


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man on a white horse, holding a staff. Above him is a golden crown with a cross on top. To the left is a golden castle tower, and to the right is a golden lion rampant. The background is a light blue sky with a green mountain range at the bottom. The Latin motto "CETERA SPES BIS CONSPICUA CAROLINA ACALITIA A COACCTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS HIDROPÓNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L.), COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL DAÑO PRODUCIDO POR LOS HONGOS DEL SUELO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA TIERRA DE ARBOLES S.A., SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

LUIS HALBANO FIGUERÓA ALFARO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS HIDROPÓNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L.), COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL DAÑO PRODUCIDO POR LOS HONGOS DEL SUELO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA TIERRA DE ARBOLES S.A., SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

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

POR

LUIS HALBANO FIGUERÓA ALFARO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M.A. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M. Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Br. Ind. Milton Juan José Caná Aguilar
VOCAL QUINTO	P. Agr. Cristian Alexander Méndez López
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, OCTUBRE DEL 2016

Guatemala, octubre de 2016

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 realizado en: EVALUACIÓN DE SUSTRATOS HIDROPÓNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L.), COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL DAÑO PRODUCIDO POR LOS HONGOS DEL SUELO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA TIERRA DE ARBOLES S.A. SACATEPÉQUEZ, 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 “



Luis Halbano Figueróa Alfaro

ACTO QUE DEDICO

A

DIOS

Por ser mi guía, estar siempre a mi lado y ayudarme a alcanzar esta meta, sin él no hubiera sido posible.

MIS PADRES

Halbano Figueróa y Rosa Alfaro, por haberme apoyado durante toda mi carrera, por su esfuerzo, sus consejos, palabras de aliento y por motivarme a alcanzar esta meta en mi vida, los amo.

MI HIJA

Danna Michelle Figueróa, por ser mi alegría, mi mayor inspiración y motivo para alcanzar este logro, que esto te motive a alcanzar tus sueños.

MIS HERMANAS

Julissa, Johana y María José, gracias por su apoyo y motivación en cada momento.

MIS SOBRINOS(AS)

Dulce María, Ángel Gabriel y Valentina, por la alegría y emoción que han llenado en mi corazón.

MI FAMILIA

Por estar pendientes de mis estudios y animándome a seguir adelante.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A

MI DIOS

Por tener un propósito para mi vida y nunca desampararme.

MIS PADRES

Por el esfuerzo que realizaron para que llegara a esta etapa mi vida, gracias por buscar siempre lo mejor para mí.

MI FAMILIA

Por apoyarme en todas mis decisiones y no dejarme solo en el cumplimiento de esta meta.

MI GUATEMALA

Por ser la tierra donde nací, y permitirme ver sus abundantes riquezas

**UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

Por darme la oportunidad de formarme como profesional.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Mi casa de estudios, gracias por los conocimientos brindados en mi formación como profesional.

TIERRA DE ARBOLES S.A.

Por la oportunidad que me brindó de realizar mi EPS y que esta información se de mucha utilidad para Uds.

AGRADECIMIENTOS

A

MI DIOS

Por darme sabiduría e inteligencia en el recorrido de mis estudios.

TASA S.A.

Por brindarme la oportunidad de realizar mi EPS en tan prestigiosas instalaciones.

ING. WENER OCHOA

Por su orientación, conocimientos y amistad brindados durante el desarrollo del EPS.

ING. IVAN DIMITRI

Por sus conocimientos brindados en la elaboración de mi investigación.

ING. EMILIO SAY

Por compartir sus conocimientos y brindarme la oportunidad de realizar mi EPS en tan prestigiosa empresa.

INGA. ALEJANDRA AGOSTO

Por ayudarme a formarme como profesional, por sus conocimientos profesionales, apoyo durante mi EPS y por su amistad brindada.

TRABAJADORES DE TASA

Lidia, Gerson, Don Augusto, Emiliano, Mincho, Chico, Genaro, Don Héctor, Sandra, gracias por brindarme su confianza, apoyo y amistad durante mi EPS.

MIS AMIGOS

Mariam, Aman, Erick, Centeno, Bardales, Daniel, Palencia, Mariela, Ángel, gracias por su amistad y compañerismo.

ÍNDICE DE GENERAL

Contenido	Página
CAPÍTULO I DIAGNÓSTICO DE LA FINCA SAN ANDRÉS, SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO	1
1.1.PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1 Ubicación Geográfica.....	3
1.2.2 Zona de Vida	3
1.2.3 Clima.....	3
1.2.4 Suelo.....	4
1.3OBJETIVOS.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos Especificos.....	5
1.4 METODOLOGÍA	6
1.4.1Fuentes Primarias.....	6
1.4.2 Fuentes Secundarias.....	6
1.5 RESULTADOS.....	7
1.5.1 Identificación de los principales problemas que enfrenta la finca San Andrés.....	7
1.5.2 Sistematización de la información obtenida de las fuentes primarias y secundarias	10
1.6 CONCLUSIONES	12
1.7 RECOMENDACIONES	12
1.8 BIBLIOGRAFÍA	13
CAPÍTULO II EVALUACIÓN DE SUSTRATOS HIDROPÓNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA CHINA (<i>Pisum sativum</i> L.), COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL DAÑO PRODUCIDO POR LOS HONGOS DEL SUELO	14
2.1 PRESENTACIÓN.....	15

Contenido	Página
2.2 MARCO TEÓRICO	16
2.2.1 Marco conceptual.....	16
2.2.2 Marco referencial	33
2.3 HIPÓTESIS	35
2.4 OBJETIVOS	35
2.4.1 Objetivo general.....	35
2. 4.2 Objetivos específicos	35
2.5 METODOLOGÍA	36
2.5.1 Material experimental.....	36
2.5.2 Tratamientos	36
2.5.3Diseño experimental	37
2.5.4 Modelo estadístico	38
2.5.5 Hipótesis estadísticas	38
2.5.2 Ubicación y distribución del área experimental	39
2.5.3 Manejo agronómico	40
2.5.4 Variables evaluadas.....	44
2.5.5 Análisis de la información	45
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
2.6.1 Rendimiento total	46
6.2.2 Rendimiento exportable	49
2.6.3 Incidencia de enfermedades.....	53
2.6.4 Costos de implementación.....	53
2.7 CONCLUSIONES	63
2.8 RECOMENDACIONES	64
2.9 BIBLIOGRAFÍA	65
2.10 ANEXOS	68
CAPÍTULO III SERVICIOS EJECUTADOS EN LA FINCA SAN ANDRÉS, SAN ANDRÉS ITZAPA CHIMALTENANGO	74
3.1 PRESENTACIÓN.....	75

Contenido	Página
3.2 Documentación de las diferentes actividades conforme la normativa Global G.A.P en la finca San Andrés.	76
3.2.1 Objetivos.....	76
3.2.2 Metodología.....	76
3.2.3 Resultados.....	77
3.2.4 Evaluación.....	91
3.3 Capacitación del personal conforme las normas Global G.A.P.....	91
3.3.1 Objetivos.....	91
3.3.2 Metodología.....	92
3.3.3 Resultados.....	92
3.3.4 Evaluación.....	95
3.4 Muestreos de Suelo para análisis de laboratorio.....	96
3.4.1 Objetivos.....	96
3.4.2 Metodología.....	96
3.4.3 Resultados.....	97
3.4.5 Evaluación.....	98
3.7 Bibliografía.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Plántula de arveja dañada por el Hongo Fusarium	8
Figura 2. Presencia de coyolillo (<i>Cyperis rotundus</i>) en cultivo de arveja dulce.....	9
Figura 3. Ubicación de la empresa Tierra de Arboles, S.A. y en la parte trasera la finca.....	33
Figura 4. Aleatorización de los tratamientos en campo.....	37
Figura 5. Fotografías del procedimiento para la elaboración de las áreas experimentales.....	40
Figura 6. Gráfica de rendimiento total de arveja china en sustratos hidropónicos y suelo.....	48
Figura 7. Gráfica de rendimiento exportable de arveja en sustratos hidropónicos y suelo.....	52
Figura 8. Registro semilla y siembra.....	78
Figura 9. Formato del registro aplicación de fertilizantes.....	79
Figura 10. Formato del registro monitoreo de plagas y enfermedades.....	80
Figura 11. Formato del registro aplicación de productos fitosanitarios.....	81
Figura 12. Formato del registro limpieza de uniformes de aplicación.....	82
Figura 13. Formato del registro de limpieza de equipo de aplicación.....	83
Figura 14. Formato del registro de calibración de bombas	84
Figura 15. Formato del registro de limpieza de instalaciones.....	85
Figura 16. Formato de registro de limpieza de vehículos	86
Figura 17. Formato del registro de limpieza de utensilios de cosecha.....	87
Figura 18. Formato del registro cosecha.....	88
Figura 19. Formato de registro Kardex de productos.....	89
Figura 20. Formato de registro salud del personal	90
Figura 21. Formato de registro de lavado de manos e higiene personal.....	91
Figura 22. Formato del registro capacitaciones.....	95
Figura 23. Resultado del análisis de suelos, finca San Andrés.....	97

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Análisis FODA sobre la finca San Andrés.....	11
Cuadro 2. Tratamientos evaluados, en la finca de la empresa Tierra de Árboles.....	36
Cuadro 3. Aplicación de fertilizantes durante el ciclo de cultivo	41
Cuadro 4. Aplicaciones de insecticidas durante el ciclo de cultivo	42
Cuadro 5. Aplicaciones de productos para el control de enfermedades durante el ciclo de cultivo.....	43
Cuadro 6. Resumen del análisis de varianza para rendimiento total en arveja china.	46
Cuadro 7. Prueba de medias Tukey para la variable rendimiento total en arveja china.....	47
Cuadro 8. Resumen de análisis de varianza para rendimiento exportable de arveja china en sustratos hidropónicos y suelo.....	50
Cuadro 9. Prueba de medias Tukey para la variable rendimiento exportable de arveja china en sustratos hidropónicos y suelo.....	51
Cuadro 10. Costos de producción parciales por hectárea de arveja china en sustrato hidropónico.	54
Cuadro 11. Costos de producción parciales por hectárea de arveja china en suelo.....	55
Cuadro 12. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en suelo.....	55
Cuadro 13. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en peat moss	56
Cuadro 14. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en bajazo de caña	57
Cuadro 15. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en cascarilla 50% y arena blanca 50%.....	58
Cuadro 16. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en bagazo de caña 50% y arena blanca 50%.....	59
Cuadro 17. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en bagazo de caña 25% y arena blanca 75%.....	60
Cuadro 18. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en arena blanca 100%	61
Cuadro 19. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en aserrín 50% y arena blanca 50%	62
Cuadro 20A. Rendimiento total de arveja china, producida en sustratos hidropónicos y en suelo.	68
Cuadro 21A. Rendimiento exportable de arveja china, producida en sustratos hidropónicos y en suelo.	70
Cuadro 22A. Incidencia de enfermedades en los distintos tratamientos.....	72
Cuadro 23. Cronograma de capacitaciones	93
Cuadro 24. Programa de capacitaciones al personal de la finca durante el periodo 2014-2015.....	94

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se realizó en la empresa Tierra de Árboles S.A. durante los meses de febrero a noviembre del año 2014. La empresa se dedica a la exportación de arveja china dulce (*Pisum sativum* L.) y ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.). Esta cuenta con fincas de producción de dichos cultivos, por lo que al iniciar el EPS, se realizó un diagnóstico de la finca San Andrés, propiedad de la empresa, ubicada en el departamento de Chimaltenango, esto con el fin de conocer los problemas y deficiencias dentro de los procesos de trabajo y así poderles dar una solución.

Con los resultados del diagnóstico se identificó como mayor problema la presencia de hongos en el suelo, por lo que impedían el crecimiento adecuado de las plántulas de arveja.

La investigación realizada, consistió en utilizar sustratos hidropónicos, como alternativa para combatir los hongos de suelo. El estudio abarcó un área de 248 m², en donde se realizaron paralelepípedos que luego fueron cubiertos por una capa de plástico para así poder aislar el suelo del sustrato. Se realizaron 14 tratamientos, en donde se utilizaron sustratos puros y combinaciones entre ellos. El manejo que se le dio al estudio fue el mismo que reciben en los campos de trabajo. El resultado obtenido del estudio fue que ninguno de los tratamientos en donde se empleó sustratos hidropónicos presentó incidencia de enfermedades.

Los servicios prestados en la empresa Tierra de Árboles S.A. consistieron en el seguimiento del protocolo GLOBAL G.A.P. dentro de la finca San Andrés, estos se realizaron para poder brindar mayor confianza al consumidor del producto, asegurando inocuidad, reduciendo uso de agroquímicos y dando seguridad y salud a los trabajadores, además de ser un requisito indispensable para exportar al mercado europeo.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA FINCA SAN ANDRÉS, SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO

1.1. PRESENTACIÓN

La empresa Tierra de Árboles S.A. se dedica a la Exportación de Arveja china, Arveja dulce, ejote francés y mini vegetales a los principales mercados del mundo (Norteamérica y Europa). Cuenta con una planta empacadora y oficinas administrativas en el Km. 40 carretera Interamericana. Los productos para empacar son proporcionados por las fincas propias y fincas asociadas. La empresa cuenta con hombres y mujeres capacitados en la materia, quienes deben de cumplir con buenas prácticas agrícolas que son indispensables para la exportación así como también para cumplir con la certificación más reconocida a nivel mundial global gap.

Estar certificados por las normas Global Gap es de gran importancia para la empresa, ya que le abre puertas a distintos mercados de todo el mundo. Para estar respaldados por dichas normas deben de cumplir con buenas prácticas agrícolas en cada proceso que se lleve a cabo dentro de la finca y en la planta. Por lo que cada año la empresa recibe la visita de un inspector externo, quien es de una empresa acreditadora de dichas normas; con el fin de examinar los distintos puntos de control y el cumplimiento de estas (Agosto 2014).

La finca San Andrés ubicada en el municipio de San Andrés Itzapa del departamento de Chimaltenango, es una de las fincas en donde se produce arveja dulce para exportación. Dicha finca cuenta con la certificación Global GAP, lo que permite un uso más eficiente de los recursos.

La observación en la finca y la información obtenida sirvió para realizar el diagnóstico y a priorizar las deficiencias y carencias que existen dentro de una empresa. Este se llevó a cabo durante el mes de Febrero del año 2014, el cual consistió en obtener información primaria y secundaria de la finca San Andrés. En base a esta información se identificaron problemas sobre los cuales se derivaron los servicios y el proyecto de investigación.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación Geográfica

Según el Instituto Geográfico Nacional (IGN) el municipio de San Andrés Itzapa, del departamento de Chimaltenango, cuenta con una extensión territorial de 60km², se localiza a 7 km de la cabecera departamental de Chimaltenango y a 61 km de la ciudad capital, se ubica sobre la Sierra Madre a 1,850 metros sobre el nivel del mar.

La Finca San Andrés cuenta con un área de 24 Manzanas. Su producción actualmente es de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) la cual será exportada al mercado norteamericano y europeo. La variedad de arveja dulce utilizada es la SL3123 denominada por la empresa como: 62 (Agosto 2014).

1.2.2 Zona de Vida

La finca San Andrés se encuentra dentro de la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB). La vegetación natural es típica de la parte central del altiplano de Guatemala, en donde se pueden encontrar arboles como *Quercus sp*, juntamente con *Pinus pseudostrobus*, pino ocote (*P. oocarpa*), encino (*Quercus aata*, *Q. pacayana*) cipres (*Cupressus lisitanica*) y arbustos.

1.2.3 Clima

El clima de la zona donde se ubica la finca San Andrés es templado. La temperatura media oscila entre los 15 °C y 20 °C. La precipitación anual promedio es de 1300mm/año (Santos 2012).

1.2.4 Suelo

De acuerdo con Simmons C.H., Tárano J.J. y Pinto J.H., los suelos de las fincas están incluidos dentro de la serie de suelos de Tecpán. Las características de este suelo son: el material madre es derivado de ceniza volcánica de color claro, presenta un relieve de casi plano ha ondulado, con buen drenaje interno y drenaje a nivel de perfil rápido, el suelo superficial es de color café oscuro, con textura franca. Espesor aproximado de 30 a 50 cm. Sin ninguna capa que impida la penetración radicular.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

- Describir el estado actual del área de producción en la finca San Andrés de la empresa Tierra de Árboles S.A., ubicada en el municipio de San Andrés Itzapa.

1.3.2 Objetivos Especificos

- Identificar los principales problemas productivos que enfrenta la finca San Andrés de la Empresa Tierra de Árboles, S.A.
- Sistematizar la información obtenida de las fuentes primarias y secundarias para realizar un análisis personal de la Finca San Andrés.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Fuentes Primarias

La Empresa donde se llevó a cabo el diagnóstico es Tierra de Árboles, S.A., la planta se encuentra ubicada en el km. 40 cruce a Santo Domingo Xenacoj. El Diagnóstico fue específico en la finca San Andrés que se encuentra ubicada en el municipio de San Andrés Itzapa del departamento de Chimaltenango. Se realizó una metodología convencional que consistió en: observaciones en cada una de las etapas desde la siembra hasta el despacho del producto en la planta empacadora.

Además se recolectó información general o específica mediante entrevistas y conversaciones con los trabajadores y encargado de la finca, ya que cada persona de estas cuentas con los conocimientos y experiencia en dichos procesos.

1.4.2 Fuentes Secundarias.

Se llevó a cabo una parte de la metodología participativa, en donde se recopiló información de años pasados sobre el progreso de la empresa con el fin de conocer los altibajos que ha tenido y en donde se enfocan las deficiencias.

Luego de obtener la información primaria y secundaria se realizó un análisis comparativo entre ambas para poder detectar los problemas en cada proceso que se lleva a cabo dentro de la finca.

Se realizó un análisis sistemático para resaltar las principales debilidades dentro de la finca y de la misma manera se brindaron posibles soluciones.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Identificación de los principales problemas que enfrenta la finca San Andrés.

A. Manejo Agronómico

- **Manejo de plagas y enfermedades:** La empresa cuenta con un plan de manejo integrado de plagas en donde se lleva un control de aparición de la misma conforme a la edad de la planta. En cuanto a las enfermedades también existe un programa sobre el cual se basa el encargado de finca y realiza aplicaciones preventivas y luego si se observa que la planta está infectada se realiza una aplicación de plaguicida para poder controlar la población de la enfermedad. Las enfermedades en el suelo siempre aparecen debido a la alta humedad relativa y alta temperatura, por lo que la enfermedad se desarrolla a su punto óptimo. Las enfermedades que más atacan a la plántula son: el complejo damping off (*Fusarium oxysporum*, *Pythium sp.*, *Rhizoctonia sp*), Mancha negra (*Ascochyta pisi*) y mancha café (*Botrytis sp*).



