

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 woman in a red dress, likely the Virgin Mary, holding a child. Above her is a golden crown. The seal is surrounded by a Latin inscription: "ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA ACAD. COACTEMALENSIS INTER CETERA".

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE POTASIO EN LA  
CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (° BRIX) EN EL CULTIVO DE ARVEJA  
DULCE (*Pisum sativum* L. VARIEDAD: SL 3123), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS  
REALIZADOS EN FINCAS DE LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES, ZARAGOZA,  
CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

DAVID ERNESTO MAYÉN MILIÁN

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE POTASIO EN LA  
CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (° BRIX) EN EL CULTIVO DE ARVEJA  
DULCE (*Pisum sativum* L. VARIEDAD: SL 3123), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS  
REALIZADOS EN FINCAS DE LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES, ZARAGOZA,  
CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

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

POR  
DAVID ERNESTO MAYÉN MILIÁN

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO

EN  
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017



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. Eberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr. Walfer Yasmany Godoy Santos
VOCAL QUINTO	P. Contador Neydi Yasmine Juracán Morales
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017



Guatemala, octubre de 2017

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado como EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE POTASIO EN LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (° BRIX) EN EL CULTIVO DE ARVEJA DULCE (*Pisum sativum* L. VARIEDAD: SL 3123), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN FINCAS DE LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A., como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

David Ernesto Mayén Milián

201210741



## **ACTO QUE DEDICO**

A Dios, quién día a día me ha mostrado su amor incondicional, su protección, bendición, y le doy gracias por darme la inteligencia para culminar mi carrera.

A mis padres, Ernesto Mayén Mayén y Ana Patricia Milián Avilés, quienes me brindaron su apoyo incondicional durante mi desarrollo personal y académico.

A mi hermana, Karen Patricia Mayén Milián porque ella es la alegría de la familia y para que mis logros le sean de ejemplo en un futuro.

A la Escuela Nacional Central de Agricultura por la excelente formación académica brindada durante mi educación media.



## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO**

A Dios Todopoderoso, porque a pesar de nuestras faltas siempre nos protege y da fuerzas para salir adelante en toda circunstancia.

A la Facultad de Agronomía, por ser el lugar donde adquirí y pulí mis conocimientos sobre agronomía, preparándome así para la vida profesional y personal.

A la Escuela Nacional Central de Agricultura, por instruirme y darme las bases sobre la agricultura, las cuales me sirvieron como una guía, para mi formación en la tricentaria Universidad de San Carlos de Guatemala.

A mi padre, Ernesto Mayén Mayén, por sus consejos, su apoyo y su ejemplo de perseverancia, que fueron vitales en mi formación.

A mi madre, Ana Patricia Milián Avilés, por su apoyo y cariño mostrado ante cualquier circunstancia.

A mi novia, Diana Rocio Tum Castro, quien por más de siete años me ha dado su amor, comprensión y apoyo.



## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por las pruebas que han venido a mí, por darme su mano en momentos de necesidad, porque ha cumplido sus promesas en mi vida, ha alumbrado mi camino con su palabra y porque su fidelidad es para siempre.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, unidad académica en cuyas aulas obtuve los conocimientos necesarios para mi formación académica profesional.

A mis profesores, Dr. Amílcar Sánchez e Ing. Agr. M.Sc. Mirna Ayala quienes me apoyaron en la etapa final de mi formación académica. Gracias por sus enseñanza y conocimiento para la elaboración de este documento.

A la empresa Tierra de Árboles S.A., por brindarme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-, y de esta manera cumplir con uno de los últimos requisitos para finalizar mi carrera profesional.

A mis colegas y amigos que durante los 6 años compartimos en la tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, colaborando mutuamente para cumplir un sueño, el ser profesionales y hoy por fin, he alcanzado este sueño.

A mis padres y familia en general porque a lo largo de los años estuvieron a mi lado, a pesar de las pérdidas sufridas y momentos difíciles, con la ayuda de Dios hemos salido adelante.

A todas las personas que conocí durante el desarrollo de mi EPS, que me ayudaron y enseñaron a valorar las cosas que Dios nos da cada día.



## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I	
DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA ( <i>Pisum sativum</i> L.) EN FINCA LA HACIENDA, TIERRA DE ÁRBOLES S.A., ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A. ....	
	1
1.1. Presentación .....	2
1.2. Marco referencial .....	3
1.2.1. Finca La Hacienda .....	3
1.2.2. Características geofísicas .....	3
A. Temperatura.....	3
B. Precipitación pluvial.....	3
C. Velocidad del viento .....	3
D. Brillo solar.....	3
1.2.3. Demografía.....	4
A. Actividad agrícola .....	4
B. Actividad pecuaria .....	4
1.3. Objetivos... ..	5
1.3.1. Objetivo General .....	5
1.3.2. Objetivos Específicos .....	5
1.4. Metodología .....	6
1.4.1. Fuentes primarias.....	6
1.4.2. Fuentes secundarias .....	6
1.4.3. Recursos .....	6
A. Materiales.....	6
1.5. Resultados .....	7
1.5.1. Preparación de suelo.....	8
1.5.2. Siembra .....	8
1.5.3. Colocación de tutores y rafia .....	9
1.5.4. Riego.....	9
1.5.5. Aplicación de fitosanitarios .....	9
1.5.6. Cosecha .....	10
1.5.7. Registro de actividades para certificación .....	10

	PÁGINA
1.5.8. Problemas detectados.....	12
1.6. Conclusiones.....	13
1.7. Recomendaciones .....	14
1.8. Bibliografía .....	15
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE POTASIO EN LA</b>	
<b>CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (° Brix) EN EL CULTIVO DE ARVEJA</b>	
<b>DULCE (<i>Pisum sativum</i> L. variedad: SL 3123), ZARAGOZA, CHIMALTENANGO,</b>	
<b>GUATEMALA, C.A. ....</b>	
	<b>17</b>
2.1. Presentación .....	18
2.2. Marco teórico .....	19
2.2.1. Marco conceptual .....	19
A. Planta de arveja dulce .....	19
a. Origen.....	19
b. Clasificación taxonómica .....	19
c. Morfología .....	19
d. Requerimientos climáticos y edáficos.....	20
e. Requerimientos nutricionales del cultivo. ....	21
f. Plagas .....	21
i. Trips de la vaina de arveja .....	21
ii. Áfidos o pulgones.....	22
iii. Larvas del follaje y las vainas.....	22
g. Enfermedades .....	23
i. Mancha negra .....	23
ii. Mildiu.....	23
iii. Fusarium .....	23
B. Efecto del potasio en las plantas.....	24
C. Grados Brix .....	24
D. Antecedentes del uso del potasio en el efecto de los sólidos solubles. ....	25
E. Efectos del potasio en la calidad del producto .....	25
F. Mercados.....	26
G. Calidad requerida por el mercado .....	26

	PÁGINA
H. Rechazo .....	26
I. Presupuestos parciales .....	26
2.2.2. Marco referencial.....	28
A. Empresa Tierra de Árboles S.A.....	28
B. Ubicación geográfica .....	28
C. Características geofísicas .....	28
a. Temperatura.....	28
b. Precipitación pluvial.....	28
c. Velocidad del viento .....	28
d. Brillo solar.....	29
D. Condiciones edáficas .....	29
2.3. Objetivos... ..	30
2.3.1. Objetivo General .....	30
2.3.2. Objetivos Específicos .....	30
2.4. Hipótesis experimental .....	31
2.4.1. Hipótesis nula (ho): .....	31
2.4.2. Hipótesis alternativa (ha):.....	31
2.5. Metodología.....	32
2.5.1. Descripción del experimento .....	32
2.5.2. Tratamientos .....	32
2.5.3. Diseño experimental.....	33
2.5.4. Unidad experimental .....	33
2.5.5. Variables respuesta.....	34
2.5.6. Manejo del experimento .....	35
A. Preparación del suelo.....	35
B. Siembra .....	35
C. Colocación de tutores y guiado de arveja.....	35
D. Riego.....	35
E. Manejo fitosanitario .....	36
F. Cosecha .....	36
2.5.7. Recolección de datos .....	36

	PÁGINA
2.5.8. Análisis de la información.....	36
2.6. Resultados y discusión.....	37
2.6.1. Grados Brix .....	37
2.6.2. Rendimiento .....	38
2.6.3. Longitud de vaina .....	39
2.6.4. Rechazo .....	40
2.6.5. Análisis económico.....	41
A. Presupuestos parciales .....	41
a. Identificación de los costos que varían.....	41
b. Estimación del precio del insumo que varia .....	41
c. Estimación de los costos que varían .....	41
d. Estimación del precio de campo.....	42
e. Estimación del rendimiento ajustado.....	42
f. Estimación del beneficio neto.....	43
g. Análisis de dominancia.....	44
h. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM).....	45
i. Tasa mínima de retorno (TAMIR).....	45
j. Selección del tratamiento más rentable.....	46
B. Análisis Relación Beneficio/Costo .....	46
2.7. Conclusiones.....	48
2.8. Recomendaciones .....	49
2.9. Bibliografía .....	50
<b>CAPITULO III</b>	
<b>SERVICIOS REALIZADOS EN LAS FINCAS PRODUCTIVAS DE LA EMPRESA</b>	
<b>TIERRA DE ÁRBOLES S.A., ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.....</b>	
3.1. Presentación .....	54
3.2. Servicio 1: Supervisión y registro de actividades en campo para certificaciones agrícolas, en fincas productivas de la empresa Tierra de Árboles S.A., Zaragoza, Chimaltenango.....	55
3.2.1. Objetivos .....	55
A. Objetivo general .....	55
B. Objetivos específicos.....	55

	PÁGINA
3.2.2. Metodología.....	55
A. Siembra y semilla .....	57
B. Lavado de manos e higiene del personal .....	57
C. Limpieza de instalaciones .....	58
D. Salud del personal.....	58
E. Monitoreo de plagas y enfermedades .....	58
F. Calibración de bombas de mochila .....	59
G. Capacitación en campos .....	60
H. Limpieza de los equipos de aplicación .....	61
I. Limpieza de uniformes .....	61
J. Aplicación de fitosanitarios .....	62
K. Kardex de productos .....	62
L. Horas de riego .....	63
M. Limpieza de utensilios de cosecha .....	63
N. Cosecha .....	64
O. Limpieza de vehículos .....	64
3.2.3. Resultados .....	65
3.2.4. Evaluación.....	68
3.3. Servicio 2. Capacitación sobre el uso y manejo adecuado de agroquímicos al personal de fincas de la empresa Tierra de Árboles S.A., Zaragoza, Chimaltenango.....	69
3.3.1. Objetivos .....	69
A. Objetivo general .....	69
B. Objetivos específicos.....	69
3.3.2. Metodología.....	69
A. Definir temas a exponer .....	69
B. Recopilación de información a presentar .....	70
a. Definición de plaguicida.....	70
i. Clasificación de plaguicidas según la plaga que controla .....	70
ii. Clasificación de plaguicidas según su peligrosidad .....	71
iii. Panfleto del plaguicida .....	71

	PÁGINA
iv. Información de la etiqueta.....	71
v. Pictogramas e indicaciones.....	72
b. Uso adecuado del equipo de protección .....	73
i. Equipo de protección personal (EPP) .....	73
ii. Pasos para ponerse el equipo de protección personal .....	73
iii. Pasos para quitarse el equipo de protección personal.....	73
iv. Limpieza y mantenimiento del EPP.....	74
c. Almacenamiento y manejo de envases vacíos de agroquímicos .....	74
i. Bodega de almacenamiento.....	74
ii. Triple lavado.....	74
d. Recomendaciones generales sobre el uso de agroquímicos .....	75
C. Capacitación.....	75
3.3.3. Resultados .....	76
3.3.4. Evaluación.....	78
3.4. Bibliografía .....	79
4. Anexos.....	81

## ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Listado de registros para certificaciones en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango. ....	10
Cuadro 2. Requerimiento nutricional del cultivo de arveja dulce .....	21
Cuadro 3. Análisis químico de suelo perteneciente a finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango. ....	29
Cuadro 4. Descripción de la fertilización a utilizar y el aporte total de NPK en el cultivo de arveja dulce .....	32
Cuadro 5. Parcela neta utilizada durante el experimento. ....	33
Cuadro 6. Distribución de los tratamientos utilizados en campo con sus respectivas medidas. ....	34
Cuadro 7. Promedio de grados Brix obtenidos según los niveles de fertilización a base de potasio evaluados en el cultivo de arveja dulce. ....	37
Cuadro 8. Comparación múltiple de medias de Tukey para el rendimiento en kg/ha según los niveles de fertilización a base de potasio evaluadas en el cultivo de arveja dulce. ....	39
Cuadro 9. Longitud de vaina promedio obtenidos según los niveles de fertilización a base de potasio evaluadas en el cultivo de arveja dulce. ....	40
Cuadro 10. Porcentaje de rechazo obtenido según los niveles de fertilización a base de potasio evaluados en el cultivo de arveja dulce. ....	40
Cuadro 11. Estimación de costos que varían para los niveles de fertilización a base de potasio utilizados en el cultivo de arveja dulce. ....	42
Cuadro 12. Rendimientos ajustados de arveja dulce utilizando un 20 % de ajuste. ....	43
Cuadro 13. Beneficios netos obtenidos de los niveles de fertilización a base de potasio evaluados en el cultivo de arveja dulce. ....	44
Cuadro 14. Análisis de dominancia realizado a las dosis de fertilización a base de potasio evaluadas en el cultivo de arveja dulce. ....	44
Cuadro 15. Cálculo de la tasa de retorno marginal para las dosis de fertilizante a base de potasio evaluados en el cultivo de arveja dulce. ....	45
Cuadro 16. Resumen del análisis beneficio/costo realizado a los niveles de fertilización a base de potasio evaluados en el cultivo de arveja dulce. ....	46
Cuadro 17. Cronograma de visita a fincas productivas de la empresa Tierra de Árboles S.A., Zaragoza, Chimaltenango. ....	55
Cuadro 18. Formato del registro de siembra e información requerida, utilizado en fincas productivas de la empresa Tierra de Árboles S.A. ....	57
Cuadro 19. Formato del registro de lavado de manos e higiene del personal utilizado en fincas para el cultivo de arveja. ....	57
Cuadro 20. Formato del registro de limpieza de instalaciones utilizado en fincas. ....	58
Cuadro 21. Formato del registro de salud del personal utilizado en fincas. ....	58
Cuadro 22. Formato de monitoreo de plagas y umbrales utilizados en las diferentes fincas para el cultivo de arveja. ....	59
Cuadro 23. Formato de registro de calibración de bomba de mochila utilizado en las fincas. ....	60
Cuadro 24. Formato del registro de capacitación en campos, utilizado en fincas. ....	60

	PÁGINA
Cuadro 25. Formato del registro de limpieza de equipo de aplicación utilizado en fincas.....	61
Cuadro 26. Formato del registro de limpieza de equipo de aplicación utilizado en fincas.....	61
Cuadro 27. Formato del registro de aplicación de productos fitosanitarios utilizado en fincas.....	62
Cuadro 28. Formato del registro de kardex de productos utilizado en fincas.....	63
Cuadro 29. Formato del registro de horas de riego utilizado en fincas.....	63
Cuadro 30. Formato del registro de limpieza de utensilios de cosecha utilizado en fincas.....	64
Cuadro 31. Formato del registro de cosecha utilizado en fincas.....	64
Cuadro 32. Formato del registro de limpieza de vehículos utilizado en fincas.....	64
Cuadro 33. Registro de siembra para la temporada 2,016/2,017 realizado en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.....	65
Cuadro 34. Registro de aplicación de fitosanitarios en parcela productiva perteneciente a finca Hierba Buena, Zaragoza, Chimaltenango.....	66
Cuadro 35. Registro de cosecha realizado durante la temporada 2016/2017 en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.....	66
Cuadro 36. Registro de kardex de productos realizado durante la temporada 2,016/2,017 en finca Chaparral, Zaragoza, Chimaltenango.....	67
Cuadro 37. Temas a presentar en la capacitación sobre el uso y manejo adecuado de agroquímicos al personal de campo, perteneciente a la empresa Tierra de Árboles S.A.....	69
Cuadro 38A. Umbrales de monitoreo para plagas y enfermedades utilizados en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.....	82
Cuadro 39A. Productos químicos utilizados para el control de enfermedades en el cultivo de arveja dulce.....	84
Cuadro 40A. Productos químicos utilizados para el control de plagas en el cultivo de arveja.....	85
Cuadro 41A. Costo de producción para el cultivo de arveja dulce variedad SL 3123 aplicando una dosis de 88 kg/ha de K <sub>2</sub> O.....	86
Cuadro 42A. Costo de producción para el cultivo de arveja dulce variedad SL 3123 aplicando una dosis de 110 kg/ha de K <sub>2</sub> O.....	88
Cuadro 43A. Costo de producción para el cultivo de arveja dulce variedad SL 3123 aplicando una dosis de 132 kg/ha de K <sub>2</sub> O.....	89
Cuadro 44A. Costo de producción para el cultivo de arveja dulce variedad SL 3123 aplicando una dosis de 154 kg/ha de K <sub>2</sub> O.....	91
Cuadro 45A. Costo de producción para el cultivo de arveja dulce variedad SL 3123 aplicando una dosis de 66 kg/ha de K <sub>2</sub> O.....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Organigrama de personal administrativo y de campo presente en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango. ....	7
Figura 2. Valores promedio de grados Brix obtenidos en la evaluación de cinco niveles de fertilización a base de potasio en el cultivo de arveja dulce. ....	38
Figura 3. Descripción del encabezado utilizado en los registros de actividades agrícolas realizadas en finca. ....	56
Figura 4. Clasificación de plaguicidas según la plaga que controla. ....	70
Figura 5. Clasificación de plaguicidas según su toxicidad. ....	71
Figura 6. Información presente en la etiqueta de los plaguicidas agrícolas. ....	72
Figura 7. Pictogramas que presenta la etiqueta en los plaguicidas. ....	72
Figura 8. Ilustración del triple lavado realizado a envases de agroquímicos. ....	74
Figura 9. Demostración de plaguicidas utilizados en finca y su respectivo almacenamiento. ....	76
Figura 10. Demostración del uso adecuado del equipo de protección al personal de aplicación de plaguicidas. ....	77
Figura 11. Uso adecuado de equipo de aplicación en fincas productivas de la empresa Tierra de Árboles S.A., Zaragoza, Chimaltenango. ....	78
Figura 12A. Croquis de parcelas en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango. ....	81
Figura 13A. Ilustración de la fase final de preparación de suelo para el cultivo de arveja, finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango. ....	81
Figura 14A. Ubicación de finca La Hacienda, lugar donde se llevó a cabo la investigación. ....	83
Figura 15A. Ubicación de oficinas centrales de la empresa Tierra de Árboles S.A. ....	86



## TRABAJO DE GRADUACIÓN

### EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE POTASIO EN LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (° BRUX) EN EL CULTIVO DE ARVEJA DULCE (*Pisum sativum* L. VARIEDAD: SL 3123), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN FINCAS DE LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

#### RESUMEN

En el presente informe se describen las actividades realizadas para el diagnóstico, la investigación y los servicios presentados en la empresa Tierra de Árboles S.A.; efectuados en las fincas de producción de vegetales según la problemática y necesidades de la empresa. El diagnóstico descrito en el Primer Capítulo, permitió conocer las actividades que se realizan en la producción del cultivo de arveja en finca La Hacienda, ubicada en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango. Observando las actividades realizadas en la producción del cultivo de arveja se determinaron los principales problemas, enlistándolos y proponiendo posibles acciones para solucionarlos.

