3.1 PRESENTACIÓN

En el diagnóstico realizado en la Estación Experimental de Rijk Zwaan ubicada en el municipio de San Andrés Itzapa departamento de Chimaltenango, se identificó una serie de problemáticas con base en las cuales se prestaron los servicios para mejorar y apoyar en los procesos de la empresa.

En la priorización de problemas, en común acuerdo con la gerencia de la empresa se logró decidir que se realizarían los siguientes servicios: **a)** Apoyo en evaluación de nuevos productos de repollo (*Brassica oleracea var. Capitata*) y brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*). **b)** Manejo agronómico del cultivo de lechuga de manera hidropónica en sistema NFT (Nutrient Film Technique). **c)** Días de campo realizados para impulsar nuevos híbridos de chile pimiento (*Capsicum annuum*).

El apoyo de evaluación de nuevos productos se basó en tener una constante supervisión en los cultivos que se evaluaron y así poder observar el momento óptimo en que este se encontró y llenar sus respectivas hojas de evaluación.

El manejo del sistema hidropónico constó en realizar una frecuente serie de observaciones a las distintas variedades que en este se encontraban y se tomaron notas de los cambios que estas fueron teniendo en su periodo de adaptación, ya con esto se pudo crear documentación de cómo es la reacción de los materiales en un sistema hidropónico con distintos niveles nutricionales y si se logran adaptar correctamente.

Con el desarrollo de estos servicios prestados a la Estación Experimental de Rijk Zwaan Chimaltenango, Guatemala se realizó un aporte en la mejora de procesos importantes en la operación de la empresa, así como en la obtención de nuevas herramientas y metodologías para contribuir con el proceso de la mejora continua.

3.2 SERVICIO 1: APOYO EN EVALUACIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS DE REPOLLO (*BRASSICA OLERACEA VAR. CAPITATA*) Y BRÓCOLI (*BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA*).

En la empresa Rijk Zwaan se realizan evaluaciones de nuevos productos para así estos poder ser lanzados al mercado para su comercialización, cada material que ingresa debe cumplir una serie de requisitos como lo es adaptabilidad, resistencia a plagas y enfermedades, tamaño, calidad del producto etc. así este puede llenar una ficha de evaluación con esos aspectos y los resultados son enviados a un genetista en Holanda.

En esta tarea se estuvo apoyando en la evaluación y toma de datos sobre características deseables en las variedades que se evaluaron. La identificación de esta necesidad de apoyo surgió debido a que en la estación solo se cuenta con un responsable para esto y la cantidad de evaluaciones y variedades obliga a buscar el apoyo de otro profesional.

3.2.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar un material nuevo que cumpla las características deseables por el mercado tales como forma, tamaño, color, sabor y resistencia a plagas y enfermedades.

3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la toma de datos de las distintas variedades evaluadas, utilizando los formatos específicos de evaluación.
- Desarrollar documentación sobre las características observadas de cada variedad evaluada.

3.2.3 RESULTADOS ESPERADOS

- Se espera que al menos una de las variedades nuevas cumpla los requisitos que demanda el mercado y pueda ser convertida en un material comercial.

3.2.4 METAS ESPERADAS

- Identificar al menos una variedad de brócoli que cumpla su ciclo productivo a los 90 días o menos y cumpla las características demandadas por el mercado.
- Obtener una variedad de repollo que cumpla su ciclo en 75 días y tenga un peso mayor a 3 kilogramos.

3.2.5 RESULTADOS

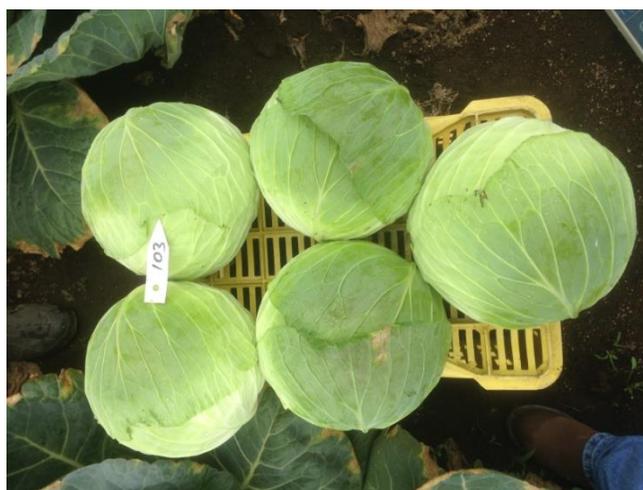
A. REPOLLO

Siembra: Esta actividad se llevó a cabo en una pilonera de la zona en la cual se realizaban las siembras de los materiales a utilizar para investigación, constó en llevar 50 semillas de cada material que se iba a evaluar siendo estos 24 materiales nuevos en total.