Figura 1. Plántula de arveja dañada por el Hongo Fusarium

Para el control de las plagas y enfermedades se utiliza principalmente el método químico, las aplicaciones de plaguicidas se deciden en base a umbrales ya establecidos y se determinan mediante el monitoreo semanal de la plantación, además el ingrediente activo del plaguicida debe de estar dentro del listados de los productos permitidos por el mercado importador.

- **Riego y fertilización:** el sistema de riego que se usa en la finca es a través de riego por goteo. La fertilización al suelo puede ser por medio de fertirriego. Se necesita a una persona que sepa de mantenimiento del motor, para que le pueda dar su mantenimiento semanalmente y evitar posibles problemas durante el tiempo de riego. Existe el problema que las mangueras son usadas en cierto lote de la finca en una producción, luego es recogida y se guarda y al siguiente ciclo se vuelve a utilizar y se pone en otro lote, esto conlleva que en la manguera ya usada no tiene ningún tipo de limpieza antes de volverla a poner, por lo que en esta pueden ir restos de semillas de malezas, enfermedades del suelo y algunas plagas.

- **Manejo de Malezas:** las malezas se controlan de manera preventiva, se aplica un herbicida antes de la siembra con acción pre-emergente para poder evitar el crecimiento de malas hierbas dentro del cultivo. Si luego de germinada la semilla se logra notar la presencia de malezas se procede al desmalezado manual ya que no existe un herbicida que sea selectivo y no dañe a la arveja. A continuación se muestra una imagen de la presencia de coyolillo dentro del cultivo de arveja.



Figura 2 Presencia de coyolillo (*Cyperus rotundus*) en cultivo de arveja dulce.

1.5.2 Sistematización de la información obtenida de las fuentes primarias y secundarias para la obtención de un análisis personal sobre la Finca San Andrés.

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Se aplica un manejo integrado de plagas -Existe disponibilidad de productos químicos en el tiempo que se necesitan. - El encargado de la finca posee el conocimiento y habilidad para realizar las tareas asignadas y poder sacar la producción adelante. -El encargado de la finca posee mucha experiencia con el cultivo de arveja. - Personal capacitado con las buenas prácticas agrícolas. -La finca cuenta con sistema de riego para cualquier época del año. - Se cuenta con las instalaciones para el proceso de producción de la arveja. - Se utiliza semilla certificada y tratada para la siembra - Existe disponibilidad de insumos. 	<p>Debilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> -El trips causa daños en la vaina y esta es rechazada. - Parte de la finca ha sido atacada por el hongo Fusarium. - No se le da el mantenimiento oportunamente a la bomba del sistema de riego.
<p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Comprador de producto, mercado europeo. - La finca está certificada por las Normas Global GAP. - Disponibilidad de mano de obra para 	<p>Amenazas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -.Existe restricción con el uso de productos fitosanitarios. - Se producen muchas heladas en el altiplano del país. - tener en cuenta la lista de los

trabajar dentro de la finca. - Condiciones climáticas adecuadas para el óptimo desarrollo de la arveja.	ingredientes activos que están permitidos por el mercado extranjero.
--	--

Cuadro 1. Analisis FODA sobre la finca San Andrés

Se debe de tener siempre a la mano la lista de los ingredientes activos que están permitidos, cuando se haga el pedido para aplicar en la finca.

Evaluar otros métodos de control aparte del químico para trips.

Evaluar otros métodos para el control de Fusarium o alternativas para mitigar el ataque de los hongos del suelo.

1.6 CONCLUSIONES

- Los principales problemas que afronta la finca San Andrés es el ataque por 1) plagas y enfermedades de la raíz, las cuales afectan cuando la plántula está en sus primeras semanas o ya se encuentra en pleno desarrollo y 2) seguimiento a las buenas prácticas agrícolas para asegurar un buen producto.
- Según la sistematización de la información proveniente de fuentes primarias y secundarias, es necesario priorizar en el control de plagas y enfermedades. Además, es necesario la supervisión de las buenas prácticas agrícolas dentro de la finca, para que el producto que sea exportado sea saludable para el cliente.

1.7 RECOMENDACIONES

- Supervisar las buenas prácticas agrícolas según el protocolo de las normas GLOBAL GAP en la finca San Andrés.
- Buscar otras alternativas para el control de hongos del suelo, como la hidroponía del cultivo de arveja, como parte del proyecto de investigación del EPS.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Agosto, A. 2014. Administración y calidad de la arveja (entrevista). Sumpango Sacatepéquez, Guatemala, Tierra de Árboles S.A., Supervisión de Calidad.
2. Chávez Can, M. 2013. Trabajo de graduación realizado en Grupo Hortícola de Exportación S.A. (GHORTEX S.A.) Sumpango, Sacatepéquez, diseño de un sistema de riego por goteo para la producción de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en la Finca Yerbabuena, San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Informe Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC. 180 p.
3. IGN (Instituto Geográfico Nacional. GT). 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. Francis Gall (comp.). Guatemala. tomo 1, Consultado 25 set 2016. Disponible en: <http://biblioteca.oj.gob.gt/digitales/26558.pdf>
4. Rodas Figueroa, L. 1998. Evaluación de once híbridos y doce líneas S3 de güicoy (*Cucurbita* sp.) en Zaragoza, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 76 p.
5. Santos Pérez, J. 2012. Trabajo de graduación realizado en Grupo Hortícola de Exportación S.A. (GHORTEX S.A.) Sumpango, Sacatepéquez, manejo de cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.). Informe Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC. 149 p.
6. Simmons, CH; Tárano, JJ; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirano Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS HIDROPÓNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L.), COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL DAÑO PRODUCIDO POR LOS HONGOS DEL SUELO

HYDROPONIC SUBSTRATES EVALUATION IN THE PRODUCTION OF SNOW PEAS (*Pisum sativum* L.) AS AN ALTERNATIVE TO MITIGATE THE DAMAGE CAUSED BY SOIL FUNGI.

2.1 PRESENTACIÓN

El cultivo de arveja china (*Pisumsativum* L.) se inició en Guatemala hace más de 20 años, es categorizado como un cultivo de exportación no tradicional dentro del país. El producto es exportado a mercados de América del Norte y Europa, por lo que cada vez se incrementa el número de productores y exportadores dentro de la región. De la misma manera se incrementan las plagas y las enfermedades del cultivo, por lo que se hace difícil obtener una alta producción.

Entre las enfermedades que afectan a la arveja están: mancha por *ascochyta* (*Ascochyta* sp), Mildiu polvoriento (*Erysiphepisi*), marchitez y pudrición por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum.*), Mildiu Velludo (*Peronosporapisi*), y pudrición por *Rhizoctonia* (*Rhizoctoniaspp*). De las distintas enfermedades las más difíciles de controlar son las que se encuentran en el suelo como: la marchitez de la arveja causada por el hongo *Fusarium oxysporium*, la pudrición causada por *Rhizoctonia* y las manchas foliares ocasionadas por *Ascochyta*. Estos hongos afectan el crecimiento de la planta causando una marchitez y por ende hay una pérdida en la producción. Este patosistema¹ se ve influenciado por distintos factores, tanto del cultivo, climáticos y factores que dependen del manejo agronómico. El manejo agronómico del cultivo tiene gran relevancia en el avance de las enfermedades dentro del ciclo del mismo.

El objetivo de esta investigación fue estudiar y analizar medidas para disminuir el daño producido por los hongos que se encuentran en el suelo, con el fin de obtener una producción alta, libre de enfermedades y con los requerimientos que exige el mercado internacional. Usar sustratos hidropónicos y combinaciones entre ellos es una alternativa, ya que éstos no reaccionan o no modifican sus características por la acción de un agente externo o químico y se encuentran limpios de cualquier plaga y enfermedad. Por lo que fue medido el rendimiento de la arveja e incidencia de los hongos en la planta. Dicha investigación se realizó en la empresa “Tierra de Árboles S.A.” durante los meses de octubre de 2014 a marzo de 2015.

¹ Patosistema: subsistema dentro del sistema parasitismo el cual está constituido por un hospedante susceptible, un patógeno virulento y un ambiente predisuesto a la enfermedad.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco conceptual

2.1.1.1 Generalidades del cultivo

La arveja china es una leguminosa originaria del mediterráneo y África Oriental; sin embargo algunos autores señalan que es originaria del continente Europeo, se cultiva para el consumo humano, utilizando las vainas tiernas cuando han alcanzado un largo entre 6-12 cm. Se cultiva en Guatemala en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Sololá, los cuales comprenden más de 95% de la producción nacional .Actualmente se encuentran más de 30 empresas dedicadas a la exportación de arveja china(Santos Pérez, J. 2012).

Según el Censo Agropecuario realizado por el INE en el 2003, existen más de 9,084 fincas dedicadas al cultivo de arveja china. Estas fincas obtienen en cada cosecha 130,316 quintales de producción (INE).

Se caracteriza por tener un hábito anual, con tallo herbáceo, sus hojas son compuestas, con dos o tres pares de folíolos, con un zarcillo terminal, de flores sencillas e insertadas en las axilas de las hojas. El fruto es en vaina, algo comprimida y terminada en una pequeña curva. Las semillas, numerosas en cada vaina, son casi esféricas.

Según la variedad, alcanza alturas de 50 a 175 cm ó más; por lo que existen variedades enanas y trepadoras de crecimiento indeterminado. La germinación se da entre 8 y 10 días, el inicio de la floración es a los 56 días. La producción de flores está relacionada con la producción de vainas. En la variedad Kakchiquel, se producen en promedio 23 flores y 22 vainas por planta; la formación de vainas ocurre entre los 60 y 100 días, la longitud de la vaina en promedio es de 8.61cm, el largo mínimo es de 8 y el máximo de 8.9 cm, las agroexportadoras exigen un tamaño de vainas entre 8 y 9 cm, esto indica que vainas de menor o mayor tamaño al requerido son catalogadas no comerciales (rechazo). El período de cosecha comienza a los 65 días después de la siembra, finalizando a los 100 días después de haberse sembrado (García, E. 1992).

Esta planta se adapta a una gran variedad de suelos con excepción de los muy arcillosos. Prefiere francos, franco arcilloso, fértil, profundo bien drenado, clima templado y frío, pH6.0 – 7.0, precipitación pluvial 800 – 1,200 mm, altitud 1,000 a 3,000 msnm, temperatura 10° C a 24° C, humedad relativa 70%, pendiente 50% (máxima) y luminosidad mínimo 1,500 horas por año. La siembra puede realizarse durante todo el año con riego, en condiciones nacionales va de agosto a abril.

Según la Organización de Agricultura y Alimentos (FAO) en el año 2006 la producción mundial de arveja china fue de 7, 665,721 toneladas métricas. Los 6 principales países consumidores son Francia (42%); Inglaterra (16%); Italia (11%); Holanda (11%); España (7%); y Bélgica (7%). El consumo mundial de arveja ha crecido en los últimos años con un ritmo promedio un 3% anual.

2.2.1.2 Clasificación botánica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Faboideae
Tribu:	Fabeae
Género:	<i>Pisum</i>
Especie:	<i>Sativum L.</i>
Nombre Común:	Arveja China

Fuente: Integrated system of classification of flowering plants.

2.2.1.3 Plagas y enfermedades

- a) **Mosca minadora:** *Liriomyza huidobrensis* Blanchard: de la familia Agromycidae, esta causa daño a la arveja china en estado adulto al ovipositar y en estado larvario al alimentarse.

Daño en vainas: el adulto intenta ovipositar en la vaina, lo que provoca pequeñas perforaciones. Las lesiones dejadas toman un color café claro, no mayores de 1mm de diámetro, las cuales crecen y permanecen en la vaina sin mayor cambio.

Daño en hojas: cuando los adultos ovipositan en las hojas y los huevos no son fértiles sólo se ve la lesión en forma de pequeños puntos de color café claro a amarillo. Cuando los huevos son fértiles, se desarrolla la larva, la cual se alimenta del tejido del parénquima de la hoja, entre la epidermis del haz y del envés, dejando una galería por donde se transporta la larva (García, E; Calderón, E; Álvarez, G. 1993.).

- b) **Trips de la vaina:** Thysanóptera, en Guatemala se han identificado 7 especies de trips, causando daños en arveja china, *Frankliniella* sp.. Estos afectan las hojas, flores y vainas, cuando efectúan sus hábitos de alimentación y de ovoposición o reproducción.

Daño en hojas: se caracterizan por pequeños puntos de color café, distribuidos en el envés de las hojas, dichos puntos son lesiones pequeñas de forma alargada no mayores a 1mm de diámetro, dispersas.

Daño en flores: se presentan pequeñas manchas de color café claro en los pétalos, distribuidos erráticamente en ambos lados de la flor, dando una apariencia de flor marchita o senescente.

- Daño en vainas:** a) La roncha se caracteriza por pequeñas protuberancias a manera de ronchas de color verde, que en la parte superior puede o no tener un punto de color café. Su tamaño es muy variable, depende de la madurez de la vaina y va desde 0.1 a 1.5 mm de altura y diámetros similares. Se encuentran aisladas o en grupos numerosos localizándose tanto en el haz como en el envés de la vaina. Este es síntoma característico de las ovoposiciones del insecto, ya que al colocar sus huevos perfora el tejido de la vaina, deja el huevo en su interior y cuando el insecto eclosiona deja una cicatriz necrótica en la parte superior. b) Las manchas negras son lesiones de forma alargada, semi-rectangulares, de color negro, dispersos en el tejido de la vaina. Dichas lesiones no llegan a tener un tamaño mayor de un mm de diámetro. Esta mancha es provocada por los trips al momento de la alimentación, especialmente de las ninfas recién eclosionadas o de los adultos que invaden las plantas. Los trips tienen aparato bucal raspador-chupador, por lo que al alimentarse raspan la epidermis y al brotar la savia succionan dejando la lesión expuesta, la cual posteriormente cicatriza y al caerle agua el tejido se oxida, dando la coloración café oscuro (García, E; Calderón, E; Álvarez, G. 1993.).
- c) **Afidos o pulgones:** los pulgones o áfidos *Myzus persicae*, causan cierto daño al alimentarse de las hojas de arveja, pero su principal efecto es la transmisión de virus de plantas infectadas a plantas sanas. Algunos virus pueden ser transmitidos en forma no persistente, en la cual los áfidos adquieren los virus en períodos cortos de alimentación (menos de un minuto) y lo transmiten en igual tiempo, sin que haya incubación del virus dentro del vector. Estos son los virus más frecuentes y los que más fácilmente se diseminan, puesto que muchas especies de áfidos pueden ser vectores aunque no colonicen al cultivo y llevar el virus a distancias largas en su búsqueda de alimentación (Gallo, R; Viana, O. 2005)
- d) ***Fusarium oxysporum*:** la enfermedad se caracteriza por la aparición de los síntomas de marchitamiento, acompañada del amarillamiento parcial de las hojas y

el doblamiento de los brotes hacia el lado de la planta enferma, en estados iniciales en las hojas puede observarse la mitad clorótica y la mitad de un color verde normal. Se observa además un enanismo de los brotes y disminución del crecimiento de la planta. Los síntomas de la enfermedad avanzan afectando la planta hacia arriba hasta causar un marchitamiento generalizado y la muerte. Un aspecto muy importante para el diagnóstico de la enfermedad que la diferencia fácilmente de otras enfermedades vasculares es una coloración blanquecina, amarillenta o marrón en los haces vasculares y deshilachamiento en los tejidos sin afectar la medula.

La principal fuente de diseminación es el suelo contaminado, en donde el hongo puede sobrevivir muchos años a través de las clamidosporas. El agua puede ser un agente de diseminación del hongo, debido a su capacidad para sobrevivir en ese elemento; las esporas pueden germinar en ella y contaminar los reservorios. El aire puede transmitir el patógeno en suelo contaminado.

El marchitamiento vascular ocasionado por *Fusarium oxysporum* es una de las enfermedades más limitantes y que mayores pérdidas ocasiona en el mundo en los últimos años. Se puede controlar haciendo previamente un tratamiento de la semilla con Captan, 4 onz por 100 lb. Aplicar al suelo la solución de 4 lb de Captan por hectárea (3 lb por manzana) en 100 galones de agua, quitar la boquilla a la rociadora y aplicar en forma de chorro a la base de los tallos, 10 días después de la siembra (Carbonell, C; Cifuentes, D; Tello, J; Cenis, L. 1994).

e) **Rhizoctonia:** la enfermedad impide el desarrollo de la planta, la base del tallo se ve de color café oscuro. Esta produce lesiones necróticas que interfieren con el transporte de nutrientes, disminuyendo la emergencia y el rendimiento del cultivo. Los esclerocios son las estructuras de resistencia del patógeno, constituyen una importante fuente de inóculo para la planta que se desarrollará a partir de la infección. Se ha demostrado que este proviene de las plantas infectadas,

además de incrementar su nivel en el suelo. Al sacar las plantas se ven pocas raíces y colgando de ellas están algunos granitos de tierra. Esta ataca en la etapa de crecimiento de la planta. Su mayor diseminación es por el agua de lluvia que hace que lo que se encuentre en el suelo se distribuya (MAGA 2014).

De la misma manera la mecanización agrícola afecta grandemente a la distribución de la enfermedad en el suelo. El tratamiento de este hongo también puede ser con Captan aplicando a una dosis de 4 libras por hectárea.

f) *Ascochyta* sp.: ataca las hojas y vainas, produciendo manchas necróticas hendidas, esféricas y delimitadas por un halo oscuro. Las lesiones son circulares y alargadas en hojas, vainas y tallos. Las manchas que aparecen sobre las vainas se desarrollan en profundidad y pueden llegar a dañar las semillas.

A menudo se observan numerosos puntos negros dentro de las manchas, los cuales son las picnidias o cuerpos fructíferos del hongo. Bajo condiciones favorables, las manchas pueden crecer y afectar severamente el follaje de las plantas. El hongo sobrevive en forma de peritecios sobre rastrojos de cultivo o en el suelo, donde compete bien como saprófito con otros organismos. Las picnidias y peritecios expulsan sus esporas para infectar un nuevo cultivo cuando la temperatura del suelo disminuye y existe suficiente humedad para su diseminación (García, E. 1992).

2.2.1.4 Fertilización recomendada

Para obtener una producción de 20,000 lb de vainas por hectárea, el cultivo extrae del suelo 275 lb de nitrógeno, 100 lb de fósforo y 175 lb de potasio. Parte del nitrógeno el cultivo lo obtiene del aire por medio de sus nódulos nitrificadores. Para llevar un plan de fertilización lo recomendable es contar con un análisis de suelo y de acuerdo con este los requerimientos del cultivo aplicar la fórmula conveniente.

Un plan de fertilización recomendable es el siguiente.