En el Segundo Capítulo se presenta la investigación realizada en finca La Hacienda, evaluando el efecto de la fertilización a base de potasio en la concentración de sólidos solubles en el cultivo de arveja dulce, utilizando cinco dosis de potasio las cuales son: 66 kg K<sub>2</sub>O/ha T5, 88 kg K<sub>2</sub>O/ha T1, 110 kg K<sub>2</sub>O/ha T2, 132 kg K<sub>2</sub>O/ha T3, y 154 kg K<sub>2</sub>O/ha T4, dando como resultado que la aplicación de los diferentes niveles de fertilización utilizados, no presentó una variación en la concentración de sólidos solubles, pero sí, presentando diferencia en el rendimiento del cultivo, siendo la aplicación de 154 kg K<sub>2</sub>O/ha, el tratamiento que mayor rendimiento tuvo, respaldando este resultado, el análisis económico, que demuestra que la aplicación de 154 kg K<sub>2</sub>O/ha es la que mayor relación beneficio costo y rentabilidad presenta, en comparación con el resto de dosis evaluadas.

En el Capítulo Tres se describen los servicios prestados a la empresa Tierra de Árboles S.A.; los cuales incluyen la supervisión y registro de actividades en campo para certificaciones agrícolas, en el cual se registraron 15 actividades realizadas en campo para la producción del cultivo de arveja, durante 10 meses, logrando la recertificación Global Gap en cuatro fincas, y la certificación Tesco Nurture en una de ellas. También se capacitó al personal sobre el uso y manejo adecuado de agroquímicos, explicando al personal la definición de plaguicida, el uso adecuado del equipo de protección, almacenamiento y manejo de envases vacíos, y recomendaciones generales sobre el uso de agroquímicos.





## CAPÍTULO I

1. **DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARVEJA (*Pisum sativum* L.) EN FINCA LA HACIENDA, TIERRA DE ÁRBOLES S.A., ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

## 1.1. Presentación

Tierra de Árboles S.A., es una empresa guatemalteca que se dedica a la producción y distribución de vegetales en fresco, exportándolos hacia el mercado norte americano y europeo, teniendo como principal objetivo la satisfacción del consumidor, a través de un estricto control en toda la cadena de producción de los vegetales que se exportan. Dentro de los vegetales que exporta la empresa Tierra de Árboles S.A., están: zanahoria, brócoli, zucchini, vegetales orientales, ejote, arveja dulce y china, siendo las dos últimas, las más importantes.

La empresa cuenta con fincas dedicadas a la producción de vegetales y grupos de agricultores distribuidos en el altiplano del país, principalmente en los departamentos de Sacatepéquez, Huehuetenango y Chimaltenango, siendo este último, el lugar donde se llevó a cabo el diagnóstico, como parte del Ejercicio Profesional Supervisado en finca La Hacienda. Esta finca es una de las nueve fincas productivas que se encuentran en este departamento, produciendo arveja dulce, arveja china y ejote.

La producción de arveja dulce y china se trabaja por temporada, dando inicio normalmente en el mes de agosto, aprovechando así la época lluviosa y finalizando temporada en el mes de mayo del siguiente año, teniendo una producción de 10 meses. La finca se encuentra ubicada en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango, cuenta con un total de 17 parcelas productivas, administradas por un gerente general, gerente administrativo, gerente de control de calidad, y supervisadas por el caporal, técnico de campo y personal de campo.

En la producción de arveja se realizan diversas actividades como: preparación de suelo, siembra, colocación de tutores y rafia, riego, aplicación de fitosanitarios, cosecha y registro de actividades para certificación. Las actividades antes mencionadas se describen en el presente diagnóstico, enlistando a su vez los problemas detectados.

## **1.2. Marco referencial**

### **1.2.1. Finca La Hacienda**

El presente diagnóstico se llevó a cabo en finca La Hacienda, ubicada en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango, localizándose a 64.5 km de la ciudad capital. Actualmente es arrendada por la empresa Tierra de Árboles S.A. para la producción del cultivo de arveja y ejote.

### **1.2.2. Características geofísicas**

#### **A. Temperatura**

La temperatura máxima se encuentra en el rango de 26 °C a 29 °C, la temperatura media se encuentra entre en el rango de 15 °C a 20 °C; y la temperatura mínima se encuentra en el rango de 7 °C a 14 °C (SEPROIC, 2005).

#### **B. Precipitación pluvial**

La precipitación pluvial media anual es de 1,300 mm (SEPROIC, 2005).

#### **C. Velocidad del viento**

La dirección del viento es de nororiente con un promedio de 13.5 km/hr; entre los meses de enero a junio y un promedio de 25 km/hr entre julio y diciembre (SEPROIC, 2005).

#### **D. Brillo solar**

El promedio de exposición solar es de 6.6 h diarias, el promedio entre los meses de enero a marzo 7.5 h y en época lluviosa el promedio es de 4 h diarias (SEPROIC, 2005).

### **1.2.3. Demografía**

La población de Zaragoza en el año 2,011 era de 25,000 habitantes, un aspecto peculiar de esta zona es que el 70 % de su población es de origen ladino, y el 30 % es indígena, registrando un ingreso promedio mensual de Q. 1,500.00 (Pamal, 2011). Las principales actividades productivas que se desarrollan en el municipio de Zaragoza son: la producción agrícola, que representa el 53 % de la producción total, la producción pecuaria, representa el 3 %, artesanal 39 % e industrial un 5 % (Pamal, 2011).

#### **A. Actividad agrícola**

Esta actividad constituye el mayor ingreso en la economía del municipio de Zaragoza, representando un 54 % de la producción local, ubicándose esta actividad como la tercera actividad en lo relativo a generación de empleo, ya que únicamente el 19 % de los habitantes se dedica a esta actividad. Los productos agrícolas de mayor relevancia para el municipio son: maíz, frijol, fresa, arveja china, arveja dulce y rosas. Las personas que se dedican a esta actividad normalmente cuentan con asociaciones y cooperativas que negocian y envían sus productos a consumidores ubicados en el departamento de Guatemala o agroexportadores de la región (Pamal, 2011).

#### **B. Actividad pecuaria**

Esta actividad representa el 3 % de las actividades productiva, en su mayoría se destina al consumo familiar y en algunos casos lo utilizan para comercializar sus productos en el mercado externo. Dentro de las principales actividades pecuarias del municipio de Zaragoza destaca el ganado bovino, ganado porcino y caprino sin asistencia técnica, ganado avícola de razas criollas y caballos como medio de transporte o trabajo en campo (Pamal, 2011).

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Describir la producción del cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en finca La Hacienda, en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

1. Conocer las principales actividades que se realizan en la producción de arveja dulce y china.
2. Determinar los principales problemas relacionados a la producción de arveja dulce y china en finca La Hacienda.

## **1.4. Metodología**

### **1.4.1. Fuentes primarias**

Para la elaboración del diagnóstico se visitó con regularidad finca La Hacienda, para observar a detalle cada una de las actividades que se realizaron durante la producción del cultivo de arveja, a su vez, tomando nota de cada una de ellas.

Mediante un dialogo semi-estructurado, se recolectó información general y específica, entrevistando al caporal y conversando con trabajadores de finca La Hacienda, quienes poseen un mayor conocimiento y experiencia en el cultivo de arveja.

### **1.4.2. Fuentes secundarias**

Se consultaron documentos de la empresa Tierra de Árboles S.A. y se revisó bibliografía respecto a la producción del cultivo de arveja. Esta información fue recopilada y analizada para tener una visión general del cultivo y conocer el sistema de trabajo que se utiliza en finca.

Luego de recopilar la información primaria y secundaria, se procedió a realizar un análisis comparativo de las actividades que se realizaron en campo para la producción del cultivo de arveja versus la información de diversas fuentes bibliográficas, de este modo detectar e identificar los problemas potenciales en las actividades realizadas. Luego de identificar los problemas, se procedió a enlistarlos en el presente diagnóstico.

### **1.4.3. Recursos**

#### **A. Materiales**

- Libreta de campo
- Lápiz
- Cámara digital
- GPS

## 1.5. Resultados

Finca La Hacienda se encuentra ubicada en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango, cuenta con un área total de 4.59 ha para la producción, según los registros de Tierra de Árboles, 2016. Esta finca está destinada principalmente a la producción del cultivo de arveja, ya sea, dulce o china y en ocasiones se produce el cultivo de ejote. La cantidad a sembrar de arveja dulce o arveja china depende de la demanda del mercado, cultivando preferentemente arveja dulce.

Según la revisión de documentos, esta finca se divide en 13 parcelas, como se observa en la figura 12A. Se encuentra organizada por personal administrativo y de campo, según se observa en la figura 1, donde se detallan los puestos que desempeñan las personas que laboran en la empresa Tierra de Árboles S.A.

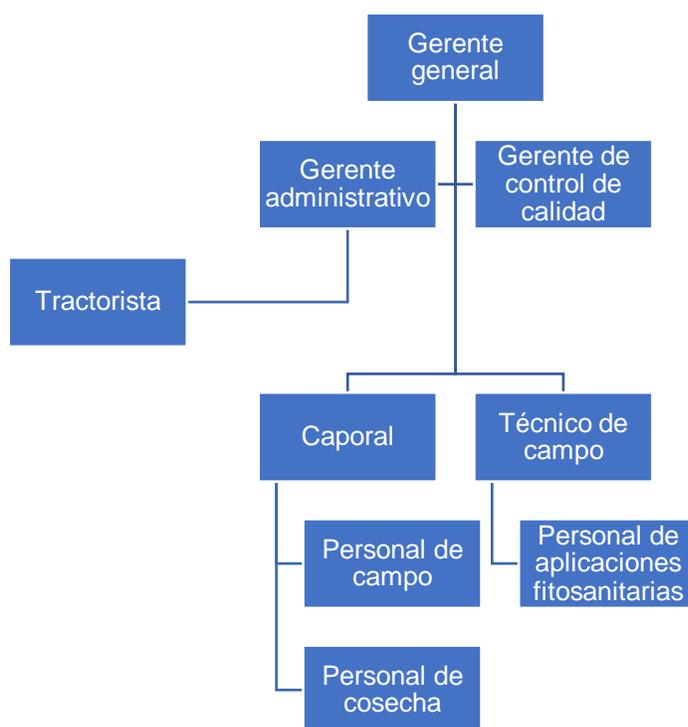


Figura 1. Organigrama de personal administrativo y de campo presente en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

En la figura anterior, se observa el organigrama establecido para esta finca, iniciando con el gerente general, quien supervisa y asigna los objetivos a cumplir cada semana durante la producción, seguido del gerente administrativo, que tiene a su cargo las operaciones de preparación de suelo, transporte de insumos hacia la finca, transporte de cosecha y pago de salarios al personal.

El gerente de control de calidad, es la persona encargada de reportar si el producto cosechado en finca presenta problemas como: daño de insectos, daño por enfermedades y daño mecánico, brindando en conjunto con el gerente general soluciones a los problemas antes mencionados, evitando así futuros daños al producto. Luego se encuentra el caporal de finca y el técnico de campo, quienes coordinan y supervisan cada semana en equipo con el gerente general las actividades a realizar y objetivos a cumplir, teniendo a su cargo alrededor 30 personas.

A través de cuatro semanas se observaron las actividades que se llevaron a cabo en la producción del cultivo de arveja, conociendo las siguientes actividades:

1. Preparación de suelo
2. Siembra
3. Colocación de tutores y rafia
4. Riego
5. Aplicación de fitosanitarios
6. Cosecha
7. Registro de actividades para certificación

#### **1.5.1. Preparación de suelo**

Esta actividad se realizó 15 días antes de la siembra, arando el suelo a una profundidad de 0.3 m, seguidamente se realizó el paso del tiler para mullir los terrones, dejando una capa suave de tierra, en la que el cultivo pueda desarrollar su sistema radicular sin ningún problema. Luego de esta actividad, se procedió al paso de una surqueadora, dejando un distanciamiento entre surcos de aproximadamente 1 m, además de esto se realizó la incorporación de materia orgánica a razón de 4,472 kg/ha y fertilizante químico a base de 18 – 46 – 0, a razón de 406 kg/ha. Habiendo trazado el surco, he incorporado la materia orgánica y el fertilizante químico, se procedió a colocar la cinta de riego y el mulch plástico, finalizando así la preparación de suelo (figura 13A).

#### **1.5.2. Siembra**

La siembra se realizó de forma manual, utilizando un distanciamiento entre planta de 0.05 m, colocando 2 semillas por postura, utilizando 49 kg/ha de semilla. La variedad a utilizar depende del tipo de arveja que demanda del mercado, ya sea arveja dulce o arveja china y de la decisión del gerente general. Las variedades de arveja dulce que se utilizan en finca La Hacienda son: SL 3123, Anita, Shaphiro y Sugar daddy, y las variedades de arveja china que se utilizan son: Taichun, Atitlan, Kaqchiquel y Suprema.

### **1.5.3. Colocación de tutores y rafia**

Esta actividad se inició 15 días después de la siembra, los tutores a utilizar pueden ser de bambú o estacas de madera, se colocaron a una distancia de 3 m entre cada tutor, utilizando un aproximado de 3,000 tutores/ha. Luego de colocar los tutores se procede a poner la rafia, esta sirve de guía y soporte a la planta.

La primera hilera de rafia se coloca aproximadamente a 0.15 m de altura, 20 días después de la siembra, luego se debe colocar la rafia a un distanciamiento de 0.20 m de altura una de otra, esta distancia puede ser menor o mayor, dependiendo de las necesidades de la planta. Adicionalmente, cada vez que se coloque una nueva hilera de rafia, se deben introducir los sarcillos y brotes que posee la planta de arveja dentro de la hilera para que esta cumpla su función.

### **1.5.4. Riego**

Esta actividad es de vital importancia para el desarrollo del cultivo de arveja, siendo el periodo crítico la floración, crecimiento y desarrollo de la vaina, ocurriendo entre los 45 días a 70 días después de la siembra. El sistema de riego utilizado en esta finca es por goteo, teniendo a su disposición dos bombas hidráulicas, de 1.5 hp y 3 hp, existiendo un total de 36 llaves de riego.

No tiene establecida una lámina de riego para el cultivo de arveja, así mismo el tiempo de riego para cada llave o turno de riego no está bien definido y no posee un orden a seguir, careciendo de un croquis de campo de los turnos de riego.

### **1.5.5. Aplicación de fitosanitarios**

Esta actividad se realizó periódicamente, conforme lo indique el monitoreo de plagas y enfermedades, según los umbrales que se observan en el cuadro 38A. Los agroquímicos a utilizados en la producción del cultivo de arveja se detallan en los cuadros 39A y 40A. La aplicación de los agroquímicos se realiza con bombas de mochila con una capacidad de 16 l. Esta actividad es supervisada por el técnico de campo, observando que el personal utilice el equipo de protección adecuadamente y ejecute la aspersion de forma correcta.

### 1.5.6. Cosecha

Esta actividad se lleva a cabo entre los 65 días a 75 días después de la siembra, teniendo una duración de entre 4 semanas a 6 semanas, obteniendo un rendimiento de arveja dulce de 12,000 kg/ha a 16,000 kg/ha. Esta acción se realiza de 3 a 4 veces por semana y es efectuada principalmente por mujeres, llegando una sola mujer a cortar 113 kg/día.

Luego de la cosecha, el producto es transporta hacia la planta de procesamiento ubicada en Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, ubicada en el km 40, como se observa en la figura 7A, para que el producto sea procesado y exportado. Si existiese algún problema con las vainas cosechas, el gerente de control de calidad reporta y envía acciones correctivas para evitar los problemas.

### 1.5.7. Registro de actividades para certificación

En esta actividad es realizada por el técnico de campo, bajo la supervisión del gerente de control de calidad, quien es la persona encargada de las auditorías internas de la empresa. Como requisito para las certificaciones Global Gap y Tesco Nurture se deben registrar 17 actividades, las cuales se enlistan y describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Listado de registros para certificaciones en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

No.	Nombre del registro	Descripción del registro
1	Listado maestro	En este registro se enlista cada una de las actividades a registrar, las cuales serán verificadas en una certificación.
2	Siembra y semilla	En este registro se anotan la fecha de siembra, cantidad de semilla utilizada, el área total de siembra, la parcela donde se llevó a cabo, la variedad de semilla utilizada, el número de registro de semilla, la casa comercial que provee la semilla y el encargado de supervisar esta actividad.
3	Lavado de manos e higiene del personal	En este registro se anota que el personal se lave las manos tres veces al día, que no presente uñas largas, que las mujeres no se presentarse a laborar con joyería.