Control de germinación: Se llevó a cabo un conteo de los materiales que germinaron y en qué cantidad debido a que este también es un dato que se toma en cuenta para la evaluación general del mismo. Teniendo como porcentaje de germinación de la semilla un 96.5%.

Trasplante: A los 45 días después de la siembra se recogieron los pilones y fueron trasladados al área en el cual se iba a llevar a cabo la evaluación de estos.

Supervisión y manejo del cultivo: Durante la etapa del cultivo, se llevó a cabo la supervisión y el seguimiento al desarrollo y comportamiento del cultivo, observándose los síntomas de las plantas y comparando su crecimiento con las plantas testigo. Actualmente el experimento sigue en desarrollo debido a que para poder establecer un cultivo como variedad comercial es necesaria la realización de esta evaluación más veces. En las figuras 47 a 49 se puede observar la forma en la cual se evaluaban los materiales.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 47. Fotografía de materiales de repollo evaluados.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 48. Fotografía del tallo de materiales de repollo evaluados.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 49. Fotografía de repollo evaluado en su interior.

Cuadro 15. Datos tomados en evaluación.

Material 103					
Diametro					
			Cm	Peso Kg	
	1		21		2.74
	2		20		2.8
	3		22		3.1
	4		20		2.35
	5		24		3.05
		Promedio	21.4		2.808

	Diametro Cm	Peso Kg		Diametro Cm	Peso Kg
Material 65	22.3	2.51	Material 103	21.4	2.808
Material 96	22.8	2.93	Material 93	22.5	2.928
Material 98	24.8	3.288	Material 61	18.2	1.436
Material 101	24.2	3.264	Material 102	26	3.694
Material 67	21.7	2.394	Material 62	18.6	1.994
Material 99	18.3	2.094	Material 63	17.8	1.718
Material 91	19.8	1.748	Material 64	20.9	2.322
Material green boy	21.7	2.596	Material 66	16	1.638
Material 100	20.7	2.262	Material 68	20.7	2.16
Material 105	20	2.96	Material 92	24.6	2.668
Material 69	20.4	2.704	Material 94	23.6	2.66
Material 104	22.5	2.746	Bronco	20.8	2.132

Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 50. Datos promedio tomados en evaluación

Debido a la información recopilada a lo largo del ciclo del cultivo logramos descartar algunos materiales que no dieron las características necesarias para el mercado local ni el mercado de exportación y se siguen realizando nuevas evaluaciones con los materiales que si cumplen las características solicitadas las cuales son grano fino, tallo no hueco, buen color del grano y resistencia a enfermedades para poder volver un material en una fase comercial.

B. BRÓCOLI

Siembra: Esta actividad se llevó a cabo en una pilonera de la zona en la cual se realizaban las siembras de los materiales a utilizar para investigación, consto en llevar 50 semillas de cada material que se iba a evaluar siendo estos 3 materiales nuevos en total.

Control de germinación: Se llevó a cabo un conteo de los materiales que germinaron y en qué cantidad debido a que este también es un dato que se toma en cuenta para la

evaluación general del mismo. La germinación obtuvo un porcentaje de 95% el cual es aceptable por las casas semilleristas.

Trasplante: A los 45 días después de la siembra se recogieron los pilones y fueron trasladados al área en el cual se iba a llevar a cabo la evaluación de estos.

Supervisión y manejo del cultivo: Durante la etapa del cultivo, se llevó a cabo la supervisión y el seguimiento al desarrollo y comportamiento del cultivo, observándose los síntomas de las plantas y comparando su crecimiento con las plantas testigo. Actualmente el experimento sigue en desarrollo debido a que para poder establecer un cultivo como variedad comercial es necesaria la realización de esta evaluación más veces. Las figuras 51 a 53 muestran el cultivo de brócoli evaluado en campo y solamente la pella.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 51. Fotografía del área experimental de brócoli



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 52. Fotografía de cosecha de material evaluado



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 53. Fotografía de material evaluado