- 1) 10 días antes de la siembra aplicar 6 quintales por hectárea de fertilizante 15 – 15 – 15 ò 3 quintales de 10 – 30 – 10, (4 quintales de 15 – 15- 15 o 2 quintales de 10 – 30 – 10 por manzana).
- 2) A los 40 días después de la siembra aplicar 6 quintales de nitrato de calcio y 3 quintales de muriato de potasio 0- 0 – 60, por hectárea, distribuyendo en banda lateral a lo largo de las hileras separado 10 cm. de la base de los tallos y enterrando 5 cm.
- 3) Efectuar de 5 a 6 aplicaciones de fertilizante foliar completo con elementos menores, la primera aplicación a los 15 días de la siembra y las siguientes a intervalos de 10 días (Gudiel, V. 2015).

2.2.1.5 Hidroponía

La palabra hidroponía se deriva del griego *hidro* (agua) y *ponos* (labor o trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua. Se dice del método de cultivo industrial de plantas que en lugar de tierra utiliza únicamente soluciones acuosas con nutrientes químicos disueltos, y sustratos estériles (arena, grava, vidrio molido...), como soporte de la raíz de las plantas. Los cultivos hidropónicos son muy útiles en zonas especialmente áridas (Fernández, M. 2010).

La hidroponía o cultivo sin tierra, es una forma sencilla, limpia y de bajo costo, para producir vegetales de rápido crecimiento y generalmente ricos en elementos nutritivos. Con esta técnica de agricultura a pequeña escala se utilizan los recursos que las personas tienen a la mano, como materiales de desecho, espacios sin utilizar y tiempo libre (INCAP).

El desarrollo de los cultivos en sistemas hidropónicos tiene una serie de ventajas sobre los que tradicionalmente se usan, algunas son las siguientes:

- a) La calidad y presentación de los productos obtenidos es superior a la de los cultivados en tierra.
- b) La superficie utilizada es menor y se obtiene la misma cantidad de producción.
- c) Puede multiplicarse aún más el espacio si se realizan instalaciones superpuestas.
- d) El ciclo de cultivo es más corto.
- e) La planta se desarrolla más rápido, debido a la disponibilidad de los nutrientes.
- f) Las plantas desarrollan poco sus raíces pues están directamente en contacto con los nutrientes, logrando un crecimiento extraordinario de tallos, hojas y frutos.
- g) Requiere mucho menor mano de obra, ya que no es necesaria la remoción del suelo, efectuar trasplantes, limpiar el cultivo de malezas, aplicar fertilizantes, etc. reduciéndose además las tareas de recolección de los frutos.
- h) Mantiene el cultivo en un medio fitosanitario extraordinariamente bueno.
- i) Facilita el control de las plagas en los cultivos.
- j) Resuelve el problema del cansancio del suelo.
- k) El Cultivo se encuentra libre de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.
- l) Los costos de producción se reducen.
- m) Se puede producir en cualquier época del año.

Algunas desventajas de la hidroponía son las siguientes:

- a) Es necesario tener conocimiento de nutrición vegetal y desarrollo de los cultivos en general.
- a) Se necesita asesoría técnica profesional.
- b) Requiere tener conocimiento sobre factores climáticos.
- c) Para su manejo a nivel comercial, es indispensable el conocimiento técnico combinado con la comprensión de los principios de fisiología vegetal y de química orgánica.
- d) Desde el punto de vista comercial, la inversión es relativamente alta.

- e) Se necesita conocer y manejar la especie que se cultive en el sistema.
- f) Es indispensable el abastecimiento continuo de agua.
- g) Requiere una alta vigilancia contra parásitos, bacterias, hongos y contaminación.

Existen 3 sistemas de cultivos sin tierra:

- a) **En medio líquido (raíz flotante):** las raíces están sumergidas en solución nutritiva, en la cual se regula constantemente su pH, aireación y concentración de sales.

- b) **En sustrato sólido inerte (raíz anclada en sustratos):** en lugar de tierra se emplea algún material denominado sustrato, el cual no contiene nutrientes y se utiliza como un medio de sostén para las plantas.

- c) **Aeroponía (raíz suspendida en el aire):** las raíces se encuentran suspendidas al aire, dentro de un medio oscuro y son regadas por medio de nebulizadores, controlados por temporizadores (De León, E. 2008).

2.2.1.6 Propiedades físicas de los sustratos

Según García, (2006); sugiere los valores “ideales” para un sustrato (como porcentaje del volumen total): el total de espacio poroso (PT) sería 85 %; porosidad del aire (PAI) 10-30 %; agua fácilmente disponible (AFD) 20-30 %; y capacidad buffer del agua (agua de reserva) (AR) 4-10 %.

- a) **Granulometría:** el tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría.

b) Porosidad: es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente en determinadas condiciones.

El grosor de los poros condiciona la aireación y retención de agua del sustrato. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, por lo que el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado.

c) Agua fácilmente disponible: es la diferencia entre el volumen de agua retenido por el sustrato, después de haber sido saturado con agua y dejado drenar a 10 cm de tensión matricial y el volumen de agua presente en dicho sustrato a una succión de 50 cm de capacidad de absorción. El valor óptimo para el agua fácilmente disponible oscila entre el 20 y el 30% del volumen.

d) Densidad: la densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina densidad aparente.

Esta indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0,7-0.1) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura.

e) Estructura: puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales o bien fibrilares. La primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la

forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de las fibras. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conservan formas rígidas y no se adaptan al recipiente pero tienen cierta facilidad de cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas (Infoagro 2013).

2.2.1.7 Propiedades químicas de los sustratos

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces.

- a) **Capacidad de intercambio catiónico:** se define como la suma de los cationes cambiables que pueden ser adsorbidos por unidad de peso (o de volumen) del sustrato. Dichos cationes quedan así retenidos frente al efecto lixivante del agua y están usualmente disponibles para la planta.

La capacidad de los sustratos orgánicos para adsorber cationes metálicos depende del pH: Cuando más alto es el pH, más elevada es la capacidad de intercambio catiónico. Para una turba rubia, la capacidad de intercambio catiónico se incrementa desde 50 hasta 100 meq/100 g cuando el pH aumenta desde 3.5 hasta 5.5 (Gallo, R; Viana, O. 2005).

- b) **Salinidad:** la salinidad de una solución acuosa se mide por su contenido en sales disueltas (mg/l o ppm) o, más comúnmente, por su capacidad para conducir la corriente eléctrica o conductividad (en milisiemens por cm, mS/cm).

El efecto más común de la salinidad, es un retraso general en el crecimiento de la planta, aunque no todas las partes de la planta son afectadas igualmente, el crecimiento aéreo muy a menudo se suspende más que el crecimiento de la raíz (Gallo, R; Viana, O. 2005).

- c) **pH:** en sustratos orgánicos, el rango óptimo de pH para el crecimiento de plantas está entre 5,0 y 6,5, lo que no excluye que no puedan crecer satisfactoriamente fuera de ese intervalo (Gallo, R; Viana, O. 2005).
- d) **Relación carbono/nitrógeno:** se usa tradicionalmente como un índice del origen de la materia orgánica, de su madurez y de su estabilidad. Los daños que aparecen sobre las plantas cultivadas en materiales orgánicos inmaduros son, en parte por una inmovilización del nitrógeno como a una baja disponibilidad de oxígeno en la rizosfera. Esta situación está provocada por la actividad de los microorganismos, que descompone los materiales orgánicos crudos y utilizan el nitrógeno para la síntesis de sus proteínas celulares (Gallo, R; Viana, O. 2005).

2.2.1.8 Tipos de sustratos

El término sustrato que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno.

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Infoagro 2013).

B. Orgánicos

- **Aserrín:** este sustrato es muy abundante y de bajo costo en algunos países de Latinoamérica, sobre todo el aserrín de maderas tropicales. Dado el desconocimiento que se tiene de su procedencia no es muy utilizado. Sin embargo este sustrato tiene una retención de humedad de un 54%, lo que lo hace ideal para climas templados y seco (HydroEnvironment. 2014b).

No todos los aserrines ofrecen buenas condiciones para el cultivo hidropónico, pues sólo si éste fue sometido a un proceso de eliminación de sustancias tóxicas (como los taninos que se encuentran presentes en algunas maderas) será sostenible.

- **Fibra de coco:** esta se encuentra dentro de los residuos agroindustriales de origen tropical; se genera después de que el fruto del cocotero ha sido procesado con fin de obtener las fibras más largas. La fibra de coco es empleada en hidroponía por la alta relación de carbono/nitrógeno que tiene, permitiendo que se mantenga químicamente estable. La retención de humedad que alcanza es muy buena, con un 57%(HydroEnvironment. 2014).

Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6,3-6,5) y una densidad aparente de 200 kg/m^3 , su porosidad es bastante buena y debe ser lavada antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee (Infoagro 2013).

- **Cascarilla de arroz:** esta se utiliza fundamentalmente con grava, ya que este es muy liviana y su capacidad de retención de humedad es baja, con un 40% (después de ser mezclada).

La principal función de esta mezcla es favorecer la oxigenación del sustrato. Si se utiliza cascarilla de arroz es recomendable hacer un proceso de desinfección

química o anaerobia, con el fin de eliminar partículas pequeñas, así como hongos, larvas de insectos u otro microorganismo que pueda ocasionar la contaminación del cultivo hidropónico.

La cascarilla de arroz mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilita la aireación, la absorción de humedad y filtrado de nutrientes, también beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra. El 83% de las partículas tienen un diámetro medio que va desde 1.70 hasta 2.90 mm.

- **Cascarilla de café:** es un sustrato de baja capacidad de retención de humedad, pero es bueno para la oxigenación; su principal desventaja es su corta vida, pues se descompone en pocos días.

- **Bagazo de caña:** es la principal fuente energética para la fermentación, favorece y multiplica la actividad microbiológica, es rica en potasio, calcio y magnesio, contiene gran cantidad de boro. Tiene alta capacidad de retención de agua, porosidad bastante buena y debe de ser asperjado con insecticida antes de su uso, debido a que atrae gran cantidad de insectos por sus características organolépticas. En Guatemala el este sustrato es abundante debido a que existe producción de caña de azúcar.

- **Peatmoss:** es un material de importación fabricado ampliamente en Canadá, que posee características similares a las de fibra de coco. No requiere de ningún proceso y es muy utilizado para la germinación y desarrollo por sus características físicas con una excelente retención de humedad (70%) (HydroEnvironment. 2014).

C. Inorgánicos

- **Piedra pómez:** es un material disponible en países con yacimientos volcánicos. Posee una retención de agua de un 38%, tiene una buena estabilidad física y gran durabilidad y desde el punto de vista biológico es un material completamente libre de microorganismos, lo que le hace atractivo para el uso en cultivos muy delicados y susceptibles a agentes biológicos parasitarios como las flores.
- **Grava:** está constituida por pequeñas partículas que se obtienen de materiales triturados procedentes de depósitos naturales o canteras, las que se utilizan en la hidroponía miden alrededor de 1 a 2 mm de diámetro. La grava proporciona una excelente aireación; sin embargo la retención de humedad es muy escasa, cercana a un 17% aproximadamente.
- **Roca volcánica:** es un material rojizo, de origen volcánico, ligero y con una apariencia esponjosa. En varios países semi-tropicales se utiliza con gran éxito, sin embargo posee partículas muy pequeñas las cuales tienen que ser eliminadas mediante lavados para evitar que se encharque el cultivo. La capacidad de retención de agua es de un 49%. El tamaño recomendado debe encontrarse entre 5 y 15 mm.
- **Arena de río:** Este material heterogéneo cuenta con una capacidad de retención de agua del 56% y para que sea utilizado en hidroponía se recomienda adquirir arena de 0.5 - 2 mm. Dicho sustrato se emplea junto a un material que tenga buena retención de humedad para mejorar sus características físicas y poder mantener humedad en la zona radicular.
- **Perlita:** es básicamente un silicato de aluminio de origen volcánico, de color blanco a grisáceo, que tiene una baja densidad y buenas propiedades; tiene una retención

de humedad de 63% y algunas de sus grandes ventajas como sustrato son la capacidad que presenta para mantener la humedad constante a lo largo de la zona radicular y una excelente aireación gracias a su porosidad.

- **Vermiculita:** es un silicato de aluminio con una estructura laminar, que tiene una capacidad de expansión de hasta doce veces su volumen. Se utiliza y es recomendable para lugares de clima cálido debido a que tiene una capacidad de retención de humedad del 68%.
- **Arcillas expandidas:** estas son de gran utilidad para el cultivo de orquídeas y una de sus principales características es que presenta un pH neutro, además de tener una buena capacidad de drenaje libre y proporcionar una buena aireación.
- **Lana de roca:** esta se obtiene de pequeñas fibras hechas de roca, tiene la capacidad de retener humedad de hasta un 78% y es muy ligera, permitiendo que la raíz tenga un buen desarrollo (HydroEnvironment. 2014).

2.2.1.9 Antecedentes históricos de la hidroponía

Según Fernández M. (2010). En su trabajo de graduación: Evaluación de sustratos de fibra de madera de pino frente a sustratos convencionales en cultivo hidropónico de tomate, concluyó:

El sustrato fibra de madera no presenta diferencias en cuanto a producción y calidad de tomate en comparación con los sustratos convencionales perlita y fibra de coco. Dicho sustrato pierde menos materia seca, manteniendo niveles bajos de humedad, en cuanto a la materia orgánica, aunque parten de valores iniciales más elevados que la fibra de coco. La fibra de pino, puede ser utilizada como sustrato alternativo con los mismos rendimientos que la fibra de coco y la perlita.

Según Mendoza M. (2005). En su trabajo de graduación: Composición nutricional, características sensoriales y vida de anaquel del tomate (*Lycopersicum esculentum*) cultivado en sustrato orgánico, hidropónico y convencional. Concluyó:

Existen diferencias significativas en la cantidad de nutrientes; sodio y zinc; de los tomates cultivados en sustrato orgánico, hidropónico y convencional. Además el tipo de sustrato utilizado para cultivar los tomates no tiene relación con la apariencia general de los tomates, mientras que el promedio la vida de anaquel del tomate hidropónico es mayor de 28 días a temperatura ambiente y mayor a 30 días en refrigeración.

Según Martínez C. (2008). En su trabajo de graduación: Evaluación agrotécnica y económica de *Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle como un sustrato alternativo para la producción de plántulas en pilón y cultivos hortícolas en hidroponía bajo invernadero. Concluyó:

- a) Las dieciséis combinaciones de residuos de *Hydrilla verticillata* y perlita presentaron propiedades físicas, químicas y biológicas muy parecidas entre sí, destacándose a manera general los residuos degradados en 30 días y combinados en proporción 85% y 15% respectivamente, siendo este sustrato el que presentó mayor similitud con la turba de Sphagnum.
- b) Económicamente todos los sustratos elaborados a base de *Hydrilla verticillata* son Q. 0.51 centavos más baratos, que la turba comercial de Sphagnum, por lo cual puede utilizarse como sustrato alternativo cualquiera de ellos obteniéndose mejores plántulas de chile pimiento en el sustrato con degradación en 30 días y combinado en proporciones 85% *hydrilla* y 15% perlita.

2.2.2 Marco referencial

La investigación se llevó a cabo en la finca que se encuentra en la parte trasera de la empresa Tierra de Arboles S.A., la cual está ubicada en el kilómetro 40, carretera Interamericana, entrada a Santo Domingo Xenacoj, del departamento de Sacatepéquez.

2.2.2.1 Ubicación geográfica del área experimental

Según Chávez (2013), el departamento de Sacatepéquez, se encuentra a 1,530 metros sobre el nivel del mar, cuenta con una extensión territorial de 465kilómetros cuadrados y se localiza a 54 kilómetros de la ciudad capital.

En la figura 3 se detalla la ubicación del área en donde se llevó a cabo la investigación.



Figura 3. Ubicación de la empresa Tierra de Arboles, S.A. y en la parte trasera la finca.

2.2.2.2 Suelo

De acuerdo a Simmons, los suelos que se encuentran en la finca, están incluidos dentro de la serie de Tecpán, cuyas características son: el material madre es ceniza volcánica de color claro, presenta un relieve de casi plano a ondulado, con un buen drenaje interno y el drenaje a nivel de perfil es rápido, el suelo superficial es de color café oscuro, de textura franca a franca arenosa. Espesor aproximado de 30 a 50 cm, sin ninguna capa que impida la penetración y desarrollo de las raíces de las plantas.

2.2.2.3 Zona de vida

La finca “Planta” se encuentra dentro de la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB). Según Santos (2012), la vegetación natural es típica de la parte central del altiplano de Guatemala, que se caracteriza por la presencia de árboles de *Quercus sp.* Asociados generalmente con *Pinus pseudostrobus* y *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. maximinoi*, encontrándose también *Alnus jorellensis*, *Ostrya sp.*, *carpinus sp.*, *Pronus capulí*, *Quercus aata*, *Cupressus lisitanica*, *Arbutus xalapensis* y arbustos.

2.2.2.4 Clima

El clima donde se ubica la finca es templado, con presencia de aproximadamente 9 horas luz durante el día. Se marcan las estaciones de verano (época seca) e invierno (época lluviosa).

Según Santos (2012), la temperatura media oscila entre los 15 °C y 20°C; la temperatura máxima varía de 20 °C a 29 °C y la mínima entre 7 °C a 14 °C. La precipitación pluvial promedio es de 1,300 mm/año. El promedio de la velocidad del viento es de 13.5 km/h entre enero y junio y de 25 km/h entre junio y diciembre. El promedio de exposición solar es de 6.6 h/día, el promedio de enero a marzo es de 7.5 h/día y en época lluviosa es de 4h/día

2.3 HIPÓTESIS

Producir arveja china (*Pisum sativum* L.) en sustrato hidropónico, aumenta el rendimiento exportable y disminuye la incidencia de enfermedades en las plantas.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

Evaluar sustratos hidropónicos en la producción de arveja china (*Pisum sativum* L.), como alternativa para mitigar el daño producido por los hongos del suelo.

2. 4.2 Objetivos específicos

- 4.2.1 Evaluar el rendimiento total y exportable de arveja china en 8 tipos de sustratos y las combinaciones entre ellos.
- 4.2.2 Cuantificar la incidencia de las enfermedades presentes en las plantas producidas en sustrato hidropónico.
- 4.2.3 Realizar una comparación de costos parciales para los tratamientos evaluados.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Material experimental

La variedad utilizada fue la Kakchiquel, algunas de sus características son: Inicio de cosecha 70 – 72 días después de la siembra, altura de planta 1.30 – 1.60 m, número de nudos a primera flor 16, 1 vaina por nudo, vainas planas de 10 cm de largo y aproximadamente 9,550 – 11,375kg por hectárea. Esta variedad es la que se exporta y tiene bastante mercado para los productores guatemaltecos. Los productos fitosanitarios y fertilizantes que se usaron son los que permite el mercado exterior.

2.5.2 Tratamientos

Se llevaron a cabo 14 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, los cuales se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados, en la finca de la empresa Tierra de Árboles.