4	Limpieza de instalaciones	Se registra la frecuencia de limpieza de las diferentes instalaciones que se encuentran dentro de la finca, como lo son: baños, bodega de agroquímicos, bodega de fertilizantes, bodega de herramientas y oficina.
5	Salud del personal	En este registro se anotan las personas que presenten algún problema de salud, indicando la fecha en que lo presento, los síntomas y las acciones a tomar.
6	Monitoreo de plagas y enfermedades.	Se lleva el registro del monitoreo de plagas y enfermedades dentro de las parcelas productivas.
7	Calibración de bombas	Se anota la fecha en que se realizó la calibración y los litros que descarga la bomba de mochila/ha.
8	Capacitación en campos	Se registra esta actividad cada vez que el personal de campo recibe una capacitación, como, por ejemplo: como primeros auxilios o manejo de agroquímicos, anotando la fecha en que se realizó y las personas participantes.
9	Limpieza de equipo de aplicación	En este registro se lleva el control sobre el lavado del equipo de aplicación.
10	Limpieza de uniformes de aplicación	Se registra la frecuencia de lavado de los uniformes de aplicación: overol, capa, guantes, botas, gorra y gafas.
11	Aplicación de fitosanitarios	En este registro se lleva el control sobre los productos químicos utilizados en campo, fecha de aplicación, el producto utilizado, el ingrediente activo, la dosis utilizada, el encargado de aplicación y el supervisor de la aplicación.
12	Kardex de productos	Se lleva el control del ingreso y egreso de los productos químicos en bodega.

13	Horas de riego	Se lleva el control del turno de riego utilizado, la duración de los turnos de riego y el tiempo acumulado de riego durante la temporada de producción.
14	Limpieza de utensilios de cosecha	En este registro se lleva el control del lavado de utensilios utilizados para la cosecha del cultivo de arveja.
15	Cosecha	En este registro se anota la cantidad de producto cosechado, la parcela cosechada y el encargado de esta actividad.
16	Gestión de reclamos	El gerente de control de calidad reporta los problemas presentados en el producto cosechado.
17	Limpieza de vehículos	Este registro corresponde a la limpieza del vehículo que transporta el producto cosechado de finca hacia la planta de procesamiento.

#### 1.5.8. Problemas detectados

1. Algunos miembros del personal de campo no están capacitados con respecto a higiene del personal, manejo de agroquímicos, uso adecuado de equipo de aplicación y primeros auxilios.
2. El sistema de riego por goteo utilizado no se encuentra tecnificado, no está establecida la lámina de riego utilizar en el cultivo de arveja, los turnos de riego no siguen un orden y no se encuentran identificados, y carece de un croquis de campo que señale la ubicación de las llaves de riego.
3. No existe un plan de fertilización para el cultivo de arveja en finca La Hacienda, al inicio de la siembra se incorpora materia orgánica y fertilizante químico, complementando la fertilización únicamente con aplicaciones foliares semanales. Al no existir una fertilización adecuado en el cultivo, este no podrá expresar su potencial de producción.
4. Dentro del sistema de producción del cultivo de arveja en finca La Hacienda, no existe una rotación de cultivos, siendo esto un problema, ya que el inculo de enfermedades que como *Fusarium ssp.* y *Ascochyta pisi* se incrementan al no haber una rotación en el campo de cultivo.

## 1.6. Conclusiones

1. Las principales actividades que se realizaron en finca La Hacienda para la producción de arveja son: preparación de suelo, siembra, colocación de tutores y rafia, riego, aplicación de fitosanitarios, cosecha y registro de actividades para certificaciones.
2. Los principales problemas detectados en la producción de arveja en finca La Hacienda inician con la falta de capacitación al personal de campo con respecto a higiene personal, manejo de agroquímicos, uso adecuado de equipo de aplicación y primeros auxilios. El riego que posee finca La Hacienda no se encuentra tecnificado, no tiene establecida la lámina de riego utilizar en el cultivo de arveja, los turnos de riego no siguen un orden y no se encuentran identificados. No existe un plan de fertilización para el cultivo de arveja y por último la finca carece de un sistema de rotación de cultivos.

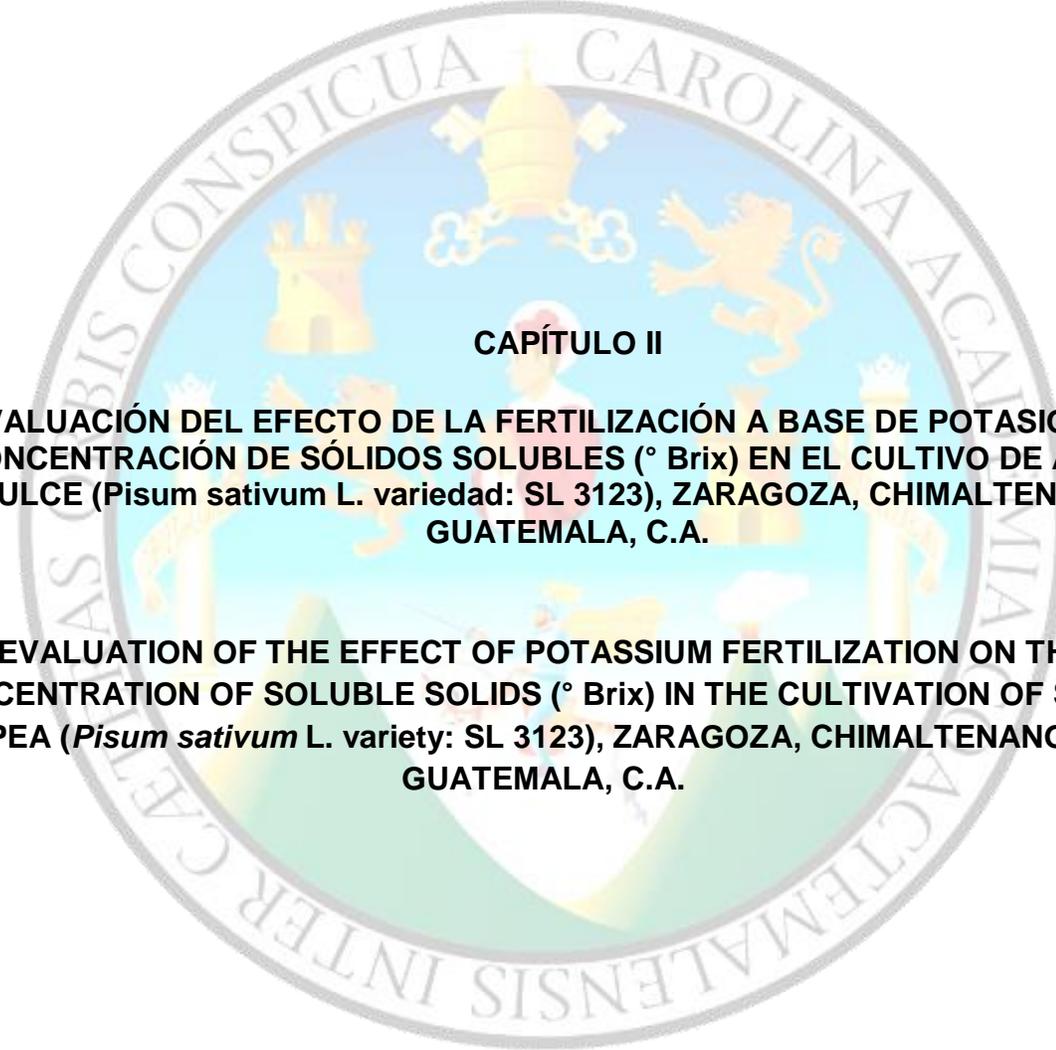
### **1.7. Recomendaciones**

1. Capacitar al personal respecto a los siguientes temas: higiene personal, manejo de agroquímicos, uso adecuado de equipo de aplicación, cosecha y primeros auxilios.
2. Establecer la lámina de riego y turnos de riego para el cultivo de arveja en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.
3. Elaborar un plan de fertilización para el cultivo de arveja dulce en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.
4. Elaborar un sistema de rotación de cultivo para el cultivo de arveja en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

## 1.8. Bibliografía

1. Acuña, GS. 2004. Utilización de programas fitosanitarios compatibles con el ambiente en arveja *P. sativum* como cultivo no tradicional de exportación en la Empresa Frutas Tropicales de Guatemala, S.A. -FRUTESA-. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 68 p.
2. Pamal Ché, JG. 2011. Municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango: comercialización y organización empresarial (engorde de ganado bovino) y proyecto producción de miel (en línea). Tesis Lic. Econ. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas. Consultado 28 mar. 2017. Disponible en [biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0758\\_v5.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0758_v5.pdf)
3. Pérez R, N. 2014. Evaluación de diferentes tratamientos químicos y biológicos para el control preventivo de *Fusarium* spp. En el cultivo de arveja, diagnóstico y servicios en las fincas y planta de empaque de Grupo Hortícola de Exportación GHORTEX, municipio de Sumpango, Chimaltenango, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 125 p.
4. Sánchez, GE; Sandoval, JL. 2007. Manual de pre-inspección para la producción de arveja china y dulce en Guatemala. Eds. Calderón, L y Del Cid, M. Guatemala, ICTA. 19 p.
5. SEPROIC (Servicios Profesionales en Informática y Computación, Guatemala). 2005. Zaragoza (en línea). Chimaltenango, Guatemala. Consultado 27 mar. 2016. Disponible en [www.serproic.260mb.com/ZARAGOZA.htm](http://www.serproic.260mb.com/ZARAGOZA.htm)
6. Tierra de Árboles, Guatemala. 2016. Información sobre la producción de arveja dulce (entrevista). Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala, Tierra de Árboles, Producción y Control de Calidad.
7. Tórtola L, MA. 2012. Trabajo de graduación realizado en la empresa GHORTEX S.A. Sumpango, Sacatepéquez con énfasis en la evaluación del rendimiento de cuatro variedades de mini-zanahoria (*Daucus carota* L.) para el mercado de Estados Unidos, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 77 p.





**CAPÍTULO II**

**2. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN A BASE DE POTASIO EN LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (° Brix) EN EL CULTIVO DE ARVEJA DULCE (*Pisum sativum* L. variedad: SL 3123), ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

**EVALUATION OF THE EFFECT OF POTASSIUM FERTILIZATION ON THE CONCENTRATION OF SOLUBLE SOLIDS (° Brix) IN THE CULTIVATION OF SWEET PEA (*Pisum sativum* L. variety: SL 3123), ZARAGOZA, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.**

## 2.1. Presentación

El cultivo de arveja dulce es considerado como un cultivo no tradicional de exportación que durante los últimos años ha tomado auge en Guatemala. El 90 % de la producción nacional proviene de pequeños productores. La vaina que se obtiene de la cosecha de la arveja dulce es bien recibida en el mercado europeo y estadounidense como un alimento para su consumo en fresco a cualquier hora del día (snack), por lo tanto, es necesario ofrecer a estos mercados un producto que llene con los estándares para exportar sin detrimento de las utilidades que este genere al productor.

Guatemala a nivel mundial es uno de los principales países exportadores de arveja dulce, obteniendo durante los años 2,011 y 2,012 el segundo lugar en exportaciones y producción. Las cifras de producción y exportación han tenido un incremento, durante año 2,009 se reportaron un total de 15,102.7 T y en el 2,012 fueron un total de 17,608.55 T (SIESA, 2013), teniendo un aumento de 17 % equivalente a más de 2,000 T.

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizó esta investigación en conjunto con la empresa Tierra de Árboles S.A.; en el cultivo de arveja dulce, utilizando la variedad SL 3123 en el área de Zaragoza, Chimaltenango donde se evaluaron 5 dosis de potasio las cuales son: 66 kg K<sub>2</sub>O/ha T5, 88 kg K<sub>2</sub>O/ha T1, 110 kg K<sub>2</sub>O/ha T2, 132 kg K<sub>2</sub>O/ha T3, y 154 kg K<sub>2</sub>O/ha T4, estas dosis fueron determinadas en base al requerimiento del cultivo y el manejo que proporciona la empresa Tierra de Árboles S.A. a las plantaciones.

La presente investigación surge como necesidad de mejorar la calidad y el rendimiento del cultivo de arveja dulce. Al mejorar la calidad de la vaina de arveja dulce se busca ofrecer un mejor producto al mercado y de este modo abrir nuevas opciones de exportación hacia mercados más exigentes en cuanto a calidad.

Las variables respuesta evaluadas para determinar el efecto de la fertilización a base de potasio fueron: el rendimiento del cultivo expresado en kg/ha, contenido de sólidos solubles expresado en °Brix, longitud de vaina (cm) y el porcentaje de rechazo; al realizar los análisis correspondientes, se determinó que existió diferencia significativa en el rendimiento del cultivo, al someterlo a diferentes tratamientos de potasio. Las variables: longitud de vaina, °Brix y el % de rechazo no presentaron diferencias entre los niveles de fertilizante a base de potasio utilizados.

Finalmente se efectuó un análisis de presupuestos parciales para determinar cuál de los tratamientos fue el más rentable, además respaldando este método se realizó un análisis de relación beneficio costo, utilizando los costos directos e indirectos en los que se incurre para el manejo del cultivo, siendo el tratamiento más rentable y conveniente según el análisis económico la aplicación de 154 kg/ha de K<sub>2</sub>O correspondiente al tratamiento 4.

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Marco conceptual

#### A. Planta de arveja dulce

##### a. Origen

El centro de origen exacto y el progenitor silvestre de la arveja son desconocidos, sin embargo, diversos autores concuerdan que éste se encontraría en la zona comprendida del Mediterráneo, pasando por el Medio Oriente, hasta el suroeste de Asia. La arveja es una de las plantas más cultivadas a lo largo del tiempo, encontrándose referencia escrita de ser utilizada por pueblos neolíticos del Cercano Oriente, 7,000 a 6,000 años a.C. (PUC, 1998).

Este cultivo se expandió a regiones templadas y zonas altas de los trópicos en todo el mundo, siendo hoy ampliamente cultivada y consumida, ya sea como hortaliza fresca o como semilla seca, en casi todos los países, siendo Estados Unidos, India, Rusia, Francia, Holanda y Gran Bretaña. (PUC, 1998)

##### b. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Faboideae

Tribu: Fabeae

Género: *Pisum*

Especie: *Pisum sativum* L. (Marx, 1985)

##### c. Morfología

El sistema radicular presenta una raíz pivotante que desarrolla numerosas raíces laterales, las cuales a su vez se cubren de finas raíces terciarias, que permiten alcanzar un arraigamiento medio en el perfil del suelo.

El crecimiento inicial es erecto hasta después del inicio de floración y posteriormente postrado por el peso creciente del follaje. El crecimiento inicial tiene una duración aproximada de entre 40 días a 45 días. Las hojas verdaderas son alternas, glaucas o variegadas, paripinnadas, las inferiores bifoliadas, característica que va progresando hacia los ápices de las ramas, donde llega a presentar seis folíolos ovalados, de margen entero o dentado, que se hacen pequeños hacia el extremo del raquis, el cual termina en un zarcillo (PUC, 1998).

La formación del primer nudo reproductivo del tallo está determinada por la genética de la planta y partir de este nudo, se inicia la floración, que prosigue secuencialmente hacia la parte superior de la planta. Los racimos axilares agrupan 1, 2 o 3 flores, generalmente blancas; las cuales se auto-polinizan debido a la cleistogamia natural de la arveja (PUC, 1998).

La liberación del polen ocurre 24 h antes de la apertura de la flor y la etapa de fructificación comienza con el desarrollo del fruto hasta alcanzar su tamaño máximo (4 cm a 12 cm de largo y 1 cm a 2 cm de ancho), para luego iniciar la etapa de llenado de granos, los que se ubican alternadamente en las valvas a lo largo de la sutura placentar de la legumbre, y culmina con la maduración de 4 semillas a 12 semillas por vaina (PUC, 1998).

Altura de planta: se distinguen cultivares de plantas bajas, determinadas o enanas (0,5 a 0,7 m de altura), intermedias o semi-determinadas (0.7 m a 1 m), y altas, indeterminadas o guiadoras (más de 1 m, pudiendo llegar hasta 3 m) (PUC, 1998). Tipo de vaina y de grano: las vainas pueden ser romas o puntudas y contener granos lisos (ricos en almidón) o granos arrugados, los que pueden ser de tamaño muy pequeño o "petit pois", pequeño, normal o grande, según su diámetro. (PUC, 1998)

#### **d. Requerimientos climáticos y edáficos**

La planta se congela a temperaturas de -4 °C, la planta detiene su crecimiento cuando las temperaturas son menores a 5 °C. El desarrollo vegetativo tiene su óptimo crecimiento, cuando las temperaturas se encuentran entre los 16 °C y 23 °C. Si la temperatura es muy elevada la planta se elonga demasiado, las variedades de arveja que poseen hojas de color verde oscuro tienen mayor tolerancia a la temperatura a comparación de las que poseen hojas claras. Clima: es un cultivo de clima templado con humedad del 80 % al 90 %, precipitaciones anuales de entre 800 mm a 1000 mm, una altitud entre 1500 m s.n.m. a 2800 m s.n.m. (Guarcaj, 2014). En relación a los suelos, la arveja es una especie que requiere buena estructura, profundos, bien drenados, ricos en nutrientes asimilables y de reacción levemente ácida a neutra.

Los mejores resultados se logran en suelos con buen drenaje, que aseguren una adecuada aireación y a su vez, tengan la suficiente capacidad de captación y almacenaje de agua para permitir su normal abastecimiento, en especial durante su fase crítica, la cual es durante el período de floración y llenado de vainas (Guarcaj, 2014).

Un drenaje deficiente que favorezca el "encharcamiento del suelo", inclusive durante un breve período después de las lluvias o el riego, es determinante para provocar un escaso desarrollo y, en muchos casos, pérdidas por ataque de enfermedades como *Dampin off*, *Ascochyta sp.* El rango de PH que requiere el cultivo de arveja dulce está éntrelos cinco y siete. (Casaca, 2005).

#### e. Requerimientos nutricionales del cultivo.

Los requerimientos del cultivo de arveja dulce según Sánchez y Sandoval, 2007, del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Requerimiento nutricional del cultivo de arveja dulce

Momento de aplicación	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha	Ca kg/ha
Al momento de la siembra	64	95	106	64
25 días después de la siembra (DDS)	18			
45 días después de la siembra (DDS)	18			
Total	100	95	106	64

Fuente: Sánchez y Sandoval, 2007.

#### f. Plagas

##### i. Trips de la vaina de arveja

En Guatemala se han identificado 7 especies de trips, las cuales causan daños tanto en arveja dulce como en arveja china. Las especies más comunes son *Frankliniella sp.* El trips de las cebollas *Thrips tabaci*. Su reproducción puede ser en forma sexual o por partenogénesis, una sola hembra tiene la capacidad de ovipositar entre 100 huevos y 200 huevos. Los adultos son generalmente de color oscuro, su tamaño oscila de 1 mm a 2 mm de longitud y las ninfas son de colores claros y de un tamaño ligeramente menor.