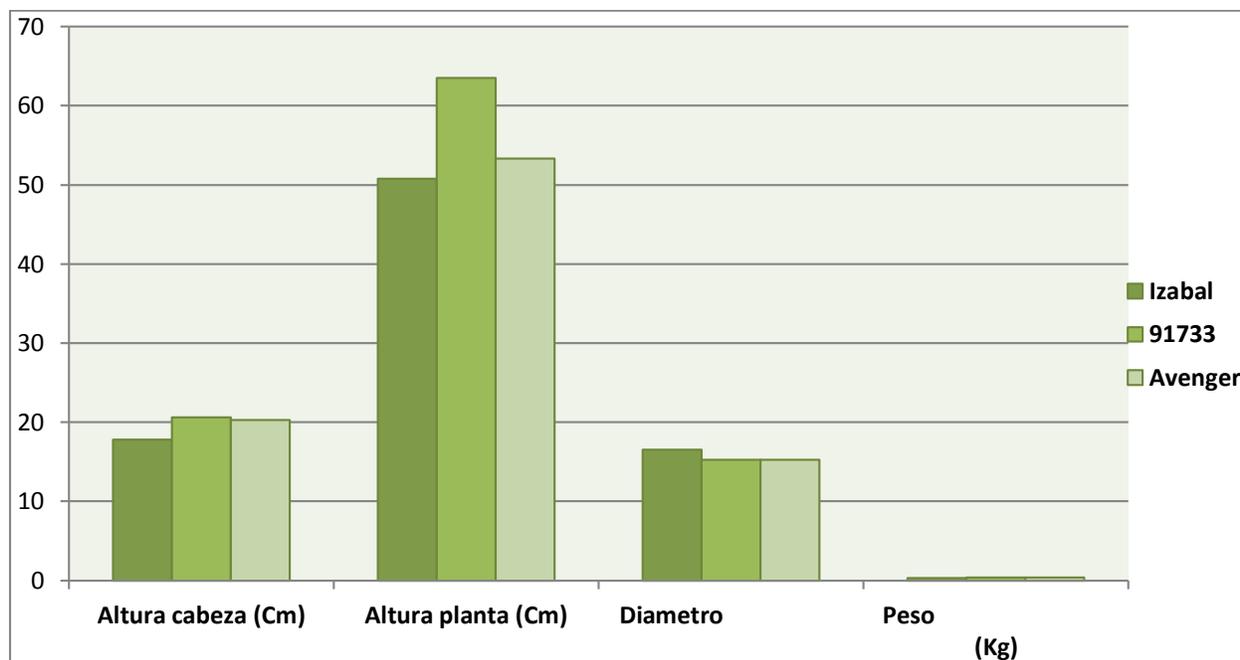
Cuadro 16. Datos tomados por material

Izabal	
Altura cabeza (Cm)	17.78
Altura planta (Cm)	50.8
Diametro pella (Cm)	16.51
Peso promedio (Kg)	0.318

Cuadro 17. Pesos tomados por material evaluado

Muestra	Peso pella (Kg)
a	0.33
b	0.31
c	0.32
d	0.37
e	0.26
Promedio	0.318

La figura 54 muestra la comparación de cada aspecto evaluado de todos los materiales y el testigo.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 54. Gráfica de comparación de materiales evaluados

La toma de datos en la estación experimental, para poder llevar uno de estos materiales a una fase semi comercial, esto quiere decir ya poder llevar semilla con los agricultores, se siguieron realizando pruebas ya con personas que cultivaban brócoli para mercado local y para mercado de exportación y el material no cumplía las características que se solicitaban para la exportación en congelado del brócoli.

3.2.6 EVALUACIÓN

- Se evaluaron nuevos materiales que ingresaron de brócoli y repollo a los cuales se les dio el seguimiento completo a lo largo de su ciclo, seguidamente se hizo una selección detallada con respecto a los datos obtenidos de que materiales cumplían las expectativas solicitadas por el mercado siendo estos con respecto al repollo los materiales 101 y 102. En relación al brócoli se descartaron los elegidos por la poca aceptación al mercado de exportación.
- Se lograron obtener materiales de brócoli y repollo que fueron más precoces para llegar a su punto óptimo de cosecha a diferencia que los materiales que se encontraban actualmente en el mercado, siendo esta una ventaja para el agricultor ya que pueden obtener más cosechas a lo largo del año.

- Se llevaron a cabo ensayos semi-comerciales con agricultores de distintas zonas teniendo buena aceptación para el mercado local de algunos de los códigos evaluados de repollo, se sigue creando más información de estos para un lanzamiento comercial.
- No se logró obtener ningún material de brócoli que superara al que actualmente se encuentra en el mercado debido a que la forma que este poseía no era la que se necesitaba en un mercado de exportación.