Tratamiento	Cantidad Volumen /Volumen
1. Suelo	100
2. Bagazo de caña de azúcar	100
3. Arena blanca	100
4. Aserrín	100
5. Peatmoss	100
6. Cascarilla de arroz	100
7. Peatmoss y arena blanca	50/50
8. Cascarilla y arena blanca	50/50
9. Cascarilla y peatmoss	50/50
10. Cascarilla y peatmoss	75/25
11. Bagazo de caña de azúcar y arena blanca	50/50
12. Bagazo de caña de azúcar y arena blanca	25/75
13. Aserrín y arena blanca	50/50
14. Aserrín y arena blanca	75/25

2.5.3Diseño experimental

Para este experimento se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones cada tratamiento. Los tratamientos fueron distribuidos en las unidades experimentales dentro de cada bloque, así cada bloque constituyó una repetición.

Se escogió este diseño debido a que se necesita bloquear la gradiente de la pendiente en campo. El objetivo de este es reducir hasta donde sea posible la variabilidad dentro de cada bloque y así evitar que los efectos de tratamientos se vean enmascarados o confundidos por las diferencias de las unidades experimentales.

La distribución de los tratamientos dentro de cada bloque se muestra en la figura 4.

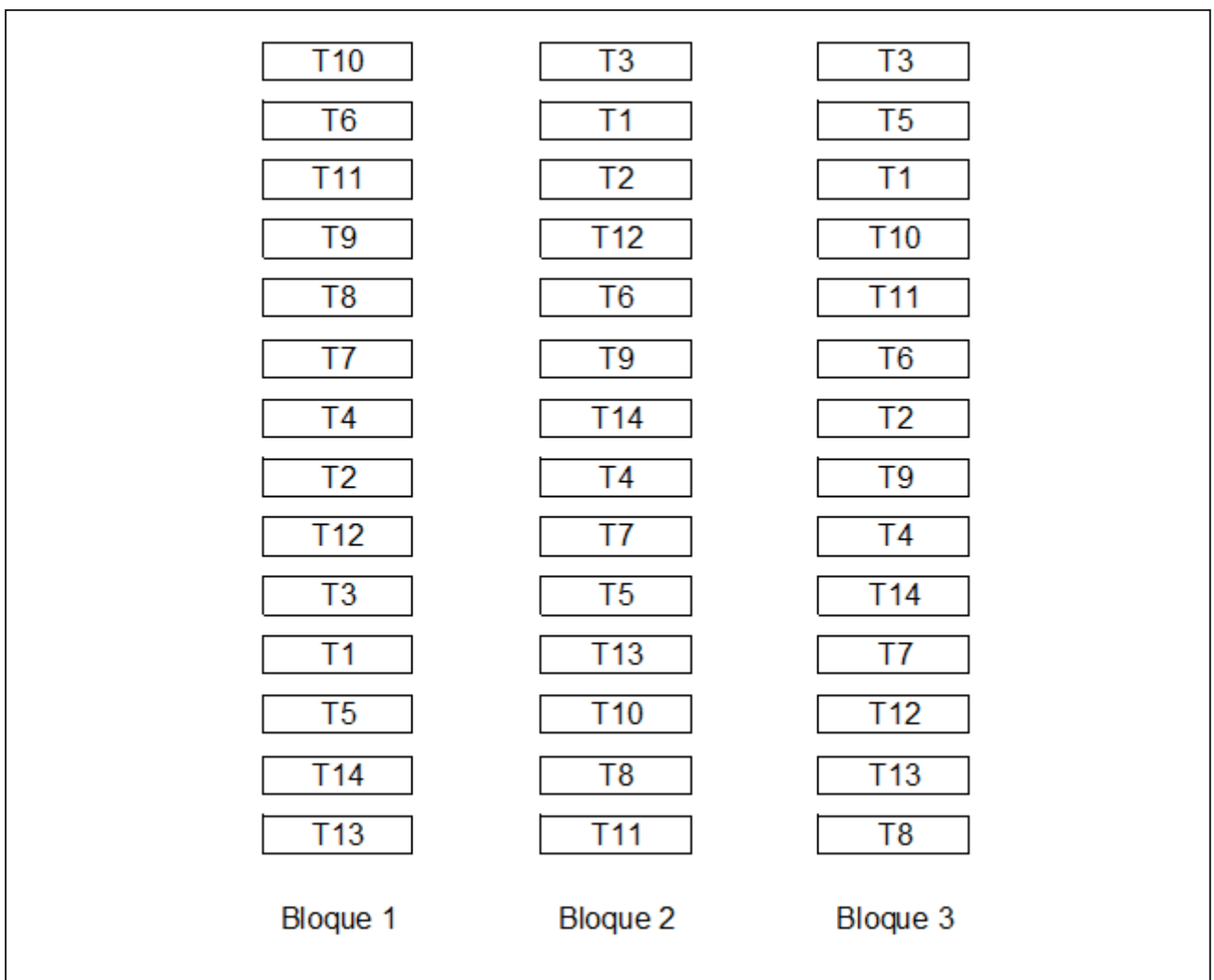


Figura 4. Aleatorización de los tratamientos en campo.

La unidad experimental consistió en 1 metro cuadrado, con un total de 10 plantas por unidad experimental. Con un total de 42 unidades experimentales.

2.5.4 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} + \eta_{ijk}$$

DONDE:

Y_{ijk} Variable de respuesta medida en la i,j-ésima Unidad Experimental

μ Valor de la media general

T_i Efecto 0 del i-ésimo tratamiento

B_j Efecto del j-ésimo bloque

ε_{ij} Error experimental asociado a la i,j-ésima Unidad Experimental.

η_{ijk} Error de muestreo

2.5.5 Hipótesis estadísticas

- a) Al menos uno de los tratamientos (sustratos y combinación entre ellos) produce diferencias significativas en cuanto a la producción de arveja china.
- b) Al menos uno de los tratamientos no presenta incidencia de enfermedades en las plantas de arveja china.
- c) Al menos uno de los tratamientos presenta bajos costos parciales para la producción de arveja china

2.5.2 Ubicación y distribución del área experimental

Cada tratamiento y sus respectivas repeticiones fueron realizados de la siguiente manera: se hicieron 42 paralelepípedos (prisma de seis caras, cuyas bases son paralelogramos, iguales y paralelos dos a dos.) en el suelo. Dichos contaban con 1 metro de ancho x 1 metro de largo x 0.15 metros de alto. Entre cada uno se dejó 1 metro de separación, tanto entre bloques como entre tratamientos. Cada bloque contaba con 30 metros de largo x 1 metro de ancho, teniendo un área de 8 metros de ancho total, lo cual resultaba en 240 metros cuadrados, como total del área experimental. Con esto se constituyeron 14 tratamientos y 3 repeticiones.

En la figura 5 se muestran las fotografías del procedimiento llevado a cabo para la elaboración de las áreas experimentales.

En la figura 5a se muestra los paralelepípedos distribuidos, los horizontales representan las 3 repeticiones de cada tratamiento y los verticales representan a cada uno de los 14 tratamientos, aleatorizados respectivamente. La totalidad del área experimental se recubrió con un plástico negro calibre 6 milímetros, para poder aislar los sustratos del suelo, como se muestra en la figura 5b. Se realizó la aleatorización de los tratamientos y se procedió a agregar los sustratos en los respectivos paralelepípedos, la figura 5c muestra el resultado de la distribución.



Figura 5. Fotografías del procedimiento para la elaboración de las áreas experimentales.

2.5.3 Manejo agronómico

La siembra se realizó el 7 de noviembre de 2014. Se aplicó riego durante todo el ciclo de vida de la planta, y de la misma manera la solución nutritiva. El riego se realizaba cada dos días y mediante éste se transportaba la solución nutritiva.

2.5.3.1 Fertilización

La solución con macro y micro nutrientes se aplicó solo a los tratamientos en donde se utilizó sustrato. En el cuadro 3 se presentan las aplicaciones de fertilizantes durante el ciclo de cultivo.

Cuadro 3. Aplicación de fertilizantes durante el ciclo de cultivo

	Fecha	Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Dosis
1	22/12/2014	Raizal	NPK+Menores	100cm ³ /16 l de agua
2	08/01/2014	CaB	Calcio-Boro	100 cm ³ /16 l de agua
3	08/01/2014	Nitrato de Potasio	N-K	2.2kg/0.12 ha
4	13/01/2015	CaB	Calcio-Boro	100 cm ³ /16 l de agua
5	17/01/2015	CaB	Calcio-Boro	100 cm ³ /16 l de agua
6	22/01/2015	CaB	Calcio-Boro	100 cm ³ /16 l de agua
7	28/01/2015	CaB	Calcio-Boro	100 cm ³ /16 l de agua
8	09/02/2015	CaB	Calcio-Boro	100 cm ³ /16 l de agua
9	27/02/2015	CaB	Calcio-Boro	100 cm ³ /16 l de agua

En el cuadro anterior se presentan las aplicaciones de fertilizantes, en donde la 1-2, 4-9 se hicieron a nivel de follaje aplicando la dosis recomendada, a todos los tratamientos. La aplicación 3 se hizo a nivel del suelo por medio de fertirriego (aplicación de fertilizantes sólidos diluidos o líquidos, en los cultivos por medio del sistema de riego a presión o por goteo). Dicha fertilización se llevó a cabo en el tratamiento que contenía únicamente suelo.

Los tratamientos de sustratos no llevaron fertilizaciones dirigidas, ya que se administraba directamente la solución nutritiva y las aplicaciones foliares

2.5.3.2 Manejo de plagas

Durante el ciclo del cultivo se realizaron 9 aplicaciones de productos fitosanitarios, esto para tener un control preventivo, y en base a muestreos realizados antes de las aplicaciones. Dichas aplicaciones se realizaron a todos los tratamientos incluyendo el testigo. En el cuadro 4 se muestra las aplicaciones de insecticidas durante el ciclo de cultivo.

Cuadro 4. Aplicaciones de insecticidas durante el ciclo de cultivo

Fecha	Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Dosis
22/12/2014	Plural	Imidacloprid	25 cm ³ /16 l de agua
08/01/2014	Karate	Lambdacialotrina	12.5 cm ³ /16 l de agua
13/01/2015	Bralic	Extracto de ajo	25 cm ³ /16 l de agua
13/01/2015	Karate	Lambdacialotrina	12.5 cm ³ /16 l de agua
17/01/2015	Decis	Deltametrin	12.5 cm ³ /16 l de agua
22/01/2015	Bralic	Extracto de ajo	25 cm ³ /16 l de agua
22/01/2015	Exalt	Espinoace	25 cm ³ /16 l de agua
28/01/2015	Bralic	Extracto de ajo	25 cm ³ /16 l de agua
28/01/2015	Exalt	Espinoace	25 cm ³ /16 l de agua
09/02/2015	Exalt	Espinoace	25 cm ³ /16 l de agua
27/02/2015	Exalt	Espinoace	25 cm ³ /16 l de agua

En el cuadro anterior se presentan las aplicaciones de insecticidas, estas se realizaron con bomba de mochila y en el área foliar de la planta. Las aplicaciones se basaron en muestreos previos realizados, no se siguió el manual sugerido por la empresa, ya que se optimizaron los recursos con dichos muestreos.

2.5.3.3 Manejo de enfermedades

Se realizaron 8 aplicaciones de fungicidas durante el ciclo de cultivo, con el fin de mantener un control preventivo. Estas se realizaron en todos los tratamientos. En el cuadro 5 se muestran las aplicaciones de productos para el control de enfermedades durante el ciclo de cultivo.

Cuadro 5. Aplicaciones de productos para el control de enfermedades durante el ciclo de cultivo.

Fecha	Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Dosis
22/12/2014	Captan	Captan	100 cm ³ /16 l de agua
08/01/2014	Captan	Captan	100 cm ³ /16 l de agua
13/01/2015	Bravo	Clorotalonil	100 cm ³ /16 l de agua
17/01/2015	Bordocop	Cobre Metalico	100 cm ³ /16 l de agua
22/01/2015	Bordocop	Cobre Metalico	100 cm ³ /16 l de agua
28/01/2015	Bordocop	Cobre Metalico	100 cm ³ /16 l de agua
09/02/2015	Bordocop	Cobre Metalico	100 cm ³ /16 l de agua
27/02/2015	Bordocop	Cobre Metalico	100 cm ³ /16 l de agua

Las aplicaciones mostradas en el cuadro 5 se realizaron con bomba de mochila. No se siguió el manual sugerido, ya que se tomó en cuenta el clima (frecuencia de lluvia) para realizar dichas aplicaciones y optimizar productos. Estos productos y sus correspondientes dosis, son los autorizados por la norma global GAP, para productos exportados a mercados europeos y americanos.

2.5.4 Variables evaluadas

2.3.4.1 Rendimiento total

Para la toma de datos de esta variable, se cosecharon todas las vainas durante el ciclo de producción el cual empezó a los 70 días y aproximadamente terminó a los 147 días después de la siembra. Después de la primera cosecha se realizaba corte cada 3 días.

2.3.4.2 Rendimiento exportable

Para el rendimiento exportable se tomó el peso de todas las vainas con características físicas y químicas adecuadas para exportación, de cada uno de los tratamientos durante toda la cosecha.

2.3.4.3 Incidencia de enfermedades

Para medir la incidencia de enfermedades en los distintos tratamientos se aplicó la fórmula de Ogawa (1986) la cual expresa el resultado en porcentaje. La Fórmula es la siguiente:

$$\text{Incidencia (I)} = (\text{No. de individuos infectados} / \text{total de individuos}) * 100$$

La toma de incidencia se realizó al momento de la floración.

2.5.5 Análisis de la información

2.5.1.1 Análisis estadístico

Para organizar y analizar los datos tomados de las variables en estudio: Rendimiento total, rendimiento exportable e incidencia de enfermedades, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA). El cual consiste en comparar dos o más medias. Debido a que existieron diferencias significativas entre los tratamientos se realizó una prueba de medias Tukey. El cual se utilizó para probar las diferencias entre medias de tratamientos.

2.5.1.2 Análisis económico

Se realizó un análisis comparativo entre los costos parciales de los tratamientos, describiendo cada uno de ellos. Se obtuvieron utilidades, rentabilidad bruta y se determinó así el tratamiento con los costos parciales más bajos y el rendimiento más alto.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Rendimiento total

Para la toma de datos de esta variable, se cosecharon todas las vainas durante el ciclo de producción el cual empezó a los 70 días y término a los 147 días después de la siembra. Para la variedad Kakchiqel después del primer corte se cosechó cada 3 días.

Con los datos obtenidos en el cuadro 20A se realizó un análisis de varianza, para saber cuál fue el mejor tratamiento, en cuanto a rendimiento total. Los resultados del análisis se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Resumen del análisis de varianza para rendimiento total en arveja china.

F.V.	F	p-valor
Modelo	4.43	< 0.0005
Bloque	4.28	< 0.0247
Tratamiento	4.46	< 0.0006
CV = 21.57		

Los resultados del análisis de varianza para esta variable demuestran que existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se realizó una prueba de medias (Tukey) para concluir cual fue el mejor tratamiento.

El coeficiente de variación (CV) obtenido en el análisis de varianza es de 21.57, lo que confirma que el manejo agronómico de la investigación fue bueno, aunque lamentablemente los límites de aceptación de la magnitud que puede tener un C.V. no están bien determinados, son criterios que varían con el interés del ensayo (campo <20%). Sin embargo según Diener (1,974.) lo recomendable es que mediante un correcto control

del error experimental y el buen cuidado del ensayo, se obtenga el menor C.V. posible. Con los datos obtenidos en el cuadro 6 se procedió a realizar el análisis post-andeva (criterio Tukey). En el cuadro 7 se muestran los resultados.

Cuadro 7. Prueba de medias Tukey para la variable rendimiento total en arveja china.

Tratamiento	Medias (kg/ha)	
T5 (Peat moss)	33,181	A
T2 (Bagazo de caña)	32,727	A
T8 (Cascarilla 50% y arena blanca 50%)	32,272	A
T11 (Bagazo de caña 50% y arena blanca 50%)	30,772	A
T12 (Bagazo de caña 25% y arena blanca 75%)	29,545	A
T3 (Arena blanca)	29,090	A
T13 (Aserrin 50% y arena blanca 50%)	29,090	A
T6 (Cascarilla de arroz)	27,727	B
T1 (Suelo)	23,863	B
T10 (Cascarilla de arroz 75% y peatmoss 25%)	21,954	B
T7 (Peatmoss 50% y arena blanca 50%)	19,863	B
T4 (Aserrin)	19,227	B
T 14 (Aserrin 75% y arena blanca 25%)	17,409	B
T9 (Cascarilla de arroz 50% y peatmoss 50%)	11,227	B

En la figura 6 se representan los resultados de cada tratamiento en cuanto al rendimiento total.

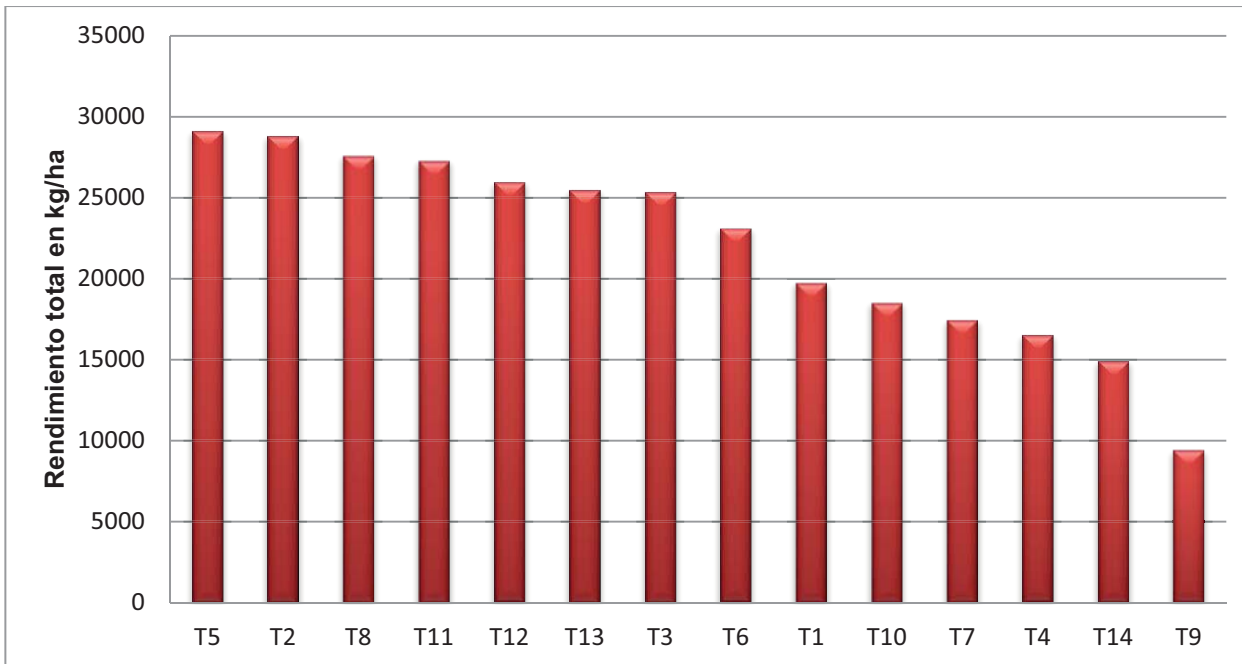


Figura 6. Gráfica de rendimiento total de arveja china en sustratos hidropónicos y suelo.