La hembra puede ovipositar en hojas, tallos y vainas, al eclosionar los huevos salen las ninfas, las cuales se ubican entre los pecíolos o entre los botones florales, lo cual hace difícil observarlos en el campo. Los daños que provoca esta plaga en las vainas se manifiestan en forma de roncha, mancha negra o una mancha blanca. Estos pueden representar entre un 5 % a 20 % de rechazo del producto, si las poblaciones no son controladas adecuadamente. (Acuña, 2004).

## ii. Áfidos o pulgones

Los pulgones o áfidos *Myzus persicae* (Sulzer), causan daño al alimentarse de las hojas de arveja, siendo el principal daño la transmisión de virus de plantas infectadas a plantas sanas. Algunos virus pueden ser transmitidos en forma no persistente, en el cual, los áfidos adquieren los virus en períodos cortos de alimentación (< 1 min) 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.

Otros virus, menos frecuentes en arveja, pueden ser transmitidos de una manera persistente, en la cual los áfidos adquieren los virus después de un período largo de alimentación que puede ser de 15 min a 60 min; el virus tiene un período de incubación de 8 h a 12 h y el áfido lo transmite luego en otro período largo de alimentación. Este tipo de virus requiere que los pulgones colonicen al cultivo, por lo que su diseminación es menor (Acuña, 2004).

## iii. Larvas del follaje y las vainas

Se han identificado varias especies de larvas: *Heliiothis Zea* (Boddie), *Copitarsia sp.*, *Spodoptera exigua* (Huebner), *Spodoptera sunia* (Guenee), *Estigmene acrea* (Drury), afectando la arveja. Estas especies son muy similares, el adulto es una palomilla que oviposita grupos de huevos sobre las hojas y ocasionalmente sobre las vainas. Al eclosionar la larva se alimenta del follaje siendo más agresiva para alimentarse conforme se desarrolla.

El daño es evidente y si no se controla la larva se pueden tener grandes pérdidas del follaje. Cuando la larva penetra en la vaina, se desarrolla dentro de ella, alimentándose de la parte interior. La larva empupa posteriormente en el suelo, de donde salen nuevamente los adultos para la copulación y oviposición (Acuña, 2004).

## **g. Enfermedades**

### **i. Mancha negra**

La mancha foliar más común en arveja dulce y china es la causada por *Ascochyta spp* de la cual hay tres especies reportadas: *A. pisi*, *A. pinodes* y *A. pinodella*. Se consideran que en Guatemala se encuentran por los menos dos de estas especies. Los síntomas en el campo consisten en la aparición de manchas circulares de color café en las hojas con un halo más claro. A menudo se observan numerosos puntos negros dentro de las manchas, los cuales son los picnidios o cuerpos fructíferos del hongo.

Bajo condiciones favorables, las manchas pueden crecer y afectar severamente el follaje de las plantas, pudiendo también provocar manchas en tallos y en vainas. El hongo sobrevive en formas de picnidios o peritecios sobre rastrojos de cultivo o en el suelo, donde compete bien como saprófito con otros organismos (Acuña, 2004).

### **ii. Mildiu**

La enfermedad es causada por el hongo *Peronospora pisi*, el cual se ve favorecido por temperaturas bajas y alta humedad relativa. Los síntomas pueden ser sistémicos o pueden observarse sólo en hojas y vainas. Las plantas infectadas sistémicamente son severamente afectadas, presentando enanismo y distorsión del crecimiento, aunque no es frecuente observar este tipo de síntomas.

Lo más común es observar lesiones localizadas en las hojas, las cuales se presentan con manchas amarillentas en el haz y directamente debajo de las manchas, en el envés se observa un micelio algodonoso blanquecino a gris que corresponde a los esporangióforos y esporangios del hongo. Estas lesiones son producidas en la parte basal de la planta y la enfermedad avanza hacia la parte superior pudiendo infectar vainas si las condiciones de alta humedad prevalecen (Acuña, 2004).

### **iii. Fusarium**

Existen diferentes especies de *Fusarium spp* afectando arveja dulce y china, siendo las principales *Fusarium solani* y *Fusarium oxysporum*. El primero de ellos causa síntomas de necrosis de la corteza en la base de las plántulas, y cuando la infección es severa, puede conducir a muerte y pérdida de las plantas. *Fusarium oxysporum*, f. *Sp. Pisi* está más asociado a marchites y existen alrededor de seis razas identificadas a nivel mundial.

Los síntomas tempranos consisten en plántulas con tallos delgados y más pequeñas de lo normal; sin embargo, cuando se hace un corte longitudinal del mismo, se observa una decoloración rojiza o anaranjada en el sistema vascular. (Acuña, 2004)

### **B. Efecto del potasio en las plantas**

Activa más de 80 enzimas que participan en el crecimiento de la planta, muchas de estas enzimas activadas por el potasio participan en la producción de ATP. Juega un papel importante en el transporte de agua y nutrientes a través de la xilema. Regula la apertura y cerrado de los estomas. Produce un gradiente de presión osmótica que permite el movimiento del agua hacia la planta.

Es requerido en cada una de los pasos de la síntesis de proteínas. Mejora la resistencia a enfermedades y duración de post-cosecha de frutos y hortalizas. Mejora el llenado y peso del grano, ya que el engorde de los frutos requiere una disposición de alta cantidad de potasio (Pavón, 2010).

### **C. Grados Brix**

Los °Brix son una expresión de los sólidos solubles totales y mide el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido, este se determina por medio de un refractómetro, constituyendo está una herramienta muy útil para la industria de los alimentos. (Luna, 2008). En frutas, este valor indica la cantidad de azúcar (sacarosa) presente en el fruto y la cantidad de azúcar en la fruta es esencial ya sea para consumo en fresco mejorando su sabor como para la elaboración de ciertos productos ya que las normativas exigen que se mantenga un contenido de sólidos de azúcar determinado (Arvensiagro, 2014).

El total de sólidos solubles en frutas y verduras se refiere no sólo a la sacarosa (azúcar), sino también a la fructuosa, vitaminas, minerales, aminoácidos, proteínas, hormonas y otros sólidos. Cuanto mayor sea el valor Brix más valor nutritivo tiene el fruto (Abasto Empresarial, 2001). En relación a los grados brix requeridos para exportar el rango mínimo es de 6 °Brix, según Tierra de Árboles, 2016 el nivel óptimo se encuentra entre 8 °Brix y 10 °Brix para ser consideradas como de buena calidad, independientemente para el mercado al que se dirija.

#### **D. Antecedentes del uso del potasio en el efecto de los sólidos solubles.**

Guarchaj, 2014 evaluó el efecto de diferentes fuentes de potasio sobre la concentración de sólidos solubles en tres variedades de arveja dulce sienta estas SL 3123, Sugar Daddy y Sapphiro, las fuentes de potasio que se utilizaron fueron sulfato de potasio, nitrato de potasio y cloruro de potasio, estos en diferentes dosis que van desde 200 kg/ha, 216.3 kg/ha y 163.6 kg/ha respectivamente, los resultados obtenidos fueron que la variedad SL 3123 fue la que mejor rendimiento presentó, pero menor respuesta obtuvo en cuanto a la aplicación de potasio, quedando en segundo lugar con una concentración de 12.06 °Brix aplicando 200 una dosis de kg/ha.

En el 2014, De León evaluó el efecto de 5 programas de fertilización a base de potasio y su efecto en la calidad y producción, mostró que la aplicación de potasio aumenta el rendimiento, pero no así la calidad del grano. En esta investigación se utilizaron las siguientes dosis: 64.58 kg/ha, 73.14 kg/ha, 136.62 kg/ha, 62.10 kg/ha y 36.67 kg/ha de K<sub>2</sub>O, dosis similares a las que se utilizaron en esta investigación.

El Potasio es importante en el metabolismo de los vegetales, ya que sirve para mantener en dispersión el protoplasma, para la asimilación del carbono y para la síntesis y translocación de las proteínas. Cuando se presenta deficiencia de este elemento en el cultivo de caña de azúcar, el porcentaje de sacarosa se reduce y los niveles de azúcares reductores se incrementan, lo cual resulta, posiblemente, en bajo rendimiento (Larrahondo, 1995). Según Tierra de Árboles, 2016 se realizaron monitoreos de grados brix en las zonas productivas que le abastecen de producto, encontrando valores de 6 °Brix hasta 12 °Brix.

#### **E. Efectos del potasio en la calidad del producto**

Una nutrición potásica adecuada mejora muchos aspectos de la calidad de los cultivos: mayor porcentaje comercializable del rendimiento total, aumento en el porcentaje de proteínas en los granos, mayor contenido de aceite y vitamina C, mejora en el color y sabor de las frutas, aumento del tamaño de frutos y tubérculos, menores pérdidas durante el almacenamiento y transporte, y vida más larga de las frutas y hortalizas en los anaqueles del supermercado (Imas, 2005).

## **F. Mercados**

Los principales importadores de arveja a nivel mundial son Bélgica (32,86 %); Estados Unidos (14.12 %), los Países Bajos (11.53 %), Reino Unido (6.37 %) y Canadá (3.87 %). Así mismo casi un 61.69 % de las importaciones a nivel mundial de arveja están destinadas a la Unión Europea y los principales importadores de la UE son: Bélgica (53 %), Países Bajos (18.70 %), Reino Unido (10.33 %), Francia (4.28 %) y Alemania (3.02 %). Los principales proveedores de arveja a UE son: Kenia (33.3 %), Holanda (12 %), Guatemala (10.8 %), Francia (9.3 %), Zimbabue (4 %). Guatemala ocupa el tercer lugar de exportaciones de arveja hacia la Unión Europea (Oportunidades de negocio, 2008).

## **G. Calidad requerida por el mercado**

El mercado requiere vainas con una longitud de entre 6.5 cm a 8 cm, de apariencia fresca, con un aroma fresco, textura crujiente y dulce, cada vaina debe estar sin cáliz, no sobre madura, la cual debe contener entre 5 granos a 7 granos dentro de la vaina, debe estar libre de plagas o enfermedades. En cuanto a los grados Brix se desea que se encuentre entre 8 °Brix a 10 °Brix, siendo el mínimo 6 °Brix como requisito para ser exportada (Tierra de Árboles, 2016).

## **H. Rechazo**

El rechazo provocado en el cultivo de arveja dulce puede ser de dos tipos, daño físico, donde se agrupa el % de madurez (vainas muy sazonadas o muy tiernas), el tamaño (grande o pequeña), apariencia (golpe mecánico); y el daño por plagas donde se menciona el daño por Trips, Gusanos de la vaina y Ascochyta, siendo este el problema principal, este porcentaje de rechazo puede ir desde 5 % hasta el 40 % dependiendo del manejo agronómico que se le dé a la plantación.

## **I. Presupuestos parciales**

Un presupuesto parcial es una herramienta de análisis que permite estimar el resultado económico en una investigación. En un presupuesto parcial se estiman los costos e ingresos futuros de actividades que involucran una parte de la superficie de una finca o los gastos ocasionados por el uso de algún insumo en particular. Para el cálculo de presupuestos parciales se utilizan los costos directos involucrados con la decisión bajo análisis. Es decir que hay que tener en cuenta todos los costos de los bienes y servicios que son requeridos por la actividad en cuestión.

La clasificación de un costo como “directo” no es rígida, ya que la misma depende de cada problema en particular y de la finalidad del cálculo. En este tipo de análisis se consideran los costos indirectos a todos los demás costos de la finca que no son afectados por la decisión que se analiza. Además de esto el presupuesto parcial sirve para evidenciar la conveniencia económica de las alternativas analizadas (Miranda, 2002).

Según (Reyes, 2001) da un enfoque agrícola a esta metodología, aplicándola en 12 pasos los cuales son:

- Identificación de los rubros de costos relevantes: Esto no más que identificar las fuentes de costos que varían.
- Estimación de los precios de campo de los insumos: El precio de campo de un insumo es aquel precio que alcanza puesto en el terreno donde se utilizará.
- Estimación de los costos que varían: Esto se logra multiplicando los costos de campo de los insumos relevantes por sus niveles de uso de cada tratamiento y luego sumando un total.
- Estimación de los precios de campo del producto: El precio del producto a nivel de campo es aquel a que el agricultor podría vender su producción antes de cosecharla.
- Estimación de los rendimientos ajustados: Los rendimientos experimentales tienen a ser mayores a los reportados en campo por lo tanto es necesario ajustarlo al rendimiento obtenido en fincas o al obtenido por los agricultores.
- Estimación de los beneficios brutos de campo: Como beneficio bruto se conoce el valor de la producción, el cual se calcula multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado.
- Estimación de los beneficios netos: Estos se obtienen de sustraer de los beneficios brutos de campo, los costos que varían.
- Realización del análisis de dominancia: Este análisis es una simplificación del análisis de dominancia estocástica, y se utiliza para seleccionar los tratamientos que en términos de ganancias ofrecen la posibilidad de ser escogidos para recomendarse a los agricultores.
- Cálculo de la tasa marginal de retorno (TMR): Con los tratamientos no dominados, siempre organizados de menor a mayor de acuerdo con sus costos que varían, se obtienen los incrementos de costos y beneficios netos que resultan al cambiar de tratamiento.
- Cálculo de la tasa mínima de retorno (TAMIR): Como tasa mínima de retorno se conoce a la tasa que representa el costo del capital de trabajo que se usa para financiar el tipo de práctica que se evalúa en el experimento.
- Determinación del tratamiento más rentable: Esta actividad se realiza comparando la TMR con la TAMIR.

## **2.2.2. Marco referencial**

### **A. Empresa Tierra de Árboles S.A.**

Esta empresa se dedica a la exportación de vegetales en fresco hacia el mercado europeo (Holanda, Reino Unido, Noruega) y estadounidense; siendo el mercado europeo el que exige una mayor calidad de producto y presentación al consumidor final exportándose en bandejas de 150 g y 300 g, mientras que para el mercado estadounidense se exportan principalmente en cajas de 4.5 kg.

La planta procesadora de vegetales se encuentra ubicada en Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, exactamente en el km 40, como se observa en la figura 15A. Esta empresa posee 9 fincas productivas en el área de Zaragoza, Chimaltenango, a su vez cuenta con productores de otras regiones del país que abastecen la demanda de vegetales de la empresa, como lo son: Huehuetenango, Totonicapán, Jalapa y Chimaltenango.

### **B. Ubicación geográfica**

El experimento se llevó a cabo en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango, esta se encuentra ubicada a 64 km de la ciudad capital, y es arrendada por la empresa Tierra de Árboles S.A.; la entrada principal a esta finca se localiza en las siguientes coordenadas geográficas 14° 38' 21.59" N, 90° 53' 40.02" O, a una altitud de 2,137 m s.n.m. (figura 14A).

### **C. Características geofísicas**

#### **a. Temperatura**

La temperatura máxima oscila entre 26 °C a 29 °C, la temperatura media se encuentra entre los 15 °C a 20 °C; y la temperatura mínima entre 7 °C a 14 °C (SEPROIC, 2005).

#### **b. Precipitación pluvial**

La precipitación pluvial media anual es de 1,300 mm (SEPROIC, 2005).

#### **c. Velocidad del viento**

La dirección del viento es de nororiente con un promedio de 13.5 km/hr; entre los meses de enero a junio y un promedio de 25 km/hr entre julio y diciembre (SEPROIC, 2005).

#### d. Brillo solar

El promedio de exposición solar es de 6.6 h diarias, el promedio entre los meses de enero a marzo 7.5 h y en época lluviosa el promedio es de 4 h diarias (SEPROIC, 2005).

#### D. Condiciones edáficas

En el cuadro 3 se muestra el análisis de suelo realizado en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

Cuadro 3. Análisis químico de suelo perteneciente a finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

Identificación	PH	ppm					meq/100 gr					%	
		P	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na	K	SB.	M.O.
Rango medio	6-6.5	12-16	2-4	4-6	10-15	10-15	20-25	4-8	1.5-2	-	0.27-0.38	75-90	4-5
M-1	6.00	125.00	2.00	7.00	13.50	13.00	23.71	8.73	2.06	0.19	2.15	55.39	3.50

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como muestra el análisis el suelo en el cuadro anterior, este contiene un PH de 6, que es un suelo ligeramente ácido, el fosforo se encuentra en exceso dentro del suelo, encontrándose el resto de nutrientes dentro de los rangos adecuados. El porcentaje de saturación de bases en el suelo es bajo, esta concuerda con el PH obtenido, lo que indica que existe una mayor concentración de iones H en el suelo. El contenido de materia orgánica según los parámetros del laboratorio se encuentra en 3.5 %, lo ideal es que tuviese entre 4 % y 5 %.

## **2.3. Objetivos**

### **2.3.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la fertilización a base de potasio en la concentración de sólidos solubles “°Brix” de acuerdo a los requerimientos para exportación a mercados europeos en el cultivo de Arveja dulce.

### **2.3.2. Objetivos Específicos**

1. Cuantificar el rendimiento de arveja dulce utilizando 5 tratamientos de fertilización a base de potasio.
2. Determinar el efecto de 5 aplicaciones a base de potasio en la concentración de sólidos solubles.
3. Determinar el efecto de 5 aplicaciones a base de potasio en la longitud de vaina y % de rechazo.
4. Comparar económicamente los 5 tratamientos de fertilización que se utilizaron.

## **2.4. Hipótesis experimental**

### **2.4.1. Hipótesis nula ( $h_0$ ):**

No existe diferencia significativa en la concentración de sólidos solubles con los niveles de fertilización a base de potasio utilizados en el cultivo de arveja dulce con un nivel de significancia de 5 %.

### **2.4.2. Hipótesis alternativa ( $h_a$ ):**

1. Al menos uno de los niveles de fertilización presentará diferencia significativa en la concentración de sólidos solubles.
2. Al menos uno de los niveles de fertilización presentará diferencia significativa en el rendimiento.
3. Al menos uno de los niveles de fertilización presentará diferencia significativa en la longitud de vaina.

## 2.5. Metodología

### 2.5.1. Descripción del experimento

La investigación se realizó en el cultivo de arveja dulce, utilizando la variedad SL 3123, siendo esta variedad una de las más utilizadas en el área de Zaragoza, Chimaltenango por su rendimiento y tolerancia a enfermedades. Se evaluaron 5 dosis de potasio, 66 kg K<sub>2</sub>O/ha es la dosis que actualmente se aplica en campo, 88 kg K<sub>2</sub>O/ha se incrementó en 20 kg/ha la dosis inicial, 110 kg K<sub>2</sub>O/ha es la dosis que cumple con el requerimiento del cultivo, 132 kg K<sub>2</sub>O/ha y 154 kg K<sub>2</sub>O/ha van en fusión a un incremento de 20 kg/ha de potasio, estas dosis fueron determinadas en base al requerimiento del cultivo.