3.3 SERVICIO 2: MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE LECHUGA DE MANERA HIDROPÓNICA EN SISTEMA NFT

La Estación Experimental ha iniciado la búsqueda de nuevos sistemas productivos para el cultivo de la lechuga, actualmente se han orientado los esfuerzos a desarrollar de manera eficiente el cultivo en un sistema hidropónico. Este sistema tiene como objetivo reducir costos y aumentar rendimiento en menor cantidad de área, aunque conlleva un mayor control en la protección y nutrición vegetal (Malca G., O 2001).

El estricto control en este sistema causa la necesidad de asignar a una persona como responsable de la supervisión diaria del cultivo, además debe ser el encargado del control fitosanitario y nutricional.

3.3.1 OBJETIVO GENERAL

Encontrar un sistema adecuado para reducir costos y aumentar rendimientos en el cultivo de lechuga.

3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las variedades de lechuga que mejor se adapten a las condiciones de un sistema hidropónico.
- Obtener una producción rentable de lechugas en el sistema hidropónico.

3.3.3 RESULTADOS

Conseguir mayor sanidad de plantas sin uso de fungicidas en este sistema que a campo abierto con manejo.

3.3.4 METAS ESPERADAS

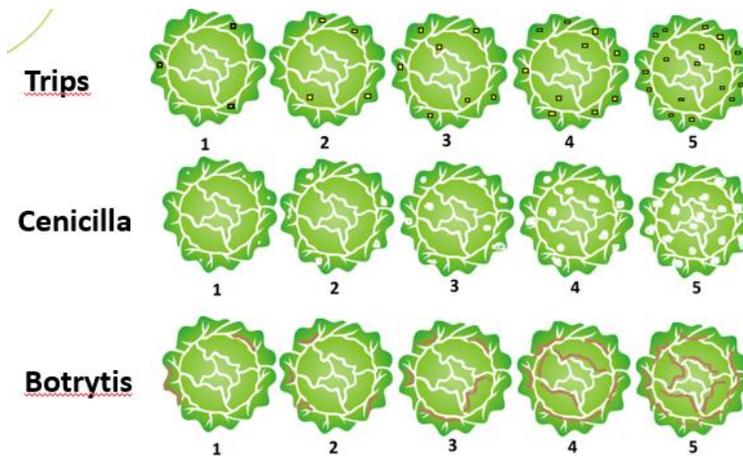
- Obtener una variedad de lechuga que pese al menos 6 onzas en el sistema hidropónico.
- Obtener una producción de lechugas en un ciclo de 32 días.

3.3.5 INDICADORES

- Peso en onzas.
- Incidencia de Trips, Cenicilla y Botrytis.
- Días después de cosecha.

3.3.6 RESULTADOS OBTENIDOS

La figura 55 muestra la escala diagramática que se utilizó para observar el daño de trips, cenicilla y botrytis.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 55. Escala diagramática de daños.

- **Toma de datos:** Se realizaron tomas de datos de 10 lechugas por cada una de los materiales que se estaban evaluando, siendo estos 19 en total (ver figuras 56 a 58).



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 56. Fotografía de lechuga Var. Seurat RZ