Se determinó que los mejores fueron: tratamiento 5 (Peatmoss) con una media de 33,181kg/ha, tratamiento 2 (Bagazo de caña) con una media de 32,727kg/ha, tratamiento 8 (Cascajilla 50% y arena blanca 50%) con una media de 32,272kg/ha, tratamiento 11 (Bagazo de caña 50% y arena blanca 50%) con una media de 30,772kg/ha, tratamiento 12 (Bagazo de caña 25% y arena blanca 75%) con una media de 29,545 kg/ha, tratamiento 3 (Arena blanca) con una media de 29,090kg/ha y tratamiento 13 (Aserrín 50% y arena blanca 50%) con una media de 29,100kg/ha. Según el análisis de medias estos tratamientos presentaron la literal “A”, lo que indica que estadísticamente, son los que tiene mayor producción total.

Debido a que el peatmoss (tratamiento 5) es químicamente inerte, pero posee valiosas características físicas como gran retención de humedad, durante el ciclo de cultivo siempre presento humedad y por ende tenía los nutrientes disponibles en cualquier momento en que la planta los necesitara, por lo que fue el de mayor producción.

Por otra parte el bagazo de caña (Tratamiento 2) tiene características físicas como gran retención de humedad, además de no ser químicamente inerte, ya que es rico en potasio, calcio y magnesio además de contener gran cantidad de boro. Es la principal fuente energética para la fermentación por lo que favorece y multiplica la actividad microbiológica, por lo cual presento buenos resultados siendo el segundo en la producción de arveja china (INFOAGRO 2010).

La cascarilla de arroz posee baja retención de humedad, pero en mezcla su principal función es favorecer la oxigenación del sustrato, absorción de humedad y filtrado de nutrientes. Mientras que la arena blanca cuenta con una retención de agua del 56% y favorece el desarrollo de raíces debido a su porosidad (INFOAGRO 2010). La mezcla de dichos sustratos en proporción de 50% respectivamente, resulto tercero en la producción de arveja china.

Otros sustratos que presentaron alta producción al final del ciclo de cultivo fueron combinaciones entre los ya descritos, (Bagazo de caña y Arena Blanca 50/50%, 25/50% respectivamente y Arena blanca). El último tratamiento en presentar la mayor producción de arveja fue Aserrín 50% y Arena blanca 50%, lo que ayudo en esta combinación fue que ambos sustratos tienen alta retención de humedad, y al ser así los nutrientes se encuentran disponibles en el momento que la planta los necesite.

6.2.2 Rendimiento exportable

Para el rendimiento exportable se tomó el peso de todas las vainas con características físicas y organolépticas adecuadas para exportación, de toda la cosecha. Los resultados se obtuvieron en base al rendimiento total, ya que de este se seleccionó el producto que reunió las características adecuadas para el mercado internacional. Los resultados se muestran en el cuadro 21A.

Con estos datos se realizó un análisis de varianza y una prueba de medias tukey, para saber cuál de los tratamientos presento el mayor rendimiento exportable de arveja china, los resultados se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Resumen de análisis de varianza para rendimiento exportable de arveja china en sustratos hidroponicos y suelo.

F.V.	F	p-valor
Modelo	4.43	< 0.0005
Bloque	4.47	< 0.0215
Tratamiento	4.42	< 0.0215
CV = 22.52		

Los resultados del análisis de varianza para esta variable demuestran que si existe diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se realizó una prueba de medias (Tukey) para concluir cual fue el tratamiento con mayor rendimiento exportable.

El coeficiente de variación (CV) obtenido en el análisis de varianza es de 22.52, lo que confirma que el manejo agronómico de la investigación fue bueno, dado que estos resultados se obtuvieron en base al rendimiento exportable el manejo agronómico fue el mismo, el aumento que hubo en el coeficiente de variación fue debido a la manipulación del producto para la selección del material exportable.

Con los datos obtenidos en el cuadro 8 se procedió a realizar una prueba de medias Tukey. En el cuadro 9 se muestran los resultados.

Cuadro 9. Prueba de medias Tukey para la variable rendimiento exportable de arveja china en sustratos hidropónicos y suelo.

Tratamiento	Medias (kg/ha)	
T5 (Peat moss)	29,090	A
T2 (Bagazo de caña)	28,772	A
T8 (Cascarilla 50% y arena blanca 50%)	27,590	A
T11 (Bagazo de caña 50% y arena blanca 50%)	27,272	A
T12 (Bagazo de caña 25% y arena blanca 75%)	25,909	A
T13 (Aserrín 50% y arena blanca 50%)	25,454	A
T3 (Arena blanca)	25,318	A
T6 (Cascarilla de arroz)	23,045	B
T1 (Suelo)	19,727	B
T10 (Cascarilla de arroz 75% y peatmoss 25%)	18,500	B
T7 (Peatmoss 50% y arena blanca 50%)	17,409	B
T4 (Aserrín)	16,500	B
T 14 (Aserrín 75% y arena blanca 25%)	14,863	B
T9 (Cascarilla de arroz 50% y peatmoss 50%)	9,400	B

En la figura 7 se representan los resultados de cada tratamiento en cuanto al rendimiento exportable.

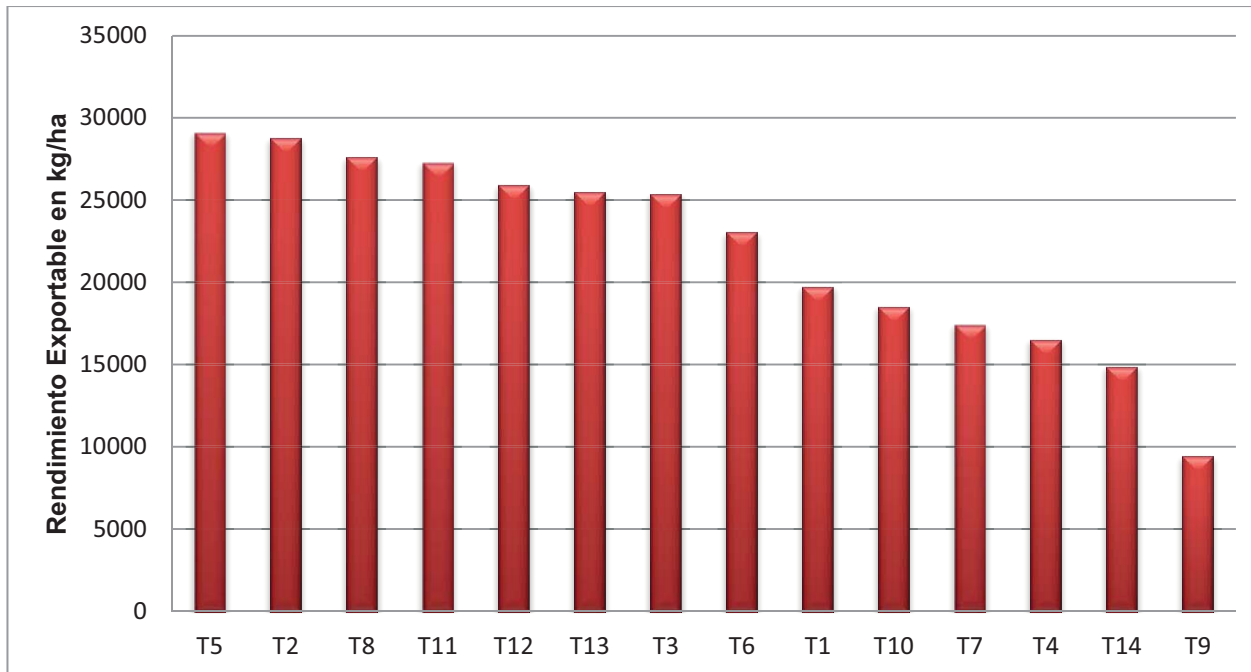


Figura 7. Gráfica de rendimiento exportable de arveja china en sustratos hidropónicos y suelo.

Los tratamientos que tuvieron mayor rendimiento exportable fueron: tratamiento 5 (Peatmoss) con una media de 29,090kg/ha, tratamiento 2 (Bagazo de caña) con una media de 28,772 kg/ha, tratamiento 8 (Cascarilla 50% y arena blanca 50%) con media de 27,590 kg/ha, tratamiento 11 (Bagazo de caña 50% y arena blanca 50%) con una media de 27,272 kg/ha, tratamiento 12 (Bagazo de caña 25% y arena blanca 75%) con media de 25,909 kg/ha, tratamiento 13 (Aserrín 50% y arena blanca 50%) con media de 25,454 kg/ha y tratamiento 3 (Arena blanca) con media de 25,318 kg/ha.

En estos resultados influyeron características físicas y químicas de los sustratos utilizados, las mismas que influyeron en el rendimiento total, ya que de dicha variable se derivó el rendimiento total. Los tratamientos que tuvieron mayor capacidad de retener la humedad, por ende hacían los nutrientes disponibles en cualquier momento para la planta, por lo que fueron los tratamientos que presentaron vainas con mejor tamaño, color, sin deformaciones. Los cuales son requerimientos que pide el mercado internacional.

2.6.3 Incidencia de enfermedades

Para medir la incidencia de enfermedades en los distintos tratamientos se aplicó la fórmula de Ogawa (1986) la cual expresa el resultado en porcentaje. La Fórmula es la siguiente:

$$\text{Incidencia (I)} = (\text{No. de individuos infectados} / \text{total de individuos}) * 100$$

Los resultados se presentan en el cuadro 22A. Estos señalan que ninguno de los tratamientos en donde se utilizó sustratos hidropónicos, presentó incidencia de enfermedades. El tratamiento 1 (Suelo) fue el único que presentó incidencia de enfermedades (*Ascochyta pisi*) al momento de la floración. Por lo que todos los sustratos utilizados si evitan el daño producido por los hongos del suelo, ya que no son inoculo de enfermedades.

2.6.4 Costos de implementación

Para saber si es más rentable utilizar suelo o sustratos hidropónicos en la producción de arveja china, se procedió a calcular la rentabilidad de la producción en suelo y de cada uno de los tratamientos que obtuvieron la literal "A" en el análisis de medias del rendimiento total. Y así poder tener un análisis de costos parciales de implementación de hidroponía en arveja por hectárea, comparado con los costos normales de producción de arveja china en suelo.

En el cuadro 10 se muestran los costos de producción por hectárea de arveja china en sustrato hidropónico. La información presentada en el siguiente cuadro se utilizó para realizar el análisis de costos de los tratamientos que presentaron la literal "A".

Cuadro 10. Costos de producción parciales por hectárea de arveja china en sustrato hidropónico.

	Jornales	Costo por jornal	Costo parcial
	hectarea	hectarea	hectarea
Preparacion del terreno	Tractor	Q 2,676.00	Q 2,676.00
Zanjeado	18	Q 624.40	Q 1,248.80
Puesta del plastico	18	Q 312.20	Q 624.40
Acomodamiento de sustrato	18	Q 267.60	Q 624.40
Siembra	9	Q 267.60	Q 267.60
Puesta de estacas	27	Q 624.40	Q 1,873.20
Puesta de pita	9	Q 624.40	Q 624.40
Aplicaciones Fitosanitarias	9	Q 624.40	Q 624.40
Cosecha	33,090 kg	Q 1.54	Q 50,958.60
Quitado de pita	9	Q 624.40	Q 624.40
Quitado de Estacas	18	Q 624.40	Q 1,248.80
			Q 61,395.00

- **Suelo**

En el cuadro 11 se muestran los costos de producción y en el cuadro 12 los Insumos utilizados y costos parciales por hectárea de arveja china en el área de Chimaltenango.

Cuadro 11. Costos de producción parciales por hectárea de arveja china en suelo.

	Jornales	Costo por Jornal	Costo parcial
	hectarea	hectarea	hectarea
Preparacion del terreno	Tractor	Q 2,676.00	Q 2,676.00
Siembra	9	Q 267.60	Q 267.60
Puesta de estacas	27	Q 624.40	Q 1,873.20
Puesta de pita	9	Q 624.40	Q 624.40
Aplicaciones Fitosanitarias	9	Q 624.40	Q 624.40
Cosecha	12,909 kg	Q. 1.54 / kg	Q 19,879.86
Quitado de pita	9	Q 624.40	Q 624.40
Quitado de Estacas	18	Q 624.40	Q 1,248.80
Total			Q 27,818.66

Cuadro 12. Insumos y costo parciales por hectárea de arveja china producida en suelo

Insumo	Costo parcial por hectárea
Semilla	Q. 4,989.60
Productos Fitosanitario	Q. 11,092.95
Fertilizantes	Q. 4,276.80
Total	Q. 20,359.35

Se tiene un costo parcial de producción de Q. 48,178.11 por hectárea. El total de kilogramos obtenido en una hectárea de siembra en suelo es de 12,960.00 El costo promedio por kilogramo de arveja china para exportación oscila entre los Q. 7.15 a Q. 7.70.

El total de kilogramos obtenidos por hectárea (12,960.00) se multiplico por el precio de compra de la arveja (Q. 7.70), $(12,960.00 * Q. 7.70 = Q. 99,792.00)$ se obtuvo el valor de

venta por hectárea de arveja producida en suelo. Con estos resultados se obtuvo Q. 51,613.89 de utilidades, y rentabilidad bruta de 52%.

- **Peatmoss**

En el cuadro 13 se muestran los insumos y costos parciales utilizados para la producción por hectárea de arveja china en peatmoss.

Cuadro 13. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en peat moss

Descripción	Costo parcial por hectárea
Plastico	Q. 17,647.80
Sustrato	Q. 712,800.00
Semilla	Q. 4,989.60
Productos Fitosanitarios	Q. 11,092.95
Fertilizantes	Q. 14,077.80
	Q. 760,602.15

Se tiene un costo parcial (costos fijos + insumos) de Q. 82,1997.15 por hectárea. El total de kilogramos obtenido en una hectárea de siembra en peatmoss es 33,181.00. El costo promedio por kilogramo de arveja china para exportación oscila entre los Q. 7.15 a Q. 7.70.

El total de kilogramos obtenidos por hectárea (33,181.00) se multiplica por el precio de compra de la arveja (Q. 7.70), $(33,181.00 * Q. 7.70 = Q. 25,5493.70)$ se obtuvo el valor de venta por hectárea de arveja producida en peatmoss.

Con estos resultados se obtuvo Q. 56,6503.45 de déficit, por lo que no es rentable producir. Se debe de tomar en cuenta que el peatmoss, se puede reutilizar, por lo que dependiendo de las veces que se reutilice podrían bajar los costos.

- **Bagazo de caña**

En el cuadro 14 se muestran los insumos y costos parciales utilizados para la producción por hectárea de arveja china en bagazo de caña.

Cuadro 14. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en bagazo de caña

Descripción	Costo parcial por hectárea
Plastico	Q. 17,647.80
Sustrato	Q. 29,9376.00
Semilla	Q. 4,989.60
Productos Fitosanitarios	Q. 11,092.95
Fertilizantes	Q. 14,077.80
	Q. 347,178.15

Se tiene un costo parcial (costos fijos + insumos) de Q.408, 573.15. El total de kilogramos obtenido en una hectárea de siembra en bagazo de caña es 32,727.00. El costo promedio por quintal de arveja china para exportación oscila entre los Q. 7.15 a Q. 7.70.

El total de kilogramos obtenidos por hectárea (32,727.00) se multiplica por el precio de compra de la arveja (Q. 7.70), $(32,727.00 * Q. 7.70 = Q. 25,1997.90)$ y se obtuvo el valor de ventas por hectárea de arveja producida en bagazo de caña.

Con estos resultados se obtuvo Q. 156,575.25 de déficit, por lo que no es rentable producir. Se debe de tomar en cuenta que el bagazo de caña también se puede reutilizar, por lo que dependiendo de las veces que se reutilice podrían bajar los costos.

- **Cascarilla 50% y arena blanca 50%**

En el cuadro 15 se muestran los insumos y costos parciales utilizados para la producción por hectárea de arveja china en cascarilla 50% y arena blanca 50%.

Cuadro 15. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en cascarilla 50% y arena blanca 50%

Descripción	Costo parcial por hectárea
Plastico	Q. 17,647.80
Sustrato	Q. 35,925.12
Semilla	Q. 4,989.60
Productos Fitosanitarios	Q. 11,092.95
Fertilizantes	Q. 14,077.80
	Q. 83,733.27

Se tiene un costo total (costos fijos + insumos) de Q. 145,128.27 por hectárea. El total de kilogramos obtenido en una hectárea de siembra en cascarilla 50% y arena blanca 50% es 32,272.00. El costo promedio por kilogramo de arveja china para exportación oscila entre los Q. 7.15 a Q. 7.70.

El total de kilogramos obtenidos por hectárea (32,272.00) se multiplica por el precio de compra de la arveja (Q. 7.70), $(32,272.00 * Q. 7.70 = Q. 248,494.40)$ y se determinó el valor de ventas por hectárea de arveja producida en cascarilla 50% - Arena blanca 50%. Con estos resultados se obtuvo Q. 103,365.70 de utilidades y rentabilidad bruta de 42%.

- **Bagazo de caña 50% y arena blanca 50%**

En el cuadro 16 se muestran los insumos y costos parciales utilizados para la producción por hectárea de arveja china en bagazo de caña 50% y arena blanca 50%.

Cuadro 16. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en bagazo de caña 50% y arena blanca 50%

Descripción	Costo parcial por hectárea
Plastico	Q. 17,647.80
Sustrato	Q. 167,650.56
Semilla	Q. 4,989.60
Productos Fitosanitarios	Q. 11,092.95
Fertilizantes	Q. 14,077.80
	Q. 215,458.71

Se tiene un costo parcial (costos fijos + insumos) de Q. 276,853.71 por hectárea. El total de kilogramos obtenido en una hectárea de siembra en bagazo de caña 50% y arena blanca 50% es 30,772.00. El costo promedio por kilogramo de arveja china para exportación oscila entre los Q. 7.15 a Q. 7.70.

El total de kilogramos obtenidos por hectárea (30,772.00) se multiplica por el precio de compra de la arveja (Q. 7.70), $(30,772.00 * Q. 7.70 = Q. 236,944.40)$ y se obtuvo el valor de venta por hectárea de arveja producida en bagazo de caña 50% y Arena blanca 50%.

Con estos resultados se obtuvo Q. 39,909.31 de déficit, por lo que no es rentable producir.