### 2.5.2. Tratamientos

En el cuadro 4, se muestra el plan de fertilización a utilizar y los niveles de potasio en las diferentes fases del cultivo en la cual se realizará la aplicación.

Cuadro 4. Descripción de la fertilización a utilizar y el aporte total de NPK en el cultivo de arveja dulce

Tratamientos	Siembra		25 DDS		45 DDS		Aporte total (kg/ha)		
	Fertilizante	kg/ha	Fertilizante	kg/ha	Fertilizante	kg/ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	18-46-0	406	Urea	45.65	Nitrato de potasio	100	122.08	186.76	88
			Nitrato de potasio	100					
2	18-46-0	406	Urea	30.43	Nitrato de potasio	125	122.08	186.76	110
			Nitrato de potasio	125					
3	18-46-0	406	Urea	15.21	Nitrato de potasio	150	122.08	186.76	132
			Nitrato de potasio	150					
4	18-46-0	406	Urea	0	Nitrato de potasio	175	122.08	186.76	154
			Nitrato de potasio	175					
5	18-46-0	406	Urea	60.86	Nitrato de potasio	75	122.08	186.76	66
			Nitrato de potasio	75					

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Como se observa en el cuadro anterior, el único nutriente que varía en cuanto a cantidad es el potasio, realizando el plan de fertilización en tres aplicaciones. El tratamiento 5 fue el testigo, aplicando 66 kg/ha de  $K_2O$  durante el ciclo del cultivo, es dosis es la que se aplica normalmente en la finca La Hacienda.

### 2.5.3. Diseño experimental

Para la realización del experimento se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones, a continuación, se presenta el modelo estadístico utilizado:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta del ij-esima unidad experimental

$\mu$  = efecto de la media general

$T_i$  = efecto del i-esimo tratamiento

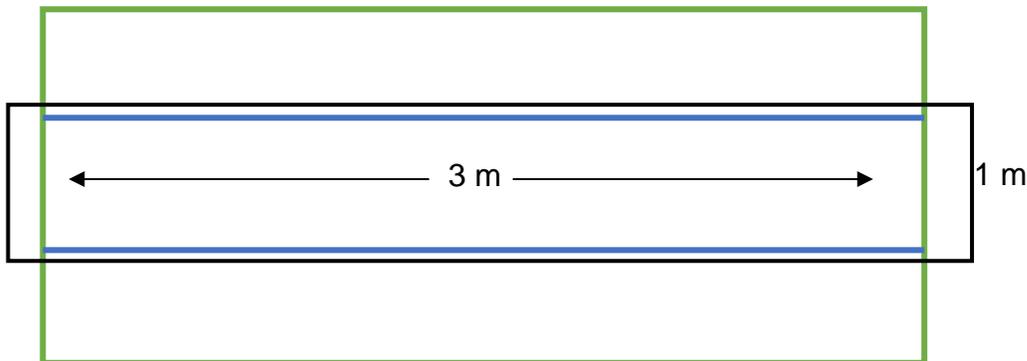
$\beta_j$  = efecto del j-esimo bloque

$E_{ij}$  = error experimental asociado a la ij-esima unidad experimental.

### 2.5.4. Unidad experimental

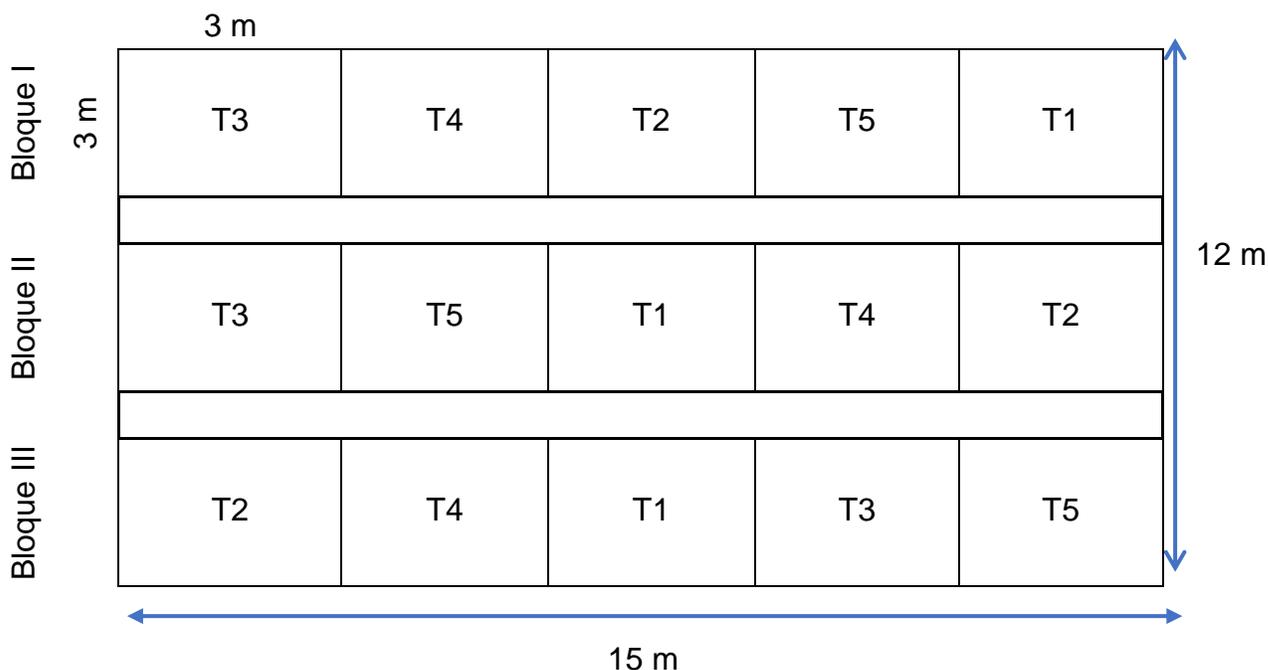
La unidad experimental estuvo constituida por un área de 9 m<sup>2</sup>, cada una tenía 4 surcos (1 m entre surco) y de largo los surcos fueron de 3 m, la parcela neta tuvo un área de 3 m<sup>2</sup> constituida por los dos surcos de que se encuentran en el medio de la unidad experimental, esto para eliminar el efecto de borde como se muestra en los cuadros 5 y 6.

Cuadro 5. Parcela neta utilizada durante el experimento.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Cuadro 6. Distribución de los tratamientos utilizados en campo con sus respectivas medidas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Se utilizaron los surcos que se encuentran en el centro como parcela neta haciendo que esta cuente con un área de 3 m<sup>2</sup>.

### 2.5.5. Variables respuesta

- Rendimiento total: es el peso por unidad de área de las vainas de arveja dulce, este se obtuvo pesando las vainas cosechadas de la parcela neta, el resultado será expresado en kg/ha
- Concentración de sólidos solubles: es el contenido de azúcar presente en la vaina, para obtener la concentración de sólidos solubles se maceró las vainas obtenidas de la cosecha, posteriormente del líquido obtenido de esta maceración se procedió a colocarlo en el refractómetro, el cual indicó la concentración de sólidos solubles expresado en °Brix.
- Longitud de vaina: es la longitud que mide cada vaina desde el cáliz hasta la punta, esta se tomó de diez vainas de cada unidad experimental utilizando una regla, el rango óptimo de longitud de vaina se encuentra entre los 6.5 cm a 8 cm, según los parámetros para su exportación.

- Rechazo: es el total de arveja que no cumple con los requisitos de calidad para ser exportada, esta se expresara en %, dentro de las causas de rechazo están: mancha por enfermedad, daño mecánico, sobre maduración de la vaina, inmadurez de la vaina, tamaño.

## **2.5.6. Manejo del experimento**

### **A. Preparación del suelo**

Se realizó la labranza, utilizando arado a una profundidad de 0.30 m, posteriormente se utilizó un rotavator para mullir los terrones, se trazaron los surcos a una distancia de 1 m, y se colocó mulch plástico sobre cada surco, se incorporaron 4,472 kg/ha de materia orgánica.

### **B. Siembra**

Se procedió a la siembra utilizando semilla de arveja dulce de la variedad SL 3123, colocándola a una distancia de 0.05 m entre plantas y a 1 m entre surcos, a doble postura, utilizando aproximadamente 49 kg/ha de semilla.

### **C. Colocación de tutores y guiado de arveja**

Los tutores se colocaron a una distancia de 3 m, esta actividad se realizó 21 días después de la siembra, al igual que la colocación de la primera pita, la cual se colocó a una altura de 0.20 m del suelo, posteriormente se trata de seguir la misma altura para la colocación de la siguiente pita, esto se realiza conforme el requerimiento de la planta, puede llegar hasta 5 o 6.

### **D. Riego**

Se utilizó el riego por goteo, siendo el requerimiento del cultivo de 300 mm a 400 mm, se aplicaron 2.8 mm/día, siendo la etapa crítica de riego la floración y formación de cosecha según (Sandoval, 2007).

## **E. Manejo fitosanitario**

Esta información se encuentra en los cuadros 39A y 40A que están en los anexos del documento, donde se detalla los diferentes plaguicidas que se utilizaron durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

## **F. Cosecha**

La cosecha se inició 75 días después de la siembra, esta etapa tuvo una duración de 4 semanas realizando un total de 9 cortes durante este lapso de tiempo.

### **2.5.7. Recolección de datos**

Esta actividad consistió en primer lugar cuantificar el peso en kg de cada unidad experimental con la ayuda de una balanza, posteriormente se seleccionaron 10 vainas para medir el largo de cada una de ellas, luego se colocaban en bolsas plásticas debidamente identificadas para su traslado a la planta de procesamiento de arveja para la cuantificación de °Brix mediante el uso del refractómetro, macerando 5 vainas, finalmente el planta observaba el material y lo clasificaba obteniendo así el porcentaje de rechazo de la muestra.

### **2.5.8. Análisis de la información**

Con la información obtenida se procedió a realizar un ANDEVA, para establecer si estadísticamente existen diferencias significativas entre los tratamientos utilizados, en todo caso en los tratamientos que existían diferencias se procedió a efectuar la prueba de Tukey para establecer el mejor tratamiento. Para el análisis de económico se utilizó la metodología propuesta por (Reyes, 2001) el cual se basa en el uso de presupuestos parciales para determinar la rentabilidad de los tratamientos utilizados.

## 2.6. Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las variables respuesta descritas con anterioridad, estos datos se tabularon, se analizaron y se discuten en los incisos siguientes.

### 2.6.1. Grados Brix

Los °Brix son una medida indirecta, pero objetiva que indican el contenido de azúcar en los alimentos, en este caso en las vainas de arveja dulce, habitualmente se relaciona con el sabor dulce y, por tanto, es preferible que los niveles sean altos, no obstante, un valor bajo de °Brix no significa necesariamente lo contrario; para la exportación de arveja dulce es necesario que la vaina posea un mínimo de 6 °Brix, a continuación, en el cuadro 7 se muestran las medias obtenidas de cada tratamiento.

Cuadro 7. Promedio de grados Brix obtenidos según los niveles de fertilización a base de potasio evaluados en el cultivo de arveja dulce.

° Brix	
Tratamiento	Promedio
T1 (88 kg/ha K <sub>2</sub> O)	8.17
T2 (110 kg/ha K <sub>2</sub> O)	8.53
T3 (132 kg/ha K <sub>2</sub> O)	8.43
T4 (154 kg/ha K <sub>2</sub> O)	8.62
T5 (66 kg/ha K <sub>2</sub> O)	8.53

Según el análisis estadístico se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para los grados Brix. Según (Guarchaj, 2014) que el efecto en 8 variedades de arveja dulce encontrándose dentro de ellas la variedad evaluada (SL 3123), no se encontró diferencias significativas al igual que en este caso, como podemos observar el coeficiente de variación es de 2.11 % lo que indica que el experimento fue manejado correctamente.

Los grados brix según (Meléndez, 2,015) en hortalizas y frutas dependen de la variedad utilizada, madurez o etapa de crecimiento, agua y manejo de fertilización, evaluando este último, no mostrando diferencia entre los niveles de potasio utilizados, a pesar de esto cada tratamiento cumplió con el mínimo requerido para la exportación, el cual es de 6 °Brix (figura 2).

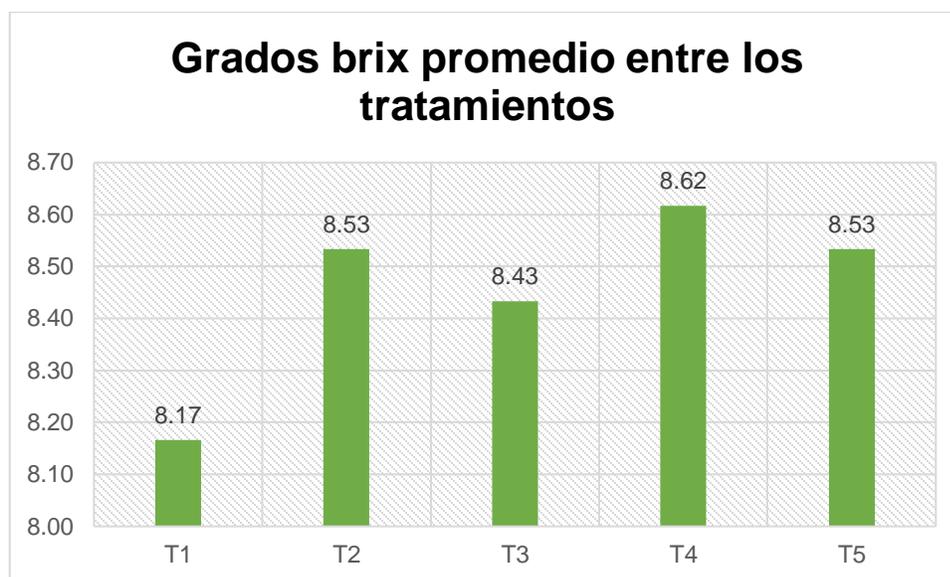


Figura 2. Valores promedio de grados Brix obtenidos en la evaluación de cinco niveles de fertilización a base de potasio en el cultivo de arveja dulce.

Como se observa en la figura anterior, en cuanto al promedio el tratamiento 4 fue el que mejor promedio presentó el cual es 8.62 °Brix, en segundo lugar, fueron el tratamiento 2 y 5 que equivale a 8.53 °Brix, que danto en tercer lugar el tratamiento 3 con 8.43 °Brix y por último el tratamiento 1 que presentó 8.17 °Brix. Según los parámetros de °Brix establecidos por la empresa Tierra de Árboles S.A.; los valores obtenidos se encuentran dentro del óptimo, que es de entre 8 °Brix y 10 °Brix, recordando que el rango mínimo es de 6 °Brix, que es lo que exige el mercado para su exportación.

### 2.6.2. Rendimiento

El rendimiento se cuantificó en kg/ha para cada tratamiento utilizado, esta variable refleja la cantidad de producto por unidad de área. En el cuadro 8, se muestra el análisis estadístico realizado al rendimiento expresado en kg/ha; el cual se obtuvo de los tratamientos utilizados en función de los niveles de fertilización a base de potasio. Según el análisis de varianza existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto, se procedió a realizar una prueba múltiple de medias para determinar cuáles tratamientos son los mejores.

Cuadro 8. Comparación múltiple de medias de Tukey para el rendimiento en kg/ha según los niveles de fertilización a base de potasio evaluadas en el cultivo de arveja dulce.

Tratamiento	Medias kg/ha	Clasificación
T4 (154 kg/ha K <sub>2</sub> O)	19,575.25	A
T3 (132 kg/ha K <sub>2</sub> O)	18,683.45	A
T2 (110 kg/ha K <sub>2</sub> O)	18,371.33	A B
T1 (88 kg/ha K <sub>2</sub> O)	17,737.42	A B
T5 (66 kg/ha K <sub>2</sub> O)	17,297.98	B

En el cuadro anterior se observa el rendimiento obtenido de cada tratamiento a base de potasio, siendo los mejores tratamientos: 4, 3 y 2 los cuales presentan una media de 19,575.25 kg/ha, 18,683.45 kg/ha, 18,371.33 kg/ha respectivamente, consecutivamente a estos tratamientos le sigue el tratamiento 1 que presenta una media de 17,737.42 kg/ha, y por último está el tratamiento 5 que posee una media de 17,297.98 kg/ha, desde el punto de vista del rendimiento.

Los valores de rendimiento obtenidos se encuentran por encima de lo normal, esto debido a que el área donde se llevó a cabo la investigación es nueva para el cultivo de arveja dulce, además de esto el área experimental contaba con riego por goteo y mulch que ayudo a conservar la humedad del suelo y controlar las malezas dentro del cultivo, además de esto una adecuada nutrición asegura que la planta presente una mayor tolerancia a plagas y enfermedades, incrementando por ende el rendimiento. El rango normal de rendimiento según registros de empresa Tierra de Árboles S.A. oscila entre 12,000 kg/ha a 16,000 kg/ha.

### 2.6.3. Longitud de vaina

La longitud de vaina de arveja dulce que exige el mercado para que esta sea aceptada para la exportación se encuentra entre los 6.5 cm a 8 cm. En el cuadro 9, se presentan los promedios de longitud de vaina (cm) obtenidos de la evaluación.

Cuadro 9. Longitud de vaina promedio obtenidos según los niveles de fertilización a base de potasio evaluadas en el cultivo de arveja dulce.

Longitud de vaina (cm)	
Tratamiento	Promedio
T1 (88 kg/ha K <sub>2</sub> O)	7.15
T2 (110 kg/ha K <sub>2</sub> O)	6.96
T3 (132 kg/ha K <sub>2</sub> O)	7.23
T4 (154 kg/ha K <sub>2</sub> O)	7.15
T5 (66 kg/ha K <sub>2</sub> O)	6.82

Según el análisis de varianza con los datos obtenidos de longitud expresada en cm, no existió diferencia significativa entre los tratamientos. Según los parámetros de calidad en cuanto a longitud de vaina, los tratamientos se encuentran dentro del rango óptimo como se observa en el cuadro anterior, Guarchaj, E. 2014 quien realizó esta evaluación con 8 variedades de arveja incluyendo la que se utilizó en este experimento, demostrando que no existen diferencias significativas en la longitud de vaina, siendo el rango óptimo similar al que se maneja en este caso.