Fuente: Elaboración propia, 2017

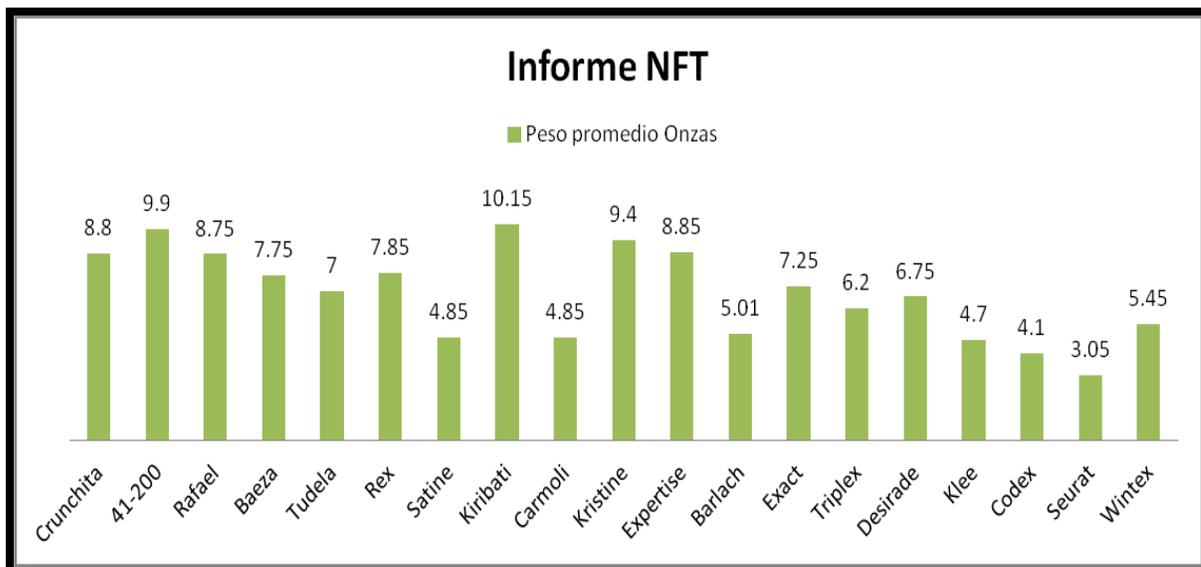
Figura 57. Toma de peso en onzas.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 58. Fotografía de lechuga recién extraída del sistema hidropónico.

- **Comparación:** La siguiente figura muestra la toma total de datos que se realizó con todos los materiales de lechuga.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 59. Pesos promedio de las variedades evaluadas.

3.3.7 EVALUACIÓN

- Se logró reducir el costo con respecto a la aplicación de productos nutricionales por medio de este sistema.
- Se redujo los días para cosecha con el sistema NFT debido a las condiciones climáticas y nutricionales en las cuales se realizó este.
- Se hizo una selección de las variedades que se adaptaron de mejor manera al sistema hidropónico NFT, realizando un catálogo específico de los nuevos materiales hidropónicos de la empresa.
- Se obtuvo lechugas que llegaron al peso idóneo exigido por el mercado para el proceso de estas.

3.4 SERVICIO 3: DÍAS DE CAMPO REALIZADOS PARA IMPULSAR NUEVOS HÍBRIDOS DE CHILE PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUUM*).

Gracias al desarrollo continuo de nuevos híbridos para distintos campos de la agricultura, en la estación experimental de Rijk Zwaan se desarrolló un nuevo plan para el inicio de materiales nuevos que se adaptan a un sistema de campo abierto en cuestiones de tomates y chiles pimientos y es por ello que surge la necesidad de la promoción y el desarrollo de estos.

Debido al poco personal con que cuenta la empresa para este tipo de actividades se solicitó el apoyo por parte del equipo de venta para crear actividades que contribuyeran para la promoción de nuevos materiales de chile pimiento que se escogieron en un proceso de evaluación.

3.4.1 OBJETIVO GENERAL

Promover el uso del nuevo material de chile pimiento en los sectores importantes para este cultivo en el país.

3.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar los sectores con más producción de chile pimiento en el país.
- Obtener una producción rentable de chiles pimientos con el nuevo material desarrollado.

3.4.3 RESULTADOS

Aceptación de los agricultores a los nuevos híbridos de chiles que se están desarrollando.

3.4.4 METAS ESPERADAS

- Obtener una variedad de chile pimiento que tenga una buena producción con respecto a la competencia.
- Obtener una planta de chile pimiento que sea resistente a las enfermedades que afectan a este cultivo.

3.4.5 RESULTADOS OBTENIDOS

Por medio de contactos de clientes se logró realizar una actividad en la cual se iba a promover el uso de los nuevos híbridos seleccionados en la empresa esta fue planeada desde

el momento del trasplante hasta las cosechas para que el agricultor se diera cuenta del desarrollo y la producción que estos materiales iban teniendo.

En las figuras 60 a 62 se muestran los materiales que se observaron en el día de campo, así como las personas que asistieron.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 60. Fotografía de nuevo híbrido de chile pimiento.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 61. Fotografía de código nuevo de chile pimiento.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 62. Fotografía de los días de campo.

3.4.6 EVALUACIÓN

- Se logró captar el interés de muchos agricultores de la zona, permitiéndonos la colocación de nuestros nuevos híbridos en sus lugares de siembra.
- Se observó una mayor tolerancia a las enfermedades que atacan este cultivo lo que es de una gran ventaja en el mercado.
- La producción de chiles pimientos promovidos no es mayor a la competencia, pero si es de mejor calidad lo cual también interesó a los agricultores.