- **Bagazo de caña 25% y arena blanca 75%**

En el cuadro 17 se muestran los insumos y costos parciales utilizados para la producción por hectárea de arveja china en bagazo de caña 25% y arena blanca 75%.

Cuadro 17. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en bagazo de caña 25% y arena blanca 75%

Descripción	Costo parcial por hectárea
Plastico	Q. 17,647.80
Sustrato	Q. 126,735.84
Semilla	Q. 4,989.60
Productos Fitosanitarios	Q. 11,092.95
Fertilizantes	Q. 14,077.80
	Q. 174,543.99

Se tiene un costo parcial (costos fijos + insumos) de Q. 23,5938.99 por hectárea. El total de kilogramos obtenidos en una hectárea de siembra en bagazo de caña 25% y arena blanca 75% es 29,545.00. El costo promedio por quintal de arveja china para exportación oscila entre los Q. 7.15 a Q. 7.70.

El total de kilogramos obtenidos por hectárea (29,545.00) se multiplica por el precio de compra de la arveja (Q. 7.70), $(29,545.00 \times Q. 7.70 = Q. 227,496.50)$ y se obtuvo el valor de venta por hectárea de arveja producida en bagazo de caña 25% y Arena blanca 75%.

Con estos resultados se obtuvo Q. 8,442.49 de déficit, por lo que no es rentable producir.

- **Arena blanca**

En el cuadro 18 se muestran los insumos y costos parciales utilizados para la producción por hectárea de arveja china en arena blanca.

Cuadro 18. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en arena blanca 100%

Descripción	Costo parcial por hectárea
Plastico	Q. 17,647.80
Sustrato	Q. 35,925.12
Semilla	Q. 4,989.60
Productos Fitosanitarios	Q. 11,092.95
Fertilizantes	Q. 14,077.80
	Q. 83,733.27

Se tiene un costo parcial (costos fijos + insumos) de Q. 145,128.27 por hectárea. El total de kilogramos obtenido en una hectárea de siembra en arena es 29,090.00. El costo promedio por kilogramo de arveja china para exportación oscila entre los Q. 7.15 a Q. 7.70.

El total de kilogramos obtenidos por hectárea (29,090.00) se multiplica por el precio de compra de la arveja (Q. 7.70), $(29,090.00 * Q. 7.70 = Q. 223,993.00)$ y se obtuvo el valor de venta por hectárea de arveja producida en arena blanca. Con estos resultados se obtuvo Q. 78,864.73 de utilidades y rentabilidad bruta de 35%.

- **Aserrín 50% y arena blanca 50%**

En el cuadro 19 se muestran los insumos y costos parciales utilizados para la producción por hectárea de arveja china en bagazo de caña.

Cuadro 19. Insumos y costos parciales por hectárea de arveja china producida en aserrín 50% y arena blanca 50%

Descripción	Costo parcial por hectárea
Plastico	Q. 17,647.80
Sustrato	Q. 29,189.16
Semilla	Q. 4,989.60
Productos Fitosanitarios	Q. 11,092.95
Fertilizantes	Q. 14,077.80
	Q. 76,997.31

Se tiene un costo parcial (costos fijos + insumos) de Q. 138,392.31 por hectárea. El total de kilogramos obtenido en una hectárea de siembra en aserrín 50% y arena blanca 50% es 29,090.00. El costo promedio por quintal de arveja china para exportación oscila entre los Q. 7.15 a Q. 7.70.

El total de kilogramos obtenidos por hectárea (29,090.00) se multiplica por el precio de compra de la arveja (Q. 7.70), $(29,090.00 \times Q. 7.70 = Q. 223,993.00)$ y se obtuvo el valor de venta por hectárea de arveja producida en aserrín 50% y arena blanca 50%.

Con estos resultados se obtuvo Q. 85,600.69 de utilidades y rentabilidad bruta de 38%

2.7 CONCLUSIONES

- 2.7.1 Existen diferencias significativas en cuanto a la producción de arveja china en sustratos hidropónicos, el tratamiento que presentaron mayor producción en arveja china fue: T5 (peatmoss), mientras el tratamiento que presentó menor producción fue T9 (cascarilla de arroz 50% y peatmoss 50%).
- 2.7.2 Ninguno de los tratamientos donde se empleó sustratos hidropónicos presentó incidencia de enfermedades.
- 2.7.3 Los tratamientos que presentaron la mayor utilidad fueron: Cascarilla 50% y arena blanca 50% (Q. 103,365.70, 42%) aserrín 50% y arena blanca 50% (Q. 85,600.69, 38%), y arena blanca (Q. 78,864.73, 35%). Mientras los tratamientos que presentaron costos de producción mayor al valor de venta fueron: peatmoss, bagazo de caña, bagazo de caña 50% - arena blanca 50% y bagazo de caña 25% - arena blanca 75%.

2.8 RECOMENDACIONES

- 2.8.1 Se recomienda el sustrato Peatmoss ya que tuvo el mayor rendimiento de arveja china. De la misma manera presentó el mayor rendimiento exportable.
- 2.8.2 Económicamente, se recomienda el sustrato cascarilla 50% y arena blanca 50%, ya que presentó la mayor rentabilidad bruta de todos los tratamientos.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. ABC Agro. 2015. El cultivo de la arveja (en línea). Chile. Consultado 28 ago 2015. Disponible en <http://www.abccagro.com/hortalizas/arvejas2.asp>
2. Acuña Rodas, GS. 2004. Utilización de programas fitosanitarios compatibles con el ambiente en arveja *Pisum sativum* como cultivo no tradicional de exportación en la Empresa Frutas Tropicales de Guatemala, S.A. –FRUTESA-. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 185 p.
3. Baker, R. 1980. Measures to control *Fusarium* and *Phytophthora* wilt of carnations. *Plant Disease* 64:743-749.
4. Carbonell, C; Cifuentes, D; Tello, J; Cenis, L. 1994. Diferenciación de *Fusarium oxysporium*, y su detección en planta mediante marcadores RAPD. *Bol. San. Veg. Plagas* 20:919-926. Consultado 17 mar 2014. Disponible en http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_plagas/BSVP-20-04-919-926.pdf
5. Chávez Can, M. 2013. Trabajo de graduación realizado en Grupo Hortícola de Exportación S.A. (GHORTEX S.A.) San Andrés Itzapa, Chimaltenango; diseño de un sistema de riego por goteo para la producción de arveja dulce (*Pisum sativum* L.). Informe Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC. 180 p.
6. Fernández, M. 2010. Trabajo de graduación evaluación de sustratos de fibra de madera de pino frente a sustratos convencionales en cultivo hidropónico de tomate. Pamplona, España, Nafarroako Unibersitate Publikoa. 77 p.
7. Galdámez G, R. 2011. Diagnostico y control de enfermedades en arveja y lenteja (en línea). Carillanca, Chile, INIA, Centro Regional de Investigación. p. 35-47. Consultado 1 set 2015. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR19456.pdf>
8. Gallo, R; Viana, O. 2005. Evaluación agronómica de sustratos orgánicos en la producción de plantines de tomate *Lycopersicum esculentum* (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 80 p. Consultado 16 ene. 2016. Disponible en <http://164.73.52.13/iah/textostesis/2005/3363gal1.pdf>
9. García, E. 1992. Manejo racional de plagas en arveja china (en línea). Guatemala, ICTA. Consultado 29 ago 2015. Disponible en <http://www.icta.gob.gt/publicaciones%202015/Documentos%20pag.%20web%20da%20etapa/Hortalizas/Arveja%20China/Manuales/1992/Manejo%20racional%20de%200plagas%20en%20arveja%20china.%201992.pdf>

10. García, E; Calderón, E; Álvarez, G. 1993. Manejo integrado de plagas en arveja china, fase I. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación / Proyecto de Desarrollo Agrícola, PDA / GdeG / USAID. Consultado 29 ago 2015. Disponible en <https://books.google.com.gt/books?id=cBgPAQAIAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
11. Gudiel, V. 2015. Fertilización de arveja china (en línea). Guatemala, Productora de Semillas. Consultado 1 set 2015. Disponible en <http://www.productoradesemillas.com/Artecnicos/Hortalizas/Recomendacionesdefertilizacionencultivodearvejaschinasydulces.pdf>
12. Hidropónico. 2009. Diccionario Enciclopédico, España, Larousse. v. 1.
13. HydroEnvironment. 2014a. Qué es la hidroponía (en línea). México. Consultado 22 mar 2014. Disponible en http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=27&chapter=1
14. _____. 2014b. Tipos de sustratos para hidroponía (en línea). México. Consultado 22 mar 2014. Disponible en http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=32
15. INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, GT). 2014. Todo sobre hidroponía (en línea). Consultado 29 mar 2014. Disponible en <http://www.incap.int/index.php/es/areas-tematicas/nutricion-y-sus-determinantes/centro-de-capacitacion-en-seguridad-alimentaria-y-nutricional-cais/hidroponia>
16. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2003. IV censo nacional agropecuario. Guatemala. 1 CD.
17. León, E De. 2008. Hidroponía (en línea). Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala / Fundación Soros Guatemala. Consultado 14 ene 2015. Disponible en <http://www.altiplano.uvg.edu.gt/proyectos/cdr/practicas/2008/Hidroponia/Estudiantes/hid%20est.pdf>
18. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2014. Producción de arveja china en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 28 ago 2015. Disponible en <http://www.dequate.com/artman/publish/produccion-guatemala/produccion-de-arveja-china-en-guatemala.shtml#.VV0RBMZz5r>
19. Martínez, C. 2008. Evaluación agrotécnica y económica de *Hydrilla verticillata* (L.F.) Royle como un sustrato alternativo para la producción de plántulas en pilón y

- cultivos hortícolas en hidroponía bajo invernaderos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 180 p.
20. Mendoza, L. 2005. Trabajo de graduación composición nutricional, características sensoriales y vida de anaquel del tomate (*Lycopersicon esculentum*) cultivado en sustrato orgánico, hidropónico y convencional. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 69 p.
 21. Molina, L. 2000. Programa de hortalizas (en línea). Perú. Consultado 28 ago 2015. Disponible en [http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20básicos/4-p15%20a%20p31%20\(de%20arveja%20china%20a%20brocoli\).pdf](http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20básicos/4-p15%20a%20p31%20(de%20arveja%20china%20a%20brocoli).pdf)
 22. Nuez V, F. 2001. El cultivo de tomate. México, Mundi Prensa. 793 p.
 23. Parmeter, JR; Whitney, HS. 1970. Taxonomy and nomenclature of the imperfect state (en línea). In Parmeter, JR Jr. *Rhizoctonia solani*, biology and pathology. Berkeley, Los Ángeles, US, University of California. p. 7-19. Consultado 20 mar 2014. Disponible en <http://books.google.com.gt/books?id=KNktsuZMtboC&pg=PA7&lpg=PA7&dq=rhizoctonia+Parmeter+y+Whitney&source=bl&ots=RWN4n-VQTx&sig=6WkL9lOt8NP4zrXtlgDnV0i2FJw>
 24. Santos Pérez, J. 2012. Trabajo de graduación realizado en Grupo Hortícola de Exportación S.A. (GHORTEX S.A.) Sumpango, Sacatepéquez, manejo de cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.). Informe Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 149 p.
 25. Santos, L. 2011. Trabajo de graduación realizado en Grupo Hortícola de Exportación S. A. (GHORTEX, S.A.), Sumpango, Sacatepéquez, manejo de cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 134 p.
 26. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional / Servicio Cooperativo Inter-Americano de Agricultura. 1000 p.
 27. Tipos de sustratos de cultivo (en línea). 2013. Infoagro. Consultado 23 mar 2014. Disponible en http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm

2.10 ANEXOS

Cuadro 20A. Rendimiento total de arveja china, producida en sustratos hidropónicos y en suelo.

Tratamiento	Rendimiento total (kg)	Rendimiento por tratamiento (kg)
Tratamiento 1 R1	1.509	
Tratamiento 1 R2	3.618	
Tratamiento 1 R3	2.036	7.163
Tratamiento 2 R1	3.545	
Tratamiento 2 R2	3.409	
Tratamiento 2 R3	2.863	9.818
Tratamiento 3 R1	3.181	
Tratamiento 3 R2	2.681	
Tratamiento 3 R3	2.863	8.727
Tratamiento 4 R1	3.181	
Tratamiento 4 R2	1.454	
Tratamiento 4 R3	1.136	5.772
Tratamiento 5 R1	3	
Tratamiento 5 R2	3.77	
Tratamiento 5 R3	3.181	9.954
Tratamiento 6 R1	2.5	
Tratamiento 6 R2	3	
Tratamiento 6 R3	2.818	8.318
Tratamiento 7 R1	2.318	
Tratamiento 7 R2	1.590	
Tratamiento 7 R3	2.045	5.954
Tratamiento 8 R1	3.045	
Tratamiento 8 R2	4.318	

Tratamiento 8 R3	2.318	9.681
Tratamiento 9 R1	1.227	
Tratamiento 9 R2	1.772	
Tratamiento 9 R3	0.363	3.363
Tratamiento 10 R1	1.818	
Tratamiento 10 R2	2.681	
Tratamiento 10 R3	2.090	6.590
Tratamiento 11 R1	3	
Tratamiento 11 R2	3.318	
Tratamiento 11 R3	2.909	9.227
Tratamiento 12 R1	3.045	
Tratamiento 12 R2	3.272	
Tratamiento 12 R3	2.545	8.863
Tratamiento 13 R1	2.454	
Tratamiento 13 R2	3.590	
Tratamiento 13 R3	2.681	8.727
Tratamiento 14 R1	1.863	
Tratamiento 14 R2	1.636	
Tratameinto 14 R3	1.727	5.227

Cuadro 21A. Rendimiento exportable de arveja china, producida en sustratos hidropónicos y en suelo.

Tratamiento	Rendimiento exportable total (kg)	Rendimiento exportable por tratamiento (kg)
Tratamiento 1 R1	1.095	
Tratamiento 1 R2	3.15	
Tratamiento 1 R3	1.677	5.922
Tratamiento 2 R1	3.181	
Tratamiento 2 R2	3	
Tratamiento 2 R3	2.454	8.636
Tratamiento 3 R1	2.727	
Tratamiento 3 R2	2.363	
Tratamiento 3 R3	2.5	7.590
Tratamiento 4 R1	2.863	
Tratamiento 4 R2	1.227	
Tratamiento 4 R3	1	5.090
Tratamiento 5 R1	2.636	
Tratamiento 5 R2	3.318	
Tratamiento 5 R3	2.77	8.727
Tratamiento 6 R1	1.954	
Tratamiento 6 R2	2.545	
Tratamiento 6 R3	2.409	6.909
Tratamiento 7 R1	2.045	
Tratamiento 7 R2	1.409	
Tratamiento 7 R3	1.772	5.227
Tratamiento 8 R1	2.590	
Tratamiento 8 R2	3.727	
Tratamiento 8 R3	1.954	8.272

Tratamiento 9 R1	1	
Tratamiento 9 R2	1.65	
Tratamiento 9 R3	0.318.	2.818
Tratamiento 10 R1	1.5	
Tratamiento 10 R2	2.318	
Tratamiento 10 R3	1.727	5.545
Tratamiento 11 R1	2.681	
Tratamiento 11 R2	2.954	
Tratamiento 11 R3	2.545	8.181
Tratamiento 12 R1	2.681	
Tratamiento 12 R2	2.909	
Tratamiento 12 R3	2.181	7.772
Tratamiento 13 R1	2.136	
Tratamiento 13 R2	3.136	
Tratamiento 13 R3	2.363	7.636
Tratamiento 14 R1	1.590	
Tratamiento 14 R2	1.409	
Tratameinto 14 R3	1.454	4.454

Cuadro 22A. Incidencia de enfermedades en los distintos tratamientos

Tratamiento	No. de individuos Infestados	%
Tratamiento 1 R1	4	40%
Tratamiento 1 R2	2	20%
Tratamiento 1 R3	4	40%
Tratamiento 2 R1	0	0%
Tratamiento 2 R2	0	0%
Tratamiento 2 R3	0	0%
Tratamiento 3 R1	0	0%
Tratamiento 3 R2	0	0%
Tratamiento 3 R3	0	0%
Tratamiento 4 R1	0	0%
Tratamiento 4 R2	0	0%
Tratamiento 4 R3	0	0%
Tratamiento 5 R1	0	0%
Tratamiento 5 R2	0	0%
Tratamiento 5 R3	0	0%
Tratamiento 6 R1	0	0%
Tratamiento 6 R2	0	0%
Tratamiento 6 R3	0	0%
Tratamiento 7 R1	0	0%

Tratamiento 7 R2	0	0%
Tratamiento 7 R3	0	0%
Tratamiento 8 R1	0	0%
Tratamiento 8 R2	0	0%
Tratamiento 8 R3	0	0%
Tratamiento 9 R1	0	0%
Tratamiento 9 R2	0	0%
Tratamiento 9 R3	0	0%
Tratamiento 10 R1	0	0%
Tratamiento 10 R2	0	0%
Tratamiento 10 R3	0	0%
Tratamiento 11 R1	0	0%
Tratamiento 11 R2	0	0%
Tratamiento 11 R3	0	0%
Tratamiento 12 R1	0	0%
Tratamiento 12 R2	0	0%
Tratamiento 12 R3	0	0%
Tratamiento 13 R1	0	0%
Tratamiento 13 R2	0	0%
Tratamiento 13 R3	0	0%
Tratamiento 14 R1	0	0%
Tratamiento 14 R2	0	0%
Tratamiento 14 R3	0	0%

CAPÍTULO III

SERVICIOS EJECUTADOS EN LA FINCA SAN ANDRÉS, SAN ANDRÉS ITZAPA CHIMALTENANGO

3.1 PRESENTACIÓN

Las buenas prácticas agrícolas son de mucha importancia dentro del proceso de producción, ya que aseguran que el producto fue trabajado de la mejor manera posible además de resguardar la seguridad del trabajador. La empresa Tierra de Árboles S.A. cuenta con seis fincas las cuales son: Gemelas, cóndor, San Andrés, El Porvenir, Chaparral y Yerbabuena, en donde se produce actualmente arveja dulce, y además se encuentran certificadas por las normas GLOBAL GAP, las cuales son muy reconocidas a nivel mundial. Para poder exportar al mercado norteamericano y europeo es un requisito indispensable estar certificado por dichas normas. Las normas GLOBAL GAP fueron diseñadas para poder brindar confianza hacia el consumidor acerca de la manera que se llevó a cabo el proceso de producción, minimizando el impacto de la explotación del medio ambiente. Estas se actualizan cada cierto tiempo aumentando la seguridad del trabajador y la protección del cultivo y minimizando el uso de agroquímicos, para que el producto sea de proceder responsable en la salud y seguridad de los trabajadores.