#### 2.6.4. Rechazo

El porcentaje de rechazo indica la cantidad del producto que no cumple con las condiciones necesarias para la exportación, entre los daños que pueden sufrir las vainas e incrementar el porcentaje de rechazo se encuentran: daño mecánico provocado por un inadecuado control en el corte de la vaina; daño por insectos y daño por enfermedades. El cuadro 10 muestra el promedio en porcentaje de rechazo obtenido por cada uno de los tratamientos.

Cuadro 10. Porcentaje de rechazo obtenido según los niveles de fertilización a base de potasio evaluados en el cultivo de arveja dulce.

% de rechazo	
Tratamiento	Promedio
T1 (88 kg/ha K <sub>2</sub> O)	8.83
T2 (110 kg/ha K <sub>2</sub> O)	9.16
T3 (132 kg/ha K <sub>2</sub> O)	8.00
T4 (154 kg/ha K <sub>2</sub> O)	7.83
T5 (66 kg/ha K <sub>2</sub> O)	9.50

Según el análisis de varianza con los datos obtenidos del porcentaje de rechazo no existe diferencia significativa entre los tratamientos. El porcentaje de rechazo depende de múltiples factores como el clima, las plagas, el manejo y el transporte.

Cuando no se controlado adecuadamente el corte de la vaina, el porcentaje de daño mecánico puede llegar hasta un 30 % al igual que el daño provocado por las plagas, en este caso el porcentaje de rechazo reportado fue bajo comparado con el promedio que se tiene en las diferentes fincas productivas que se encuentra arriba del 20 % (Tierra de Árboles, 2016).

### **2.6.5. Análisis económico**

Tomando como base la metodología propuesta por Reyes, 2001, a continuación, se presenta el análisis económico realizado.

#### **A. Presupuestos parciales**

##### **a. Identificación de los costos que varían**

En este caso los costos que variaron durante la realización del experimento fueron únicamente los precios de los fertilizantes utilizados, en este caso el de la Urea y el nitrato de potasio, ya que estas fueron los únicos dos insumos que variaron en función del tratamiento a utilizar.

##### **b. Estimación del precio del insumo que varia**

En este caso se consultaron varias casas comerciales y agroservicios obteniendo los siguientes precios.

Nitrato de potasio	Q. 14.30/kg
Urea	Q. 3.96/kg

##### **c. Estimación de los costos que varían**

Tomando como base el precio del nitrato de potasio y urea obtenida en consultas con agro servicios, se determinaron los costos que varían y estos se muestran en el cuadro 11.

Cuadro 11. Estimación de costos que varían para los niveles de fertilización a base de potasio utilizados en el cultivo de arveja dulce.

Tratamiento kg/ha	Dosis de nitrato de potasio kg/ha	Costo unitario de nitrato de potasio/kg	Costo del nitrato de potasio/ha	Dosis de urea kg/ha	Costo unitario la urea/kg	Costo de la urea/ha	Costo que varían total/ha
T1 (88 kg/ha K <sub>2</sub> O)	200	Q. 14.30	Q. 2,860.29	45.65	Q. 3.96	Q. 180.79	Q. 3,041.08
T2 (110 kg/ha K <sub>2</sub> O)	250		Q. 3,575.36	30.43		Q. 120.51	Q. 3,695.87
T3 (132 kg/ha K <sub>2</sub> O)	300		Q. 4,290.43	15.21		Q. 60.24	Q. 4,350.67
T4 (154 kg/ha K <sub>2</sub> O)	350		Q. 5,005.50	0		Q. -	Q. 5,005.50
T5 (66 kg/ha K <sub>2</sub> O)	150		Q. 2,145.21	102.10		Q. 404.36	Q. 2,549.57

El costo del nitrato de potasio y de urea se determinó multiplicando la cantidad a utilizar en kg/ha por el costo unitario del insumo que varía en este caso Q. 14.30 y Q. 3.96 respectivamente. El costo que varía total es la suma del costo del nitrato de potasio más el costo de la urea.

#### d. Estimación del precio de campo

Este es el precio al cual el producto final se comercializa en el campo, al momento de la cosecha este precio fue de Q. 7.70/kg de arveja dulce; éste es el precio que se utilizó para realizar el análisis económico. Este precio puede variar a lo largo del año, dependiendo de las condiciones climáticas, la oferta y demanda de producto en el mercado, puede ir desde Q. 3.30/kg hasta Q. 13.20/kg (Tierra de Árboles, 2016).

#### e. Estimación del rendimiento ajustado

El cálculo de los rendimientos ajustados es necesario realizarlo, ya que los rendimientos obtenidos son más altos a los reportados por los agricultores, ya que el manejo del experimento lo realiza un técnico, las parcelas son más pequeñas, lo cual puede subestimar los costos. Para este caso se utilizó una 20 %, este porcentaje puede ir desde 5 % hasta 30 % (Reyes, 2001).

El porcentaje de ajuste se determinó comparando el rendimiento obtenido del mejor tratamiento en la evaluación, que equivale a 19,575.33 kg/ha, correspondiente al tratamiento 4, aplicando una dosis de 154 kg/ha de K<sub>2</sub>O, contra rendimientos obtenidos en campos de cultivo de la empresa y agricultores de la zona, el rendimiento medio en la empresa es de 14,222 kg/ha y el de los agricultores fue de 16,264.54 kg/ha, el promedio de ambos rendimientos fue de 15,243 kg/ha. Obtenido este rendimiento promedio determinamos que porcentaje representa de los 19,575.33 kg/ha.

Al realizar dicha operación da como resultado un 80 %, lo que significa que la producción es un 20 % menos, es por esto que se utilizó un 20 % como ajuste para determinar el rendimiento ajustado, como se muestra en el cuadro 12.

Cuadro 12. Rendimientos ajustados de arveja dulce utilizando un 20 % de ajuste.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Rendimiento ajustado kg/ha
T1 (88 kg/ha K <sub>2</sub> O)	17,737.42	14,189.94
T2 (110 kg/ha K <sub>2</sub> O)	18,371.32	14,697.06
T3 (132 kg/ha K <sub>2</sub> O)	18,683.33	14,946.66
T4 (154 kg/ha K <sub>2</sub> O)	19,575.33	15,660.66
T5 (66 kg/ha K <sub>2</sub> O)	17,297.98	13,838.38

El rendimiento ajustado se determina utilizando la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento ajustado} = \text{rendimiento experimental} * (1 - \text{tasa de ajuste})$$

#### f. Estimación del beneficio neto

Para obtener el beneficio neto primero debemos calcular el beneficio bruto el cual se obtiene de multiplicar el precio del producto en este caso Q. 7.70 por el rendimiento ajustado expresado en kg/ha.

Posteriormente se integran los costos que varían y por último para determinar los beneficios netos se utiliza la siguiente formula: Beneficio neto (BN) = beneficio bruto – costos que varía (CV). Luego de aplicar la formula se obtuvieron los resultados presentados en el cuadro 13.

Cuadro 13. Beneficios netos obtenidos de los niveles de fertilización a base de potasio evaluados en el cultivo de arveja dulce.

Tratamiento	Rendimiento. Ajustado kg/ha	Beneficio bruto/ha	Costos que varían/ha	Beneficio neto/ha
T1 (88 kg/ha K <sub>2</sub> O)	14,189.94	Q. 109,262.51	Q. 3,041.08	Q. 106,221.43
T2 (110 kg/ha K <sub>2</sub> O)	14,697.06	Q. 113,167.39	Q. 3,695.87	Q. 109,471.52
T3 (132 kg/ha K <sub>2</sub> O)	14,946.66	Q. 115,089.31	Q. 4,350.67	Q. 110,738.65
T4 (154 kg/ha K <sub>2</sub> O)	15,106.66	Q. 116,321.31	Q. 5,005.50	Q. 115,578.04
T5 (66 kg/ha K <sub>2</sub> O)	13,838.38	Q. 106,555.56	Q. 2,549.57	Q. 104,005.99

Como refleja el cuadro anterior, el tratamiento 4 es el que presenta mayor beneficio neto, el cual tiene con un monto de Q 115,578.04.

#### g. Análisis de dominancia

Para hacer este análisis se deben ordenar los tratamientos en función del valor de los costos que varían en orden creciente (cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de dominancia realizado a las dosis de fertilización a base de potasio evaluadas en el cultivo de arveja dulce.

Tratamiento	Costos que varían	Beneficio neto	Observación	Conclusión
T5 (66 kg/ha K <sub>2</sub> O)	Q. 2,549.57	Q. 104,005.99		no dominado
T1 (88 kg/ha K <sub>2</sub> O)	Q. 3,041.08	Q. 106,221.43	del T5 al T1	no dominado
T2 (110 kg/ha K <sub>2</sub> O)	Q. 3,695.87	Q. 109,471.52	del T1 al T2	no dominado
T3 (132 kg/ha K <sub>2</sub> O)	Q. 4,350.67	Q. 110,738.65	del T2 al T3	no dominado
T4 (66 kg/ha K <sub>2</sub> O)	Q. 5,005.50	Q. 115,578.04	del T3 al T4	no dominado

El tratamiento 5, que es el que tiene el menor costo que varía según la metodología es no dominado, posteriormente para determinar si un tratamiento es dominado o no dominado, se comparan los beneficios brutos en este caso comparamos el T5 con el T1 el beneficio neto aumenta por lo tanto es no dominado, y así sucesivamente comparamos los tratamientos, en este caso no existe ningún tratamiento dominado.

### h. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM).

La TRM indica el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementen los costos como resultado de cambiar de un tratamiento a otro (cuadro 15).

Cuadro 15. Cálculo de la tasa de retorno marginal para las dosis de fertilizante a base de potasio evaluados en el cultivo de arveja dulce.

Tratamiento	Beneficio neto	CV	∆ BN*	∆ CV	TRM%
T5 (66 kg/ha K <sub>2</sub> O)	Q. 104,005.99	Q. 2,549.57			
T1 (88 kg/ha K <sub>2</sub> O)	Q. 106,221.43	Q. 3,041.08	Q. 2,215.44	Q. 491.51	450.74
T2 (110 kg/ha K <sub>2</sub> O)	Q. 109,471.52	Q. 3,695.87	Q. 3,250.09	Q. 654.79	496.35
T3 (132 kg/ha K <sub>2</sub> O)	Q. 110,738.65	Q. 4,350.67	Q. 1,267.13	Q. 654.79	193.52
T4 (66 kg/ha K <sub>2</sub> O)	Q. 115,578.04	Q. 5,005.50	Q. 4,839.39	Q. 654.83	739.03

El cuadro anterior muestra el cálculo de la tasa marginal de retorno, ∆ BN y ∆ CV representan los incrementos en los beneficios netos y costos que varían, derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de coste mayor. Luego de determinar el cambio se utiliza la siguiente fórmula para determinar TRM:

$$TMR\% = \frac{\Delta BN}{\Delta CV} * 100$$

Luego de determinar la TMR, se procede a estimar la tasa mínima de retorno para determinar que tratamiento es más rentable.

### i. Tasa mínima de retorno (TAMIR)

La TAMIR es la tasa que representa al costo capital de trabajo que se usa para financiar el tipo de práctica que se evalúa en el experimento. Esta tasa resulta del retorno mínimo que se obtendría en otro cultivo alternativo y del costo del capital en el mercado financiero donde opera el agricultor, en este caso Reyes, 2001. Las tasas de interés en el mercado financiero informal en el altiplano Central de Guatemala oscilan entre el 60 %, por temporada del cultivo, lo cual al sumarse el 40 % de retorno mínimo exigido a la agricultura, da una TAMIR de 100 %.

### j. Selección del tratamiento más rentable

Para seleccionar el tratamiento más rentable existe el criterio de optimalidad, según Reyes, 2001, el tratamiento más rentable es el último para el cual cumple con la siguiente condición,  $TMR \geq TAMIR$ , se observa que el tratamiento 4, es el que cumple con esta condición con una TMR de 739.03 %, por lo tanto, la aplicación de 154 kg/ha de  $K_2O$  es el más rentable de las dosis utilizadas.

### B. Análisis Relación Beneficio/Costo

Adicionalmente al análisis de presupuestos parciales se realizó el análisis de relación beneficio costo para cada uno de los tratamientos utilizados (ver cuadros 41A, 42A, 43A, 44A y 45A) los cuales se encuentran en el área de anexos y detallan a profundidad los costos.

En el cuadro 16 se presenta un resumen que muestra los ingresos, los costos directos e indirectos en los que se incurre para la realización del cultivo, así como la utilidad que se obtiene con el rendimiento expresado en kg/ha, se utilizaron los rendimientos ajustados obtenidos en el análisis de presupuestos parciales para determinar la relación la utilidad, obteniendo lo siguientes resultados.

Cuadro 16. Resumen del análisis beneficio/costo realizado a los niveles de fertilización a base de potasio evaluados en el cultivo de arveja dulce.

Descripción		Tratamientos				
		T1 (88 kg/ha)	T2 (110 kg/ha)	T3 (132 kg/ha)	T4 (154 kg/ha)	T5 (66 kg/ha)
Ingresos		Q. 109,255.30	Q. 113,166.90	Q. 115,084.20	Q. 120,583.54	Q. 106,552.60
Renta de la Tierra		Q. 2,236.00	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00
Costo directo por hectárea	Mano de obra	Q. 29,400.00	Q. 29,400.00	Q. 29,400.00	Q. 29,400.00	Q. 29,400.00
	Insumos	Q. 44,364.50	Q. 45,020.10	Q. 45,679.66	Q. 46,331.30	Q. 41,778.40
	Costo operacional	Q. 10,963.20	Q. 10,963.20	Q. 10,963.20	Q. 10,963.20	Q. 10,963.20
	Total	Q. 86,963.70	Q. 87,619.30	Q. 88,278.86	Q. 88,930.50	Q. 84,377.60
Costo indirecto total/ha		Q. 6,087.46	Q. 6,133.35	Q. 6,179.52	Q. 6,225.14	Q. 5,906.43
Costo total/ha		Q. 93,051.16	Q. 93,752.65	Q. 94,458.38	Q. 95,155.64	Q. 90,284.03
Utilidad neta/ha		Q. 16,204.14	Q. 19,414.25	Q. 20,625.82	Q. 25,427.91	Q. 16,268.57
Relación beneficio/costo		1.17	1.21	1.22	1.27	1.18
Rentabilidad (%)		17.41	20.71	21.84	26.72	18.02

En el cuadro anterior se observan los valores obtenidos de la relación beneficio costo que se tiene por cada tratamiento, esto relación indica el beneficio obtenido por cada quetzal invertido. Como muestra el tratamiento 1, aplicando 88 kg/ha de  $K_2O$ , su relación B/C es de 1.17, lo que indica que por cada quetzal invertido se generan 0.17 centavos de ganancia.

En este caso el tratamiento que mejor relación beneficio costo fue el tratamiento 4, aplicando 154 kg/ha de  $K_2O$  con una relación beneficio costo de 1.27, seguido en segundo lugar del tratamiento 3 y 2. Comparando el análisis realizado en base a los presupuestos parciales, con los obtenidos en el análisis de relación beneficio/costo concuerda que el tratamiento 4 es el más rentable y que mayor relación beneficio costo presenta, aplicando 154 kg/ha de  $K_2O$ .

## 2.7. Conclusiones

1. Para las variables evaluadas de concentración de sólidos solubles, longitud de vaina y porcentaje de rechazo no existió diferencias estadísticas significativas entre las dosis de fertilización a base de potasio utilizadas.
2. Para la variable rendimiento expresada en kg/ha, si existieron diferencias significativas entre las dosis de potasio utilizadas, siendo la aplicación de 154 kg/ha de  $K_2O$  correspondiente al tratamiento 4 que presento mayor media con un valor de 19,575 kg/ha, seguido del tratamiento 3 con 18,683 kg/ha
3. Según el análisis de presupuestos parciales y la relación beneficio/costo, el tratamiento más rentable es la aplicación de 154 kg/ha de  $K_2O$  correspondiente al tratamiento 4, aplicando 77 kg/ha de  $K_2O$  25 días después de la siembra y la otra mitad a los 45 días después de la siembra.

## 2.8. Recomendaciones

1. Evaluar otras variedades de arveja como la Anita, Sapphiro, Sugar daddy, y determinar si estas son afectadas por los niveles de potasio utilizados durante esta investigación, en especial la variedad Anita, que ha reportado niveles de hasta 11 °Brix.
2. Aplicar potasio a razón de 154 kg/ha de  $K_2O$ , el cual corresponde al tratamiento 4, ya que es la opción más rentable de todos los tratamientos utilizados, y presenta el segundo mejor rendimiento en kg/ha.

## 2.9. Bibliografía

1. Abasto Empresarial. 2011. ¿Qué son los grados Brix? (en línea). Guatemala. Consultado 28 mar. 2016. Disponible en <http://www.abastoempresarial.com/brix.htm>
2. Acuña, GS. 2004. Utilización de programas fitosanitarios compatibles con el ambiente en arveja *P. sativum* como cultivo no tradicional de exportación en la Empresa Frutas Tropicales de Guatemala, S.A. -FRUTESA-. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 68 p.
3. Arvensiagro, Colombia. 2014. ¿Qué importancia tienen los grados Brix en la fruta? ¿Y que son los grados Brix? (en línea). Consultado 4 jun. 2016. Disponible en <http://www.arvensis.com/blog/que-importancia-tienen-los-grados-brix-en-la-fruta-y-que-son-los-grados-brix/>
4. Ayala Lemus, M. 2017. Análisis económico: presupuestos parciales y relación beneficio costo (entrevista). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Subárea de Administración y Comercialización.
5. Casaca, AD. 2011. Guías tecnológicas de frutas y vegetales: el cultivo de la arveja. Honduras, Secretaría de Agricultura y Ganadería. 201 p.
6. De León, HA. 2014. Efecto de cinco programas de fertilización sobre el rendimiento y calidad de arveja de grano. Tesis Ing. Agr. San Lucas, Sacatepéquez, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 74 p.
7. Guarchaj, EO. 2014. Efecto de fuentes de potasio sobre la concentración de sólidos solubles en variedades de arveja dulce. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. 67 p.
8. Imas, P. 2005. El potasio esencial para aumentar el rendimiento y la calidad de las cosechas. México, ICL Fertilizers, Marketing Division. 5 p.
9. Larrahondo, J. 1995. Calidad de la caña de azúcar: el cultivo de la caña de azúcar en la zona azucarera de Colombia (en línea). Cali, Colombia, CENICAÑA. Consultado 28 mar. 2016. Disponible en [http://www.cenicana.org/pdf/documentos\\_no\\_seridados/libro\\_el\\_cultivo\\_cana/libro\\_p\\_337-354.pdf](http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seridados/libro_el_cultivo_cana/libro_p_337-354.pdf)
10. Luna C, G. 2008. Plan de negocio para la creación de una empresa agroindustrial destinada a la transformación de fresa en pulpa en Bogotá. Tesis Lic. Admon. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. 134 p.
11. Marx, GA. 1985. The pea genome: a source of immense variation. PD Hebblethwaite (ed.). Butterworths, London, The Pea Crop. p. 45-54.

12. Melendez-Hustick, L. 2015. ¿Qué afecta a los valores Brix? (en línea). Consultado 23 mayo 2017. Disponible en <http://www.hortalizas.com/cultivos/que-afecta-a-los-valores-brix/>
13. Miranda, O. 2002. Presupuestos parciales para la administración de fincas. San Juan, Argentina, Estación Experimental Agropecuaria. 2 p.
14. Oportunidades de Negocios. 2008. Fichas para exportación para la Unión Europea: arveja china (en línea). Consultado 29 mar. 2016. Disponible en [http://www.negociosgt.com/main.PHP?id=285&show\\_item=1&id\\_area=153](http://www.negociosgt.com/main.PHP?id=285&show_item=1&id_area=153)
15. Pamal Ché, JG. 2011. Municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango: comercialización y organización empresarial (engorde de ganado bovino) y proyecto producción de miel (en línea). Tesis Lic. Econ. Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas. Consultado 28 mar. 2017. Disponible en [biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03\\_0758\\_v5.pdf](biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0758_v5.pdf)
16. Pavón, FP. 2010. Función de los elementos esenciales en los cultivos (en línea). Consultado 20 mayo 2016. Disponible en [http://www.a4n.alianzacacao.org/uploaded/mod\\_documentos/Funci\\_n%20de%20los%20elementos%20esenciales%20en%20los%20cultivos.pdf](http://www.a4n.alianzacacao.org/uploaded/mod_documentos/Funci_n%20de%20los%20elementos%20esenciales%20en%20los%20cultivos.pdf).
17. PUC (Pontifica Universidad Católica de Chile). 1998. Agronomía: hortalizas de estación fría (en línea). Chile. Consultado 15 feb. 2017. Disponible en [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/hort0498/HTML/p067.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p067.html)
18. Reyes Hernández, M. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: reesinando el uso de este enfoque. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Boletín Informativo CIAGROS 1-2001.
19. Sánchez, GE; Sandoval, JL. 2007. Manual de pre-inspección para la producción de arveja china y dulce en Guatemala. Eds. Calderón, L y Del Cid, M. Guatemala, ICTA. 19 p.
20. SEPROIC (Servicios Profesionales en Informática y Computación, Guatemala). 2005. Zaragoza (en línea). Chimaltenango, Guatemala. Consultado 27 mar. 2016. Disponible en [www.serproic.260mb.com/ZARAGOZA.htm](http://www.serproic.260mb.com/ZARAGOZA.htm)
21. SIESA, Guatemala. 2013. Contrato de siembra y comercialización de productos de exportación. Guatemala. 5 p.
22. Tierra de Árboles, Guatemala. 2016. Información sobre la producción de arveja dulce (entrevista). Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala, Tierra de Árboles, Producción y Control de Calidad.





### **3.1. Presentación**

Como parte del -EPS- Ejercicio Profesional Supervisado de la Universidad de San Carlos de Guatemala en colaboración con la empresa Tierra de Árboles S.A. se realizaron los servicios de supervisión y registro de actividades en campo para certificaciones agrícolas, en fincas productivas de la empresa, y la capacitación sobre el uso y manejo adecuado de agroquímicos al personal de fincas. Los servicios se efectuaron en las fincas La Hacienda, Hierba Buena, Cruz y Chaparral, las cuales se ubican en el municipio de Zaragoza, Chimaltenango.

El primer servicio realizado fue la supervisión y registro de actividades en campo para certificaciones agrícolas, el cual consistió en llevar el registro de 15 actividades durante un periodo de 11 meses en las fincas antes mencionadas, dentro de las actividades que se supervisaron y registraron están: siembra y semilla, lavado de manos e higiene del personal, limpieza de instalaciones, salud del personal, monitoreo de plagas y enfermedades, calibración de bombas de mochila, capacitación en campos, limpieza de los equipos de aplicación, limpieza de uniformes, aplicación de fitosanitarios, kardex de productos, horas de riego , limpieza de utensilios de cosecha, cosecha y limpieza de vehículos.

El segundo servicio realizado fue la capacitación del personal sobre el uso y manejo adecuado de agroquímicos, explicando al personal la definición de plaguicida, el uso adecuado del equipo de protección, almacenamiento y manejo de envases vacíos, y recomendaciones generales sobre el uso de agroquímicos.

### 3.2. Servicio 1: Supervisión y registro de actividades en campo para certificaciones agrícolas, en fincas productivas de la empresa Tierra de Árboles S.A., Zaragoza, Chimaltenango.

#### 3.2.1. Objetivos

##### A. Objetivo General

Supervisar y registrar las diferentes actividades que se realizan en campo para la producción del cultivo de arveja en fincas productivas de la empresa Tierra de Árboles S.A. ubicadas en Zaragoza, Chimaltenango.

##### B. Objetivos Específicos

1. Supervisar las actividades agrícolas que se realizan en el cultivo de arveja, en las fincas La Hacienda, Cruz, Chaparral y Hierba Buena.
2. Registrar las actividades agrícolas que se realizan en el cultivo de arveja en las fincas La Hacienda, Cruz, Chaparral y Hierba Buena.

#### 3.2.2. Metodología

La supervisión y registro de actividades se realizó en cuatro fincas, siendo estas las siguientes: La Hacienda, Cruz, Chaparral y Hierba Buena. Estas fincas están ubicadas en Zaragoza, Chimaltenango. Se elaboró un cronograma de visita, para tener un orden a seguir durante cada semana, el cual se muestra en el cuadro 17.

Cuadro 17. Cronograma de visita a fincas productivas de la empresa Tierra de Árboles S.A., Zaragoza, Chimaltenango.

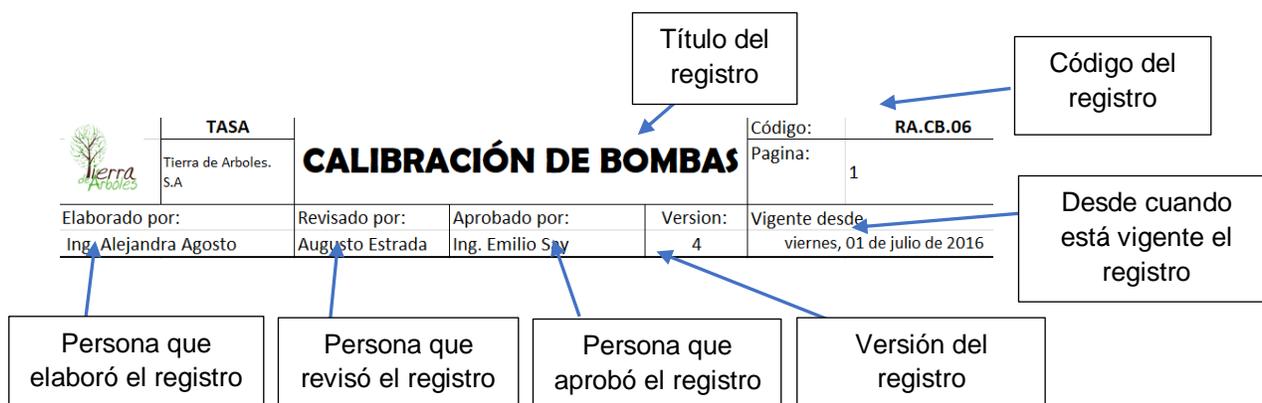
Código de finca	Finca	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
0400	Hacienda	X		X		X	X
1700	Hierba Buena		X		X		
0600	Cruz			X		X	
0300	Chaparral			X		X	

Fuente: Elaboración propia, 2016.

El cuadro anterior muestra el cronograma de visitas a finca que normalmente se seguía cada semana, aunque la estancia en cada finca dependía de las actividades importantes a realizar como la aplicación de agroquímicos, siembra o cosecha. Dentro de las actividades a supervisar y registrar en cada finca están:

1. Siembra y semilla
2. Lavado de manos e higiene del personal
3. Limpieza de instalaciones
4. Salud del personal
5. Monitoreo de plagas y enfermedades
6. Calibración de bombas de mochila
7. Capacitación en campos
8. Limpieza de los equipos de aplicación
9. Limpieza de uniformes
10. Aplicación de fitosanitarios
11. Kardex de productos
12. Horas de riego
13. Limpieza de utensilios de cosecha
14. Cosecha
15. Limpieza de vehículos

Cada semana, al efectuar la visita a las diferentes fincas, se realizaba un caminamiento por las parcelas e instalaciones de las mismas, recolectando información y anotándola en la libreta de campo, para luego plasmarlas en el formato de registro correspondiente. Cada hoja de registro de las actividades antes mencionadas posee en el encabezado, brindando la siguiente información: el título del registro, código interno del registro, la persona que elaboro el registro, la personas que reviso y aprobó el registro, la versión del registro y la vigencia del mismo, como se muestra en la figura 3.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 3. Descripción del encabezado utilizado en los registros de actividades agrícolas realizadas en finca.

## A. Siembra y semilla

En este registro se detalla la información correspondiente a la siembra que se realiza en cada finca, iniciando con el nombre de la parcela o finca donde se realizó la siembra, la ubicación de la finca, el código de la finca y la persona responsable del registro. Luego de llenar los datos iniciales se procede a colocar la fecha de siembra, el lote sembrado, la extensión sembrada expresada en hectáreas o cuerdas, el cultivo sembrado, la variedad utilizada, marca u origen de la semilla, número de lote de la semilla utilizada, tratamiento aplicado a la semilla, método de siembra, cantidad de semilla utilizada por área, tratamiento aplicado al suelo, persona responsable de la siembra y las observaciones generales, como se observa en el cuadro 18.

Cuadro 18. Formato del registro de siembra e información requerida, utilizado en fincas productivas de la empresa Tierra de Árboles S.A.

Nombre de la parcela o finca											Codigo		
Ubicación de la parcela o finca											Persona Responsable del Registro		
Fecha	Lote o parcela sembrada	Extensión (Cdas)	Extensión (Ha)	Cultivo	Variedad	Marca u Origen de la semilla	No. De lote de la semilla	Tratamiento aplicado a la semilla	Método de siembra	Cantidad de semillas por área	Tratamiento Aplicado al suelo	Persona responsable de la siembra	Observaciones

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

## B. Lavado de manos e higiene del personal

En este registro se lleva el control sobre el lavado de manos e higiene personal, supervisando que hombres y mujeres no porten joyería, maquillaje y presenten las uñas cortas y limpias. Si la persona no cumple con lo requerido se procede a tomar acciones correctivas, anotando la hora, el nombre completo de la persona, la acción correctiva a utilizar y la firma de la persona, el formato de este registro se observa en el cuadro 19.

Cuadro 19. Formato del registro de lavado de manos e higiene del personal utilizado en fincas para el cultivo de arveja.

FECHA:					Finca:					
Grupo	Lavado de Manos				Ausencia de Joyería	Ausencia de Maquillaje	Uñas Cortas y Limpias	Presentación Higiénica	Firma del Encargado del Registro	
	7:00	10:00	13:30	15:30						
ACCIONES CORRECTIVAS DEL CONTROL DE HIGIENE DEL PERSONAL										
HORA	NOMBRE COMPLETO					Acción Correctiva	Firma de la Persona			

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

### C. Limpieza de instalaciones

En este registro se verifica la limpieza realizada a cada una de las instalaciones presentes en las diferentes fincas productivas, como limpieza a los servicios sanitarios, bodega de químicos, bodega de fertilizantes, oficina y otras instalaciones. La información requerida por este registro corresponde a la fecha de limpieza, hora en que se realizó la limpieza, producto aplicado, la concentración utilizada, método de limpieza, equipo adecuado de instalaciones, firma del responsable y la firma del supervisor, el formato a utilizar en este registro se observa en el cuadro 20.

Cuadro 20. Formato del registro de limpieza de instalaciones utilizado en fincas.

Servicio Sanitario Hombres	<input type="checkbox"/>	Bodega de Químicos	<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

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

### D. Salud del personal

En este registro se lleva el control de personas que presenten algún problema de salud durante el transcurso del día, anotando la fecha en que presento los problemas de salud, la hora en que lo reporto, el nombre de la persona enferma, las acciones tomadas, tratamiento utilizado, la fecha de reinicio de labores y la firma del supervisor, como se observa en el formato del registro en el cuadro 21.

Cuadro 21. Formato del registro de salud del personal utilizado en fincas.

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

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

### E. Monitoreo de plagas y enfermedades

En este registro se anotan los monitoreos de plagas y enfermedades efectuados por el técnico de campo cada semana, indicando la fecha del monitoreo, el nombre de la finca y parcela donde se efectuó el muestreo, el código de finca, persona responsable del monitoreo. En el cuadro 22 se detalla las plagas y enfermedades a monitorear en el cultivo de arveja, así como los umbrales y el número de puntos de muestreo a tomar.

Cuadro 22. Formato de monitoreo de plagas y umbrales utilizados en las diferentes fincas para el cultivo de arveja.

PLAGA	Punto de Muestreo					PROMEDIO	UMBRAL	OBSERVACIONES
	1	2	3	4	5			
Trips							10 adultos en 5 mts	
Mosca Minadora							10 adultos en 5 mts	
Gusanos de lepidoptera							1 larva por mt. Lineal	
Pulgon							1 colonia por mt. Lineal	
Araña Roja							1 colonia por mt. Lineal	
Barrenadores							1 larva por mt. Lineal	
Mosca Blanca							5 adultos por planta	
Tortuguilla/escarabajos							1 adulto por planta	
Cenicilla							Arriba del 2% de la infección	
Mildiu Lanoso								
Acochyta								
Botritys								
Hongos del Suelo								
Roya								
Otros								

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

## F. Calibración de bombas de mochila

En este registro se lleva el control sobre la calibración de las bombas de mochila de cada una de las fincas, anotando la fecha de calibración, la persona responsable de la calibración, el código de la bomba de mochila, el encargado de la bomba de mochila, el primer y segundo resultado de la calibración y las observaciones correspondientes, el formato de este registro se observa en el cuadro 23.

Cuadro 23. Formato de registro de calibración de bomba de mochila utilizado en las fincas.

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

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

### G. Capacitación en campos

En esta actividad se lleva el control sobre la capacitación que recibe el personal en campo sobre diversos temas como higiene del personal, manejo de agroquímicos, primeros auxilios, uso adecuado del equipo de aplicación, cuidado del medio ambiente y buenas prácticas agrícolas. El formato de registro y la información requerida para llenar el mismo se observa en el cuadro 24.

Cuadro 24. Formato del registro de capacitación en campos, utilizado en fincas.

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	

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

## H. Limpieza de los equipos de aplicación

En este registro se lleva el control sobre la limpieza del equipo de aplicación utilizado como bombas de mochila y toneles. En este registro se debe anotar la fecha en que se realizó la limpieza, el número de bomba, el responsable de la limpieza y la firma del supervisor, como se observa en el formato descrito en el cuadro 25, esta actividad debe ser realizada después de realizar la aplicación de agroquímicos.

Cuadro 25. Formato del registro de limpieza de equipo de aplicación utilizado en fincas.

Nombre de la finca:			Código :		
Ubicación de la finca:					
Fecha	Bomba No.	Responsable de Limpieza	Firma del supervisor	observaciones	

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

## I. Limpieza de uniformes

En este registro se lleva el control sobre la limpieza de los uniformes de aplicación, esto debe de realizarse luego de la aplicación de agroquímicos. En este registro se debe anotar la fecha en que se realizó la limpieza, el número de uniforme, el responsable de la limpieza y la firma del supervisor, como se observa en el formato descrito en el cuadro 26.

Cuadro 26. Formato del registro de limpieza de equipo de aplicación utilizado en fincas.

Nombre de la finca:			Código :		
Ubicación de la finca:					
Fecha	Uniforme No.	Responsable de Limpieza	Firma del supervisor	observaciones	

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

## J. Aplicación de fitosanitarios

En este registro se lleva el control de los productos químicos utilizados para la producción del cultivo de arveja, anotando el nombre de la finca, el cultivo, la variedad, la extensión a aplicar, el nombre de la parcela a asperjar, fecha de siembra, fecha estimada de cosecha, la persona responsable del registro, la persona que autorizo la aplicación, la fecha de aplicación, intervalo a cosecha, justificación de aplicación, el nombre comercial del producto a aplicar, el ingrediente activo del productor a aplicar, plazo de reingreso a campos, el periodo de carencia del producto a aplicar, la dosis por asperjadora utilizada, el número de asperjadoras aplicadas, volumen del producto utilizado, encargado de la aplicación y la firma del supervisor de aplicación. Este es uno de los registros más importantes ya que es el primero que revisa la empresa certificadora, verificando que se utilicen productos autorizados, respetando el periodo de carencia del producto y la dosis del mismo.

Cuadro 27. Formato del registro de aplicación de productos fitosanitarios utilizado en fincas.

Nombre de la finca:					Cultivo:					Extension:	
Ubicación de la finca:					Variedad:					(mts2 o Ha)	
Area de Aplicación:					Fecha de siembra:					Posible fecha de cosecha:	
Responsable del Registro:					Responsable de autorización Aplicación:					(cuerdas)	
Fecha	Intervalo a cosecha (días)	Justificación de la aplicación (Nombre común de la plaga, maleza o enfermedad)	Producto aplicado (Nombre comercial)	Ingrediente 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

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

## K. Kardex de productos

Este registro indica el saldo de productos químicos en bodega, ya que en él se reportan las entradas y salidas de cada uno de los agroquímicos utilizados en la producción del cultivo de arveja. Los datos requeridos por este registro son: nombre de la finca, la ubicación de la finca, el código de la finca, nombre comercial e ingrediente activo del producto utilizado, la presentación del producto, la fecha en que se aplicó, el nombre de la parcela donde se realizó la aplicación, la cantidad utilizada y la cantidad que entra cada semana según la solicitud del técnico de campo (cuadro 28).