Por tal razón es que se requiere que se cumplan a cabalidad las buenas prácticas agrícolas dentro de las fincas, esto conlleva a realizar una serie de actividades diarias en donde se necesita que el trabajador las cumpla para poder asegurar que exista protección: al cultivo, trabajador, consumidor final y medio ambiente.

En el presente capítulo se dan a conocer las obligaciones que tiene la empresa Tierra de Árboles S.A. en cuanto a cumplir las normas GLOBAL GAP en la finca San Andrés ubicada en el departamento de Chimaltenango. Para el seguimiento de esta normativa se trabajaran aspectos como llevar los registros de distintas actividades dentro de la finca como la higiene e inocuidad del producto, higiene, salud y seguridad de los trabajadores, capacitaciones, uso seguro y mínimo de agroquímicos y uso racional del agua y suelo.

3.2 Documentación de las diferentes actividades conforme la normativa Global G.A.P en la finca San Andrés.

3.2.1 Objetivos

3.2.1.1 Objetivo General

- Implementar las buenas prácticas agrícolas (BPA) según la normativa GLOBAL GAP en la finca San Andrés, San Andrés Itzapa, Chimaltenango.

3.2.1.2 Objetivos Especificos

- Documentar los procedimientos de higiene y uso de agroquímicos dentro de la finca.
- Promover las buenas prácticas agrícolas dentro de la finca San Andrés para asegurar un producto saludable para el ser humano.

3.2.2 Metodología

Para poder cumplir con la certificación que se realiza anualmente en la empresa Tierra de Arboles S.A. y para asegurar las buenas prácticas agrícolas se debe de llevar registros de todas las actividades que se realizan en campo desde el momento de la siembra hasta el transporte de la cosecha. Para el llenado de dichos registros se requirió visitar la finca varios días a la semana. Estos son desarrollados por la empresa.

Las actividades a registrar requeridos por la norma Global G.A.P. fueron las siguientes:

- A. Semilla y Siembra.
- B. Aplicación de Fertilizantes.
- C. Monitoreo de plagas y enfermedades.
- D. Aplicación de productos fitosanitarios.
- E. Limpieza de equipo de protección personal.
- F. Limpieza del equipo de aplicación. (bombas de mochila)

- G. Calibración de equipo de aplicación. (bombas de mochila)
- H. Limpieza de las instalaciones (baños, bodegas para guardar plaguicidas, bodega de almacén de herramientas, casa de vigilancia y cualquier otra instalación que este dentro de la finca y sus alrededores).
- I. Limpieza de vehículos.
- J. Limpieza de utensilios de cosecha.
- K. Cosecha.
- L. Entrada y salida de productos fitosanitarios (kardex).
- M. Salud del personal.
- N. Lavado de manos e higiene personal

3.2.3 Resultados

A. Semillas y siembra

Este registro se llenaba por cada área previamente delimitada por el encargado de la finca, en donde en base a una calendarización se determinaba el tipo de cultivo, la variedad y la fecha en que se sembraría. Dependiendo del área del lote se calculaba la cantidad de semilla a utilizar, dicha semilla debía ser certificada y esta información debía anotarse en el registro (variedad, marca u origen de la semilla, no. de lote). La semilla antes de la siembra, debía de recibir un tratamiento preventivo contra plagas y enfermedades.

El formato del registro semillas y siembra se detalla en la figura 8.


	TASA		SEMILLAS Y SIEMBRA										Codigo:	MA.SS.01
	Tierra de Arboles S.A												Pagina:	1
Elaborado por:			Revisado por:			Abrobado por:			Version:		Fecha:			
Ing. Alejandra Agosto			Augusto Estrada			Ing. Emilio Say			2		Temp. 2013-2014			
Nombre de la parcela o finca												Codigo		
Ubicacion de la parcela o finca												Persona Responsable del Registro		
Fecha	Lote o parcela sembrada	Extension (Cdas)	Extension (Ha)	Cultivo	Variedad	Marca u Origen de la semilla	No. De lote de la semilla	Tratamiento aplicado a la semilla	Metodo de siembra	Cantidad de semillas por area	Tratamiento o Aplicado al suelo	Persona responsable de la siembra	Observaciones	

Figura 8. Registro semilla y siembra. Fuente: TASA

B. Aplicación de fertilizantes

La aplicación de fertilizantes se realizaba en base al calendario de fertilización diseñado por el encargado de la finca. En el registro se anotaba el nombre de la finca, nombre del lote, área donde se aplicó, tipo de fertilizante y cantidad del mismo. El método de aplicación de estos era manual.

El formato del registro aplicación de fertilizantes se muestra en la figura 9.


	TASA	APLICACIÓN DE FERTILIZANTES			Código: MA.AT.11
	Tierra de Arboles S.A.				Página: 1
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto	Revisado por: Augusto Estrada	Abrobado por: Ing. Emilio Say	Version: 2	Fecha: Temp. 2013-2014	
Nombre de la finca:				Código :	
Ubicación de la finca:				Responsable de la aplicación:	
<i>Área a aplicar:</i>			<i>Área a aplicar:</i>		
<i>Turno a aplicar:</i>			<i>Turno a aplicar:</i>		
<i>Fecha Recomendada de aplicación:</i>			<i>Fecha Recomendada de aplicación:</i>		
Producto aplic	Unidad	Cantidad	Producto aplica	Unidad	Cantidad
K-tionic	Copas		K-tionic	Copas	
Cosmoroot	Lb.		Cosmoroot	Lb.	
Boro	Copas		Boro	Copas	
Zinc	Copas		Zinc	Copas	
Ácido Fafórico	L		Ácido Fafórico	L	
Cosmofert 8-24-0	L		Cosmofert 8-24-0	L	
Sulfato de	Lb.		Sulfato de amonio	Lb.	
Nitrato de	Lb.		Nitrato de amonio	Lb.	
Urea	Lb.		Urea	Lb.	
Nitrato de calcio	Lb.		Nitrato de calcio	Lb.	
Nitrato de	Lb.		Nitrato de potasio	Lb.	
Sulfato de	Lb.		Sulfato de	Lb.	

Figura 9. Formato del registro aplicación de fertilizantes. Fuente: TASA

C. Monitoreo de plagas y enfermedades

El monitoreo de plagas y enfermedades se realizaba al menos 2 veces a la semana. Esto con el fin de detectar alguna anomalía dentro del cultivo antes de que pudiera afectar, y en base a este monitoreo poder tomar decisión sobre la aplicación de un producto fitosanitario. O en el caso que no existiera ninguna plaga o enfermedad dentro del cultivo, dicho registro se utilizaba para tener un control preventivo, durante las etapas más susceptibles del cultivo. Para llenar el registro se debía anotar el nombre de la finca, la fecha, y la cantidad de individuos que se encontraban en el lote durante el momento del muestreo, luego se procedía a realizar un promedio de los entes encontrados y si el valor

era cercano o sobrepasaba el umbral, se realizaba una aplicación fitosanitaria según el manual agrícola de la empresa.

El formato de registro de monitoreo de plagas y enfermedades se muestra en la figura 10.

Nombre de la parcela o finca							Persona Responsable del Registro			
Ubicación de la parcela o finca										
PLAGA	Punto de Muestreo					PROMEDIO	UMBRAL	OBSERVACIONES		
	1	2	3	4	5					
Trips							10 adultos en 5 mt			
Mosca minadora							10 adultos en 5 mt			
Gusanos de lepidoptera							1 larva por mt lineal			
Pulgón							1 colonia por mt lineal			
Araña roja							1 colonia por mt lineal			
Barrenadores							1 larva por mt lineal			
Mosca blanca							5 adultos por planta			
Tortugulla / escarabajos							1 adulto por planta			
Cenicilla							Arriba del 2 % de la infección			
Mildiu lanoso										
Ascochyta										
Botrytis										
Hongos del suelo										
Roya										
Otros										

Figura 10. Formato del registro monitoreo de plagas y enfermedades. Fuente: TASA

D. Aplicación de productos fitosanitarios

Las aplicación de productos fitosanitarios (fungicidas, plaguicidas, fertilizantes foliares) se realizaban luego que el monitoreo de plagas y enfermedades justificara la aplicación, o cuando fuera necesario la aplicación de fertilizantes foliares. Las personas responsables de dichas aplicaciones debían utilizar el equipo de protección personal para evitar tener contacto con los productos. Durante cada aplicación debía de estar el encargo de supervisar que usaran adecuadamente el equipo, así como también que aplicaran la dosis adecuada y que la hora y método de aplicación fuera el adecuado.

El formato de la aplicación de productos fitosanitarios se muestra en la figura 11.

	TASA		APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS								Codigo:	MA.AF.10
	Tierra de Arboles S.A										Pagina:	1
Elaborado por:		Revisado por:		Abrobado por:		Version:		Fecha:				
Ing. Alejandra Agosto		Augusto Estrada		Ing. Emilio Say		2		Temp. 2013-2014				
										Codigo de finca:		
Nombre de la finca:				Cultivo:								
Ubicación de la finca:				Variedad:				Extension:		(mts ² o Ha)		
										(cuerdas)		
Area de Aplicación:				Fecha de siembra:				Posible fecha de cosecha:				
Responsable del Registro:				Responsable de autorizacion Aplicación:								
Fecha	Intervalo a cosecha (días)	Justificación de la aplicación (Nombre comun de la plaga, maleza)	Producto aplicado (Nombre comercial)	Ingediente activo	Plazo de reingreso a campos tratados (días)	Plazo de seguridad del producto (Carencia días)	Dosificación por asperjadora	No. De asperjadoras aplicadas	Volumen total aplicado en g ó ml	Encargado de la aplicación	Firma del supervisor	Observaciones

Figura 11. Formato del registro aplicación de productos fitosanitarios. Fuente: TASA

E. Limpieza de equipo de protección personal

La limpieza de los uniformes de aplicación se realizaba después de cada aplicación. Esto se hacia dentro de la finca por una persona que era la responsable de manipular todos los equipos. Usaba detergente y un cepillo de ropa.

El formato de limpieza de uniformes de aplicación se presenta en la figura 12.

	TASA	LIMPIEZA DE UNIFORMES DE APLICACIÓN			Codigo: MA.LU.09
	Tierra de Arboles. S.A				Pagina: 1
Elaborado por:	Revisado por:	Abrobado por:	Version:	Fecha:	
Ing. Alejandra Agosto	Augusto Estrada	Ing. Emilio Say	2	Temp. 2013-2014	
Nombre de la finca:			Código :		
Ubicación de la finca:					
Fecha	Uniforme No.	Responsable de Limpieza	Firma del supervisor	observaciones	

Figura 12. Formato del registro limpieza de uniformes de aplicación. Fuente: TASA

F. Limpieza del equipo de aplicación

La limpieza de las bombas de mochila se realizaba al terminar la aplicación, esto era realizado por una persona encargada la cual había recibido la capacitación correspondiente. El lavado de este equipo se llevaba a cabo dentro de las camas biológicas para evitar la contaminación fuera del área de mezcla.

El formato del registro de limpieza de equipo de aplicación se muestra en la figura 13.

	TASA	LIMPIEZA DE EQUIPO DE APLICACIÓN			Codigo: MA.LE.08
	Tierra de Arboles. S.A				Pagina: 1
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto	Revisado por: Augusto Estrada	Abrobado por: Ing. Emilio Say	Version: 2	Fecha: Temp. 2013-2014	
Nombre de la finca:				Código :	
Ubicación de la finca:					
Fecha	Bomba No.	Responsable de Limpieza	Firma del supervisor	observaciones	

Figura 13. Formato del registro de limpieza de equipo de aplicación. Fuente: TASA

G. Calibración de equipo de aplicación

Las bombas se encontraban identificadas según el producto que aplicaban con ella. La calibración se llevó a cabo con las bombas limpias, en el área frente a la cama biológica. Se determinó el tiempo de descarga de un litro de agua utilizando la boquilla de trabajo, luego se aplicó sobre un surco de plantación durante el tiempo en que se descargó el litro de agua. Con estos datos se obtiene el volumen en litros necesarios para una hectárea. El método y procedimiento para la calibración de bombas se encuentra en el manual agrícola de la empresa.

El formato de calibración de bombas se muestra en la figura 14.


	TASA	CALIBRACION DE BOMBAS			Codigo: MA.CB.06
	Tierra de Arboles. S.A				Pagina: 1
Elaborado por:	Revisado por:	Abrobado por:	Version:	Fecha:	
Ing. Alejandra Agosto	Augusto Estrada	Ing. Emilio Say	2	Temp. 2013-2014	
Nombre de la finca:		Código :			
Ubicación de la finca:					
Fecha de Calibración:					
Persona responsable de la calibracion:					
Codigo de Bomba	Encargado de la Bomba	Resultado 1	Resultado 2	observaciones	

Figura 14. Formato del registro de calibración de bombas. Fuente: TASA.

H. Limpieza de instalaciones

La limpieza de instalaciones se realizaba dos veces a la semana. Esta consistía en barrer y ordenar las bodegas de fertilizantes, plaguicidas, oficina, bodega de almacén de herramientas, casa de vigilancia. Así como también este formato se utilizó para llevar el control de limpieza del servicio sanitario. Los utensilios que se utilizaban eran escobas, recogedores de basura, desinfectante cepillos y toallas limpiadoras. Para dichas actividades se tenía una persona encargada la cual lo realizaba en un día respectivamente.

El formato del registro de limpieza de instalaciones se muestra en la figura 15.

	TASA		LIMPIEZA DE INSTALACIONES				Codigo:	MA.LI.03	
	Tierra de Arboles S.A						Version:	2	
Elaborado por:	Revisado por:	Abrobado por:	Version:			Fecha:	Temp. 2013-2014		
Ing. Alejandra Agosto	Augusto Estrada	Ing. Emilio Say							
Servicio Sanitario Hombres	<input type="checkbox"/>	Bodega de Quimicos	<input type="checkbox"/>	Oficina	<input type="checkbox"/>				
Servicio Sanitario Mujeres	<input type="checkbox"/>	Bodega de Fertilizantes	<input type="checkbox"/>	Otras Instalaciones	<input type="checkbox"/>				
Nombre de la finca o parcela:						Codigo:			
Ubicación de la finca: _____						Persona responsable del registro: _____			
Fecha	Hora	Producto aplicado	Concentracion	Metodo de limpieza y desinfeccion	Equipo adecuado de instalaciones	Firma del responsable	Firma del supervisor	Observaciones	

Figura 15. Formato del registro de limpieza de instalaciones. Fuente: TASA.

I. Limpieza de vehículos

La limpieza de vehículos se realizaba cada vez que el camión llegaba a la finca a traer el producto cosechado. Dicha limpieza consistía en barrer la carrocería del camión, o si la suciedad era aceite u otra fuente de contaminación se usaba agua y detergente para limpiarlo, y así poder evitar contaminar el producto.

En la figura 16 se muestra el registro de limpieza de vehículos.

	TASA	LIMPIEZA DE VEHICULOS			Codigo: MA.LV.18
	Tierra de Arboles. S.A				Pagina: 1
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto		Revisado por: Augusto Estrada	Abrobado por: Ing. Emilio Say	Version: 2	Fecha: Temp. 2012-2013
Nombre de la finca:		Código : _____			
Ubicación de la finca:					
Fecha	Modelo	Placas	Piloto	Transporte limpio/sucio	Acciones correctivas

Figura 16. Formato de registro de limpieza de vehículos. Fuente: TASA

J. Limpieza de utensilios de cosecha

Los utensilios de cosecha que se utilizaron en la finca eran cubeta y canastas. Las primeras se utilizaban cuando se realizaba el corte de arveja o ejote dentro de la finca. Estas eran lavadas dentro de la finca, así se aseguraba que no hubiese contaminación por parte del utensilio. Las canastas se utilizaban al momento de transportar la cosecha de la finca a la planta. Estas eran lavadas y desinfectadas en la planta, para luego ser llevadas a finca.

En la figura 17 se muestra el formato del registro limpieza de utensilios de cosecha.

	TASA	LIMPIEZA DE UTENSILIOS DE COSECHA			Codigo:	MA.UC.14
	Tierra de Arboles. S.A				Pagina:	1
Elaborado por:		Revisado por:	Abrobado por:	Version:	Fecha:	
Ing. Alejandra Agosto		Augusto Estrada	Ing. Emilio Say	2	Temp. 2013-2014	
Nombre de la finca:			Código :			
Ubicación de la finca:						
Fecha	Equipo	Cantidad	Responsable	observaciones		

Figura 17. Formato del registro de limpieza de utensilios de cosecha. Fuente: TASA.

K. Cosecha

La cosecha normalmente se realizaba dos veces a la semana, cuando esta alcanzaba su punto máximo se cosechaba 3 veces. Se debía llevar control del día, área, hora y libras cosechadas, para así registrar la producción total por cada lote dentro de la finca. Durante la cosecha se supervisaba que las personas le dieran el cuidado adecuado al producto y posteriormente colocarlos en el centro de acopio para luego ser trasladado a la planta empacadora.

En la figura 18 se muestra el formato del registro de cosecha.


	TASA		COSECHA			Codigo:	MA.CC.15	
	Tierra de Arboles. S.A					Pagina:	1	
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto	Revisado por: Augusto Estrada	Abrobado por: Ing. Emilio Say	Version: 2	Fecha: Temp. 2013-2014				
Nombre de la finca o parcela: _____					Codigo: _____			
Ubicación de la finca: _____					Persona responsable del registro: _____			
Fecha	Dias despues de Siembra	Area Cosechada	HORA DE CORTE		Libras cosechadas	Lbs. Ponderadas	Responsable/ cosecha	Observaciones
			Inicial	Final				

Figura 18. Formato del registro cosecha. Fuente: TASA

L. Entrada y salida de productos fitosanitarios (KARDEX)

El control de la entrada y salida de productos utilizados durante el ciclo de producción se anotaron en este registro. Se lleva el control por producto, en donde se hace referencia a la fecha de ingreso, nombre comercial, ingrediente activo y presentación. Cada vez que entraba producto a la finca se llenaba el registro en el área de ingresos, y cada vez que se hacía una aplicación dependiendo del área y volumen se restaba del valor inicial para poder tener el inventario al día.

El formato de registro de Kardex de productos se muestra en la figura 19.


	TASA	KARDEX DE PRODUCTOS			Codigo: MA.KP.12
	Tierra de Arboles.s.a				Pagina: 1
Elaborado por:	Revisado por:	Abrobado por:	Version:	Fecha:	
Ing. Alejandra Agosto	Augusto Estrada	Ing. Emilio Say	2	Temp. 2013-2014	
Nombre de la finca:		Código :			
Ubicación de la finca:					
Nombre Comercial					
Ingrediente Activo					
Presentación					
FECHA	AREA	INGRESOS	EGRESOS	SALDO	

Figura 19. Formato de registro Kardex de productos. Fuente: TASA.

M. Salud del personal

La finca siempre mantuvo un botiquín para el control de salud del personal. Cuando surgía un caso de dolor de cabeza, dolor estomacal, dolor muscular, se recurría al botiquín para poder dar medicamento a la persona con el problema. Si el dolor persistía se suspendía a la persona durante el día. Durante la época de cosecha se era más estricto con el tipo de enfermedades, ya que si una persona mostraba síntomas de una enfermedad contagiosa, se retiraba inmediatamente de la finca y se reintegraba al grupo cuando estuviese bien, para así poder evitar contaminación directa con el producto cosechado. Cada vez que se administraba algún medicamento se registraba en el formato de la figura 20.


	TASA		SALUD DEL PERSONAL					Codigo: MA.SP.04	
	Tierra de Arboles S.A.							Pagina: 1	
Elaborado por: Ing. Alejandra Agosto		Revisado por: Augusto Estrada		Abrobado por: Ing. Emilio Say		Version: 2		Fecha: Temp. 2013-2014	
Nombre de la finca o parcela:								Codigo:	
Ubicación de la finca:				Persona responsable del registro:					
Fecha	Hora	Nombre de la persona enferma	Sintomas	Acciones tomadas	Tratamiento realizado	Persona que autorizo el tratamiento	Fecha de reinicio de labores	Firma del supervisor	Observaciones

Figura 20. Formato de registro salud del personal. Fuente: TASA

N. Lavado de manos del personal

El lavado de manos e higiene personal es indispensable para el personal de la finca. Al ingresar a la finca se supervisaba que las personas llevaran las uñas recortadas, no aretes, pulseras y anillos, así como el aseo general de cada uno. Además al ingresar se empezaba a realizar el lavado de manos con agua y jabón antibacterial (inoloro e indoloro) este hacia más énfasis en la etapa de producción para así poder evitar contaminación directa con el producto cosechado. El lavado de manos se realizaba cinco veces durante la jornada de trabajo.

El formato de registro de lavado de manos e higiene del personal se muestra a continuación en la figura 21.


	TASA	LAVADO DE MANOS E HIGIENE PERSONAL					Codigo:	MA.HP.02				
	Tierra de Arboles S.A						Pagina:	1				
Elaborado por:		Revisado por:	Abrobado por:	Version:	Fecha:							
Ing. Alejandra Agosto		Augusto Estrada	Ing. Emilio Say	2	Temp. 2013-2014							
Nombre de la finca o parcela:						Codigo:						
Ubicación de la finca:						Persona responsable del registro:						
No.	Nombre	Fecha	Hora de lavado de manos					Supervisor	Ausencia de joyeria	Recorte de uñas	Presentacion Higienica	Observaciones
			07:00	09:00	12:00	02:00	04:00					

Figura 21. Formato de registro de lavado de manos e higiene personal. Fuente: TASA

3.2.4 Evaluación

Cada actividad sobre el uso de agroquímicos y procedimientos de higiene quedaron documentados en los respectivos registros (aplicación de productos fitosanitarios, limpieza de equipo de protección y aplicación, lavado de manos e higiene personal) que se llevaron durante el periodo de eps. El servicio se logró al 100%.

3.3 Capacitación del personal conforme las normas Global G.A.P

3.3.1 Objetivos

3.3.1.1 Objetivo general

- Promover las buenas prácticas agrícolas dentro de la finca San Andrés.

3.3.1.2 Objetivo Específico

- Capacitar al personal conforme los requerimientos de la normativa GLOBAL G.A.P.

3.3.2 Metodología

La normativa GLOBAL G.A.P cuestiona sobre la formación básica en higiene, salud y seguridad en el uso de agroquímicos, por lo que fue necesario cumplir con las capacitaciones a todo el personal dentro de la finca, para que hubiese un buen desempeño en los procesos de producción dentro de la misma.

Los temas que se impartieron en las capacitaciones hicieron énfasis en las buenas prácticas agrícolas y conservación del medio ambiente. El procedimiento fue el siguiente:

- Se establecieron temas y fechas para dichas capacitaciones dirigidas al personal de la finca.
- Se le informo al personal de la finca de dichas capacitaciones informándoles día y hora a realizarse.
- Se utilizaron carteles y demostraciones prácticas como parte de la dinámica de la capacitación.
- La evidencia se dejó por medio de los registros.

3.3.3 Resultados

Las capacitaciones se realizaron dentro de la finca. Se utilizaron carteles para transmitir parte de información además de herramientas, probetas, metro y equipos de aplicación, los cuales sirvieron para dar demostraciones prácticas. Dichas capacitaciones se realizaron junto al encargado de la finca. Estas fueron impartidas al personal que realiza cada una de las labores respectivamente. Las capacitaciones se desarrollaron de manera que los trabajadores pudieran entender el mensaje que se quería transmitir.

El cronograma de las capacitaciones se muestra en el cuadro 23.

Cuadro 23. Cronograma de capacitaciones. **Fuente:** Elaboracion Propia

Tema/fecha	5/09/2014	12/09/2014	19/09/2014	26/09/2014	03/10/2014
BPA's	X				
Higiene personal en finca		X			
MIP			X		
Calibración de bombas				X	
Uso adecuado de uniformes				X	
Conservación del medio ambiente					X

Las capacitaciones se realizaron conforme a un programa el cual fue diseñado por la empresa y Epesista, en base a la normativa GLOBAL G.A.P. Los temas impartidos durante las capacitaciones se muestran en el cuadro 24.

Cuadro 24. Programa de capacitaciones al personal de la finca durante el periodo 2014-2015

No	Tema	Contenido	Objetivo	Dirigido a	Duración	Metodología	Capacitador
1	Buenas Practicas Agricolas	¿Qué son las BPA's? y ¿Cómo aplicarlas en la finca?	Que el personal reconozca la importancia de las BPA's.	Personal general de las fincas.	45 min	Carteles y demostracion practica.	Erick Marrquin/Luis Figueroa
2	Higiene personal en fincas	Objetivos de la higiene, beneficios y recomendaciones. Higiene y salud del personal de cosecha, limpieza en los campos de cultivo. Lavado adecuado de manos y uso adecuado de sanitarios.	Que el personal conozca las razones principales de tener una buena higiene.	Personal general de las fincas.	45 min	Carteles y demostracion practica.	Erick Marrquin/Luis Figueroa
3	Manejo integrado de plagas.	¿Que es MIP? Tipo de control de plagas. Muestreo de plagas y principales plagas de la arveja y ejote.	Que el personal conozca que es MIP y reconozca los daños causados por las plagas.	Encargados de finca y personal de aplicación.	45 min	Carteles y material con ilustraciones de plagas.	Erick Marrquin/Luis Figueroa
4	Calibracion de Bombas	Calibracion adecuada de bombas. Frecuencia de calibracion de bombas	Que el equipo de aplicación conozca como realizar una adecuada calibracion de bombas y revision de sus equipos de	Encargados de finca y personal de aplicación.	45 min	Bombas de mochila, agua, metro, probeta y cubetas.	Erick Marrquin/Luis Figueroa
5	Uso adecuado del uniforme	Principales daños causados por el mal uso de los equipos de aplicación. Importancia del uso del uniforme y almacenamiento adecuado de los uniformes.	Que el equipo de aplicación comprenda la importancia del uso adecuado de los uniformes de aplicación.	Encargados de finca y personal de aplicación.	30 min	Uniformes de aplicación completo.	Erick Marrquin/Luis Figueroa
6	Conservacion del medio ambiente	Importancia de las buenas practicas relacionadas con el medio ambiente. Por que cuidar el medio ambiente y la naturaleza. La importancia de mantener los campos limpios y	Que el personal comprenda la importancia de conservar el ambiente y las fincas limpias.	Personal general de las fincas.	30 min	Carteles y demostracion practica.	Erick Marrquin/Luis Figueroa

Fuente: Realización conjunta con TASA 2014.

El objetivo final de las capacitaciones fue que el personal conociera y comprendiera la importancia de la implementación de las buenas prácticas agrícolas y el porqué de su uso. Mientras se les impartían las capacitaciones se les daban demostraciones del uso del uniforme, el uso de las distintas bodegas, uso de plaguicidas, fertilizantes y de herramientas. También se les dio demostración práctica de cómo lavarse las manos

adecuadamente. Esto dentro de cada capacitación, tratando de cubrir todos los aspectos importantes dentro del tema.

Al terminar cada capacitación se llenó el respectivo registro el cual contenía información sobre la finca donde se realizó la capacitación, fecha, expositor, tema, objetivo, duración y hacia quien fue dirigida. Las personas que recibieron la capacitación firmaron dicho registro, para confirmar su participación.

En la figura 22 se muestra el formato del registro de capacitaciones.

	TASA	CAPACITACIONES			Codigo: MA.CP.07
	Tierra de Arboles. S.A				Pagina: 1
Elaborado por:	Revisado por:	Abrobado por:	Version:	Fecha:	
Ing. Alejandra Agosto	Augusto Estrada	Ing. Emilio Say	2	Temp. 2013-2014	
Nombre de la finca:			Código :		
Ubicación de la finca:					
Fecha de Capacitación:			Duración:		
Expositor:			Responsable:		
Tema:					
Impartido a:					
Objetivo:					
Codigo	Nombre de la persona	Puesto/Actividad	Firma/ Huella		

Figura 22. Formato del registro capacitaciones. Fuente: TASA

3.3.4 Evaluación

Al finalizar la capacitación se realizaba un cuestionario para saber si el personal había comprendido el mensaje. Se promovieron las buenas prácticas agrícolas mediante las capacitaciones, haciendo énfasis en la higiene, aseo personal, salud y manejo de plaguicidas para así poder asegurar un producto más saludable y libre de agentes infecciosos. El promedio de respuestas buenas en los cuestionarios fue del 80%.

3.4 Muestreos de Suelo para análisis de laboratorio

3.4.1 Objetivos

3.4.1.2 Objetivo General

- Conocer la fertilidad de suelos antes de iniciar el ciclo de cultivo.

3.4.1.3 Objetivo Específico

- Realizar un análisis de suelos en la finca San Andrés.

3.4.2 Metodología

El modulo base para cultivos de la normativa GLOBAL G.A.P fundamenta el uso y manejo de los fertilizantes dentro de las fincas, por lo cual se realizan aplicaciones de fertilizantes en base a un programa de fertilización, el cual es realizado tomando como base la disponibilidad de elementos en el suelo y los requerimientos de la planta. Lo que hace necesario un muestreo de suelo, el cual se llevó a cabo en el mes de junio de 2014.

- Se realizó un croquis del terreno, para indicar la posición donde se realizó el muestreo.
- Se tomó una muestra compuesta, la cual hace referencia a obtener varias muestras simples (es la que se obtiene con una sola extracción de suelo) reunidas en un recipiente y bien mezcladas, en donde se obtuvo una muestra final de aproximadamente 1 kg de suelo, la cual iba compuesta con alrededor de 15 sub-muestras.
- Cada una de estas se tomaron a una profundidad de 15-20 cm. Los sitios de muestreo se tomaron en referencia a un zigzag (método sistemático).
- Para cada sub-muestra se tomó una capa uniforme desde la superficie hasta la profundidad determinada, obteniendo casi el mismo volumen de suelo en cada extracción.

- Este se encontraba seco y se trasladó al laboratorio en bolsa plástica debidamente identificado, con información como: nombre de la empresa, persona responsable del muestreo, nombre de la finca, localización y cultivo anteriormente sembrado.

3.4.3 Resultados

El resultado del muestreo de suelo realizado en la finca san Andrés se muestra en la figura 23.

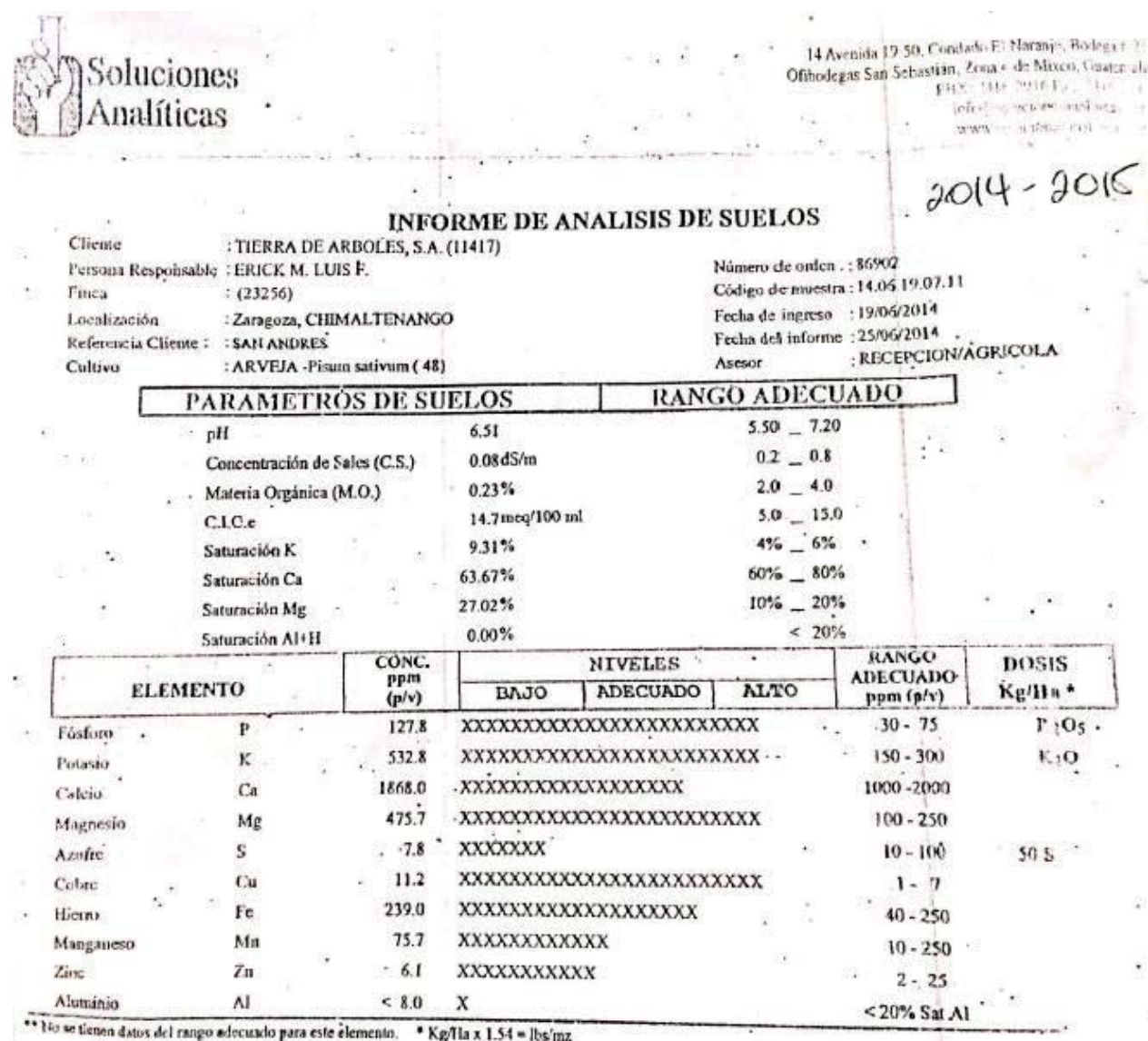


Figura 23. Resultado del análisis de suelos, finca San Andrés. Fuente: TASA

El muestreo se realizó antes de que diera inicio el ciclo de cultivo. Este es la primera etapa para un buen plan de fertilización. El resultado del análisis de suelo fue parte del fundamento para realizar el plan de fertilización. El análisis de suelo es el instrumento básico para la transferencia de información sobre fertilización.

3.4.5 Evaluación

- Se realizó el muestreo de suelo para posteriormente llevar la muestra al laboratorio y tener el informe del análisis de suelos. Logro del servicio 100%.

3.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Global G.A.P. 2014. Normativa Global G.A.P v. 4.0. Consultado 8 mar 2014. Disponible en <http://www.globalgap.org/es/>
2. Santos Pérez, J. 2012. Trabajo de graduación realizado en Grupo Hortícola de Exportación S.A. (GHORTEX S.A.) Sumpango, Sacatepéquez, manejo de cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.). Informe Graduación Ing. Agr. Guatemala, USAC. 149 p.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 11/2016

LA TESIS TITULADA:

"EVALUACIÓN DE SUSTRATOS
HIDROPÓNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE
ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L.), COMO
ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL DAÑO
PRODUCIDO POR LOS HONGOS DEL
SUELO."

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:


LUIS HALBANO
FIGUERÓA ALFARO

CARNE:

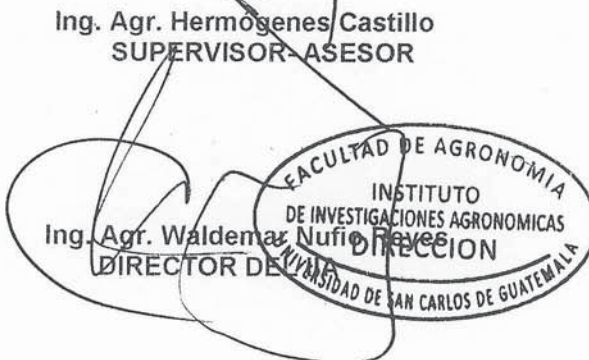
200915874

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Lic. Romeo Pérez
Dr. Iván Dimitri Santos
Ing. Agr. Hermógenes Castillo

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.


Dr. Iván Dimitri Santos Castillo
A S E S O R


Ing. Agr. Hermógenes Castillo
SUPERVISOR-ASESOR


Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DIRECCIÓN

WNR/nm
c.c. Archivo -



Guatemala, 27 de septiembre de 2016

Ref. SAIEPSA: Trabajo de Graduación 13-2016

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS HIDROPÓNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L.), COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL DAÑO PRODUCIDO POR LOS HONGOS DEL SUELO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA TIERRA DE ARBOLES S.A. SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

ESTUDIANTE:

LUIS HALBANO FIGUERÓA ALFARO

No. CARNÉ

200915874

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

"EVALUACIÓN DE SUSTRATOS HIDROPÓNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA CHINA (*Pisum sativum* L.), COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL DAÑO PRODUCIDO POR LOS HONGOS DEL SUELO."

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Lic. Romeo A. Pérez
Dr. Iván Dimitri Santos
Ing. Agr. Hermógenes Castillo

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Hermógenes Castillo
Docente – Asesor de EPS



Vo.Bo. Ing. Agr. Silvel A. Elías Gramajo
Coordinador Área Integrada -EPS

c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,

No.39.2016

Trabajo de Graduación:	“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS HIDROPÓNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA CHINA (<i>Pisum sativum</i> L.), COMO ALTERNATIVA PARA MITIGAR EL DAÑO PRODUCIDO POR LOS HONGOS DEL SUELO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES, S.A., SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.”
Estudiante:	Luis Halbano Figueróa Alfaro
Carné:	200915874

“IMPRIMASE”


Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
DECANO