Cuadro 30. Formato del registro de limpieza de utensilios de cosecha utilizado en fincas.

Nombre de la finca:			Código :	
Ubicación de la finca:				
Fecha	Equipo	Cantidad	Responsable	observaciones

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

## N. Cosecha

En esta actividad se registra la cosecha procedente de cada finca, anotando los siguientes datos en la hoja de registro: nombre de la finca, código de la finca, persona responsable del registro, la fecha de cosecha, la de inicio y finalización de la cosecha, el área cosechada, las libras cosechadas, libras ponderadas y la persona responsable de esta actividad (cuadro 31).

Cuadro 31. Formato del registro de cosecha utilizado en fincas.

Nombre de la finca o parcela:				Codigo:					
Ubicación de la finca:				Persona responsable del registro:					
Fecha	Hora	Días después de Siembra	Area Cosechada	HORA DE CORTE		Libras cosechadas	Lbs. Ponderadas	Responsable/cosecha	Observaciones
				Inicial	Final				

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

## O. Limpieza de vehículos

Esta actividad consiste en realizar una inspección del transporte que llevara el producto cosechado a la planta de procesamiento, anotando la fecha de inspección, el modelo del vehículo, el número de placa, el nombre del piloto, las condiciones en las que se encontraba el vehículo (limpio/sucio) y las acciones correctivas (cuadro 32).

Cuadro 32. Formato del registro de limpieza de vehículos utilizado en fincas.

Nombre de la finca:			Código :		
Ubicación de la finca:					
Fecha	Modelo	Placas	Piloto	Transporte limpio/sucio	Acciones correctivas

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

### 3.2.3. Resultados

Se registraron y supervisaron las actividades descritas en la metodología durante un periodo de 10 meses, en las fincas La Hacienda, Hierba Buena, Cruz y Chaparral, además de tener una copia física de los registros, se elaboró una copia digital de los más importantes como lo son: siembra, aplicación de fitosanitarios, kardex de productos y cosecha. En el cuadro 33 se muestra un ejemplo del registro de siembra elaborado para la temporada 2,016/2,017.

Cuadro 33. Registro de siembra para la temporada 2,016/2,017 realizado en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

Fecha	Lote o parcela	Extensión (cds)	Extensión (ha)	Cultivo	Variedad	Marca	Tratamiento o aplicado a semilla	Metodo de siembra	Cantidad de semillas por área	Tratamiento o aplicado al suelo	Persona responsable de la siembra
09/09/2016	A2	1.14	0.13	Arveja Dulce	SL 3123	Syngenta	Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
12/09/2016	B4.1	4.00	0.45	Arveja Dulce	SL 3123	Syngenta	Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
17/09/2016	B4.2	3.00	0.34	Arveja Dulce	SL 3123	Syngenta	Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
22/09/2016	A4	6.00	0.67	Arveja Dulce	SL 3123	Syngenta	Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
05/10/2016	B3	1.60	0.18	Arveja Dulce	SL 3123	Syngenta	Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
06/10/2016	A1	2.14	0.24	Arveja Dulce	SL 3123	Syngenta	Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
07/10/2016	C1	2.19	0.24	Arveja China	Atitlan		Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
07/10/2016	C2	1.34	0.15	Arveja China	Atitlan		Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
07/10/2016	C3	1.26	0.14	Arveja China	Atitlan		Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
07/10/2016	C4	1.47	0.16	Arveja China	Atitlan		Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
08/10/2016	A3	2.04	0.23	Arveja Dulce	SL 3123	Syngenta	Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
10/10/2016	B1.1	2.10	0.24	Arveja Dulce	SL 3123	Syngenta	Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
13/10/2016	B1.2	2.36	0.26	Arveja Dulce	SL 3123	Syngenta	Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
13/10/2016	B2	1.89	0.21	Arveja Dulce	SL 3123	Syngenta	Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror
03/11/2016	C5	1.7	0.19	Arveja China	Atitlan		Yunta	Manual	200000/ha	Ninguno	Genaro Boror

Los registros fueron elaborados durante la fase final de la temporada 2,015/2,016 que comprendió los meses de enero a julio del 2,016, y la temporada 2,016/2,017 en su fase inicial que comprendió los meses de agosto a diciembre 2,016.

En el cuadro 34 se muestra el registro de aplicación de fitosanitarios realizado en una parcela perteneciente a finca Hierba Buena durante la temporada 2,016/2,017 en el cultivo de arveja dulce.

**Cuadro 34. Registro de aplicación de fitosanitarios en parcela productiva perteneciente a finca Hierba Buena, Zaragoza, Chimaltenango.**

Fecha	Hora	Intervalo a cosecha	Justificación	Producto aplicado	Ingrediente activo	Plazo de reingreso a campos	Plazo de seguridad	Dosificación por asperjadora	No. De asperjadoras	Volumen total aplicado	
Nombre de la finca: Hierba Buena		Cultivo: arveja dulce									
Ubicación de finca: Zaragoza, Chimaltenango		Variedad: SL 3123						Extensión: 0.18 ha			
Área de aplicación: parcelas T4, T10		Fecha de siembra: 07/10/2016						Fecha estimada de cosecha: 16/12/2016			
Responsable del registro: David Mayén		Responsable de autorización de aplicación: Emilio Say									
29/10/2016	7:00	48	Hongos del suelo	Inicio 50 SC	Carbendazim	1	15	16.67	6	100	
29/10/2016	7:00	48	Hongos del suelo	Doble via 72 SL	Propamocarb	1	7	33.33	6	200	
29/10/2016	7:00	48	Enraizador	Raizal	Macro + Micro	1	1	83.33	6	500	
29/10/2016	7:00	48	Ascochyta	Captan 50 WP	Captan	1	10	66.67	3	200	
29/10/2016	7:00	48	Larvas	Karate Zeon 5 SC	Labdacyhalotrina	1	14	12.50	3	37.5	
05/11/2016	7:00	41	Hongos del suelo	Inicio 50 SC	Carbendazim	1	15	16.67	6	100	
05/11/2016	7:00	41	Hongos del suelo	Doble via 72 SL	Propamocarb	1	7	33.33	6	200	
05/11/2016	7:00	41	Enraizador	Raizal	Macro + Micro	1	1	83.33	6	500	
05/11/2016	7:00	41	Ascochyta	Captan 50 WP	Captan	1	10	66.67	3	200	
05/11/2016	7:00	41	Larvas	Karate Zeon 5 SC	Labdacyhalotrina	1	14	12.50	3	37.5	
12/11/2016	7:00	34	Ascochyta	Captan 50 WP	Captan	1	10	66.67	3	200	
12/11/2016	7:00	34	Hongos del suelo	Inicio 50 SC	Carbendazim	1	15	16.67	6	100	
12/11/2016	7:00	34	Hongos del suelo	Doble via 72 SL	Propamocarb	1	7	33.33	6	200	
21/11/2016	7:00	25	Ascochyta	Captan 50 WP	Captan	1	10	66.67	3	200	
21/11/2016	7:00	25	Larvas	Karate Zeon 5 SC	Labdacyhalotrina	1	14	12.50	3	37.5	
05/12/2016	7:00	10	Ascochyta	Bravo 72 sl	Chlorothalonil	1	7	52.08	6	312.5	
05/12/2016	7:00	10	Trips	Exalt 6 SC	Spinetoram	1	1	10.42	6	62.5	
05/12/2016	7:00	10	Ascochyta	Captan 50 WP	Captan	1	10	50.00	12	600	
16/12/2016	7:00	0	Ascochyta	Kumulus 80 WG	Azufre	1	1	83.33	6	500	
16/12/2016	7:00	0	Trips	Exalt 6 SC	Spinetoram	1	1	10.42	6	62.5	
26/12/2016	7:00	0	Ascochyta	Kumulus 80 WG	Azufre	1	1	83.33	6	500	
26/12/2016	7:00	0	Trips	Exalt 6 SC	Spinetoram	1	1	10.42	6	62.5	
03/01/2017	7:00	0	Ascochyta	Kumulus 80 WG	Azufre	1	1	83.33	6	500	
03/01/2017	7:00	0	Trips	Exalt 6 SC	Spinetoram	1	1	10.42	6	62.5	

El cuadro 35 presenta una copia digital del registro de cosecha realizado durante la temporada 2,016/2,017 en finca La Hacienda para el cultivo de arveja dulce.

**Cuadro 35. Registro de cosecha realizado durante la temporada 2016/2017 en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.**

Lote A1, B2, B1.1					
Fecha	Hora	DDS	Área cosechada	lb cosechadas	lb ponderadas
18/08/2016	7:00	67	A1, B2, B1.1	374	374
24/08/2016	7:00	73	A1, B2, B1.1	2243	2617
27/08/2016	7:00	76	A1, B2, B1.1	836	3453
29/08/2016	7:00	78	A1, B2, B1.1	801	4254
30/08/2016	7:00	79	A1, B2, B1.1	648	4902
02/09/2016	7:00	81	A1, B2, B1.1	1008	5910
03/09/2016	7:00	82	A1, B2, B1.1	268	6178
07/09/2016	7:00	87	A1, B2, B1.1	723	6901
08/09/2016	7:00	88	A1, B2, B1.1	259	7160

El cuadro anterior muestra las fechas en las cuales se realizó la cosecha, la hora de inicio, los días después de la siembra (DDS) en los que se cosecho, el área o parcela cosecha, las libras cosechadas y por último las libras ponderadas.

En el cuadro 36 se muestra el registro de kardex de productos elaborado durante la temporada 2,016/2,017 en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

Cuadro 36. Registro de kardex de productos realizado durante la temporada 2,016/2,017 en finca Chaparral, Zaragoza, Chimaltenango.

	Nombre comercial	Bordocop 20 WP		
	Ingrediente activo	COBRE		
	Presentación	kg		
Fecha	Area	Ingresos	Egresos	Saldo
06/08/2016	Bodega	2	0	2
12/08/2016	C1,C2	0	2	0
13/08/2016	Bodega	2	0	2
26/08/2016	C1,C2	0	2	0
27/08/2016	Bodega	4	0	4
01/09/2016	C1,C2	0	2	2
03/09/2016	Lote 4	0	1	1
03/09/2016	Bodega	5	0	6
09/09/2016	C1,C2	0	2	4
16/09/2016	Lote 4	0	2	2
23/09/2016	Lote 4	0	1	1
29/09/2016	Lote 4	0	1	0
01/10/2016	Bodega	3	0	3
07/10/2016	Lote 4	0	1	2
29/10/2016	Bodega	7	0	9
02/11/2016	Lote 2	0	4	5
02/11/2016	Lote 1,3,5	0	5	0
05/11/2016	Bodega	9	0	9
23/11/2016	T6, T1.2	0	1	8
02/12/2016	T2.2,T3.2,T4.2	0	2	6
02/12/2016	Lote 2	0	3	3
07/12/2016	Lote 2	0	3	0

Como se observa en el cuadro anterior, el kardex de productos tiene la función de indicar la cantidad de producto que existen en bodega, registrando la entrada y salida del producto utilizado.

#### **3.2.4. Evaluación**

Para la evaluación de este servicio, se realizó una auditoria interna por parte del gerente de control de calidad de la empresa Tierra de Árboles S.A.; quien tiene a su cargo la defensa de auditorías agrícolas para la certificación de las fincas productivas. Luego de la auditoria interna, se procedió a la auditoria por parte de Global Gap y Tesco Nurture, revisando los registros de las diferentes actividades que se realizan en finca, logrando la recertificación por parte de Global Gap, la certificación por parte de Tesco Nurture.

Finalizando la evaluación se procedió a la entrega de los registros físicos y electrónicos al gerente de control de calidad para dar por concluido el servicio de supervisión y registro de actividades en campo para certificaciones agrícolas, en fincas productivas de la empresa Tierra de Árboles S.A., Zaragoza, Chimaltenango.

### 3.3. Servicio 2. Capacitación sobre el uso y manejo adecuado de agroquímicos al personal de fincas de la empresa Tierra de Árboles S.A., Zaragoza, Chimaltenango.

#### 3.3.1. Objetivos

##### A. Objetivo General

Capacitar al personal de finca sobre el uso y manejo adecuado de agroquímicos.

##### B. Objetivos Específicos

1. Conocer que es un plaguicida, cuáles son los distintos tipos de plaguicidas que se utilizan en campo, así como también la información que este presenta en la etiqueta y el panfleto.
2. Mostrar al personal el uso adecuado del equipo de protección y el peligro que representa para el aplicador el utilizar agroquímicos.
3. Explicar al personal el adecuado almacenamiento de los agroquímicos y el manejo de los envases vacíos.

#### 3.3.2. Metodología

##### A. Definir temas a exponer

El tema principal de la capacitación es el uso y manejo adecuado de agroquímicos, esta capacitación se dividirá en cuatro temas principales, los cuales son: ¿qué es un plaguicida?, uso adecuado del equipo de protección, almacenamiento y manejo de envases vacíos y por último recomendaciones generales sobre el uso de agroquímicos. Cada tema principal tendrá subtemas, los cuales se observan en el cuadro

Cuadro 37. Temas a presentar en la capacitación sobre el uso y manejo adecuado de agroquímicos al personal de campo, perteneciente a la empresa Tierra de Árboles S.A.

No.	Tema principal	Subtemas
1	Definición de plaguicida	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Clasificación de plaguicidas según la plaga que controla</li> <li>✓ Clasificación de plaguicidas según su peligrosidad</li> <li>✓ Panfleto del plaguicida</li> <li>✓ Información de la etiqueta</li> <li>✓ Pictogramas e indicaciones</li> </ul>

2	Uso adecuado del equipo de protección	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Equipo de protección personal (EPP)</li> <li>✓ Pasos para ponerse el equipo de protección personal</li> <li>✓ Pasos para quitarse el equipo de protección personal</li> <li>✓ Limpieza y mantenimiento del EPP</li> </ul>
3	Almacenamiento y manejo de envases vacíos de agroquímicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bodega de almacenamiento</li> <li>✓ Triple lavado</li> </ul>
4	Recomendaciones generales sobre el uso de agroquímicos	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

## B. Recopilación de información a presentar

Una vez definido los temas, se inicia con la preparación, recopilando información sobre los temas antes mencionados y preparando el material didáctico a utilizar.

### a. Definición de plaguicida

Es un insumo utilizado en la agricultura para prevenir, repeler, combatir y destruir cualquier organismo que cause algún daño al cultivo. Los plaguicidas se hacen de diferentes formas que incluyen: polvos, granulados y líquidos. Todos los plaguicidas son peligrosos, es por eso que nunca se debe olvidar que los plaguicidas son sustancias tóxicas, que pueden provocar graves daños a las personas, si estas los utilizan de forma inadecuada (CESASEVIN, 2016).

#### i. Clasificación de plaguicidas según la plaga que controla

Los plaguicidas se dividen según la plaga que controla, como lo muestra la figura



Fuente: CESASEVIN, 2016.

Figura 4. Clasificación de plaguicidas según la plaga que controla.

## ii. Clasificación de plaguicidas según su peligrosidad

Todos los plaguicidas son tóxicos, pero en diferente nivel, es por ello que se clasifican según su grado de toxicidad, como se observa en la figura 5.

Clasificación	Color de peligro	Palabra de peligro
Sumamente peligroso	ROJO	MUY TÓXICO
Muy peligroso	ROJO	TÓXICO
Moderadamente peligroso	AMARILLO	NOCIVO
Poco peligroso	AZUL	CUIDADO
Normalmente no ofrece peligro	VERDE	CUIDADO

Fuente: Diez, 2013.

Figura 5. Clasificación de plaguicidas según su toxicidad.

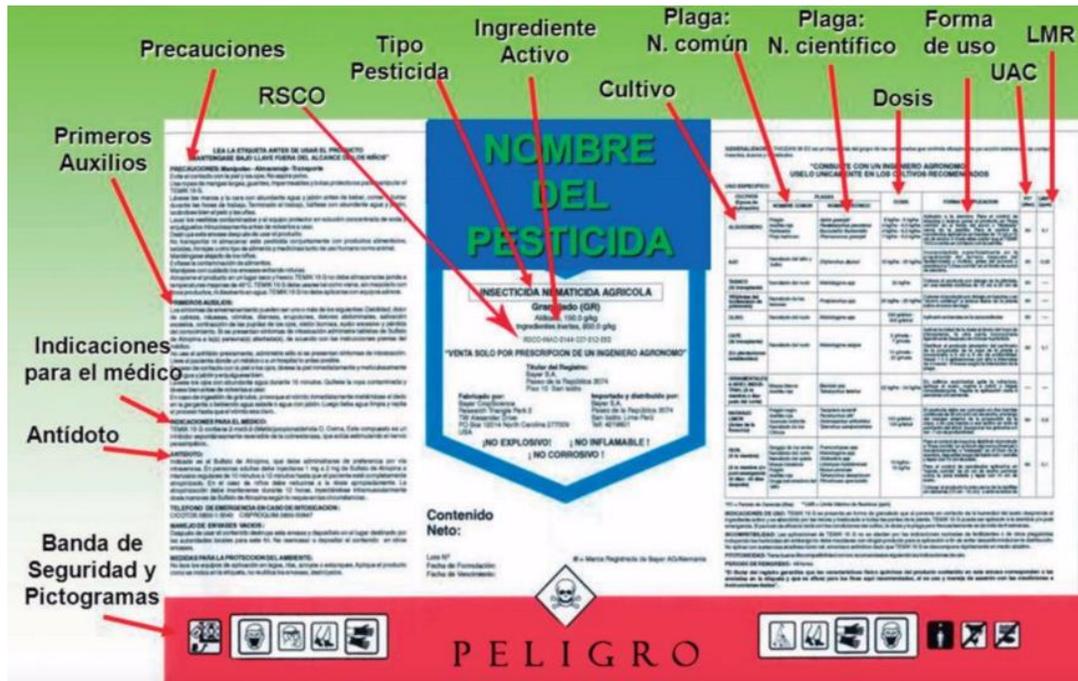
Como se observa en la figura anterior, según el nivel de toxicidad se le asigna un color, por ejemplo, si el producto es color amarillo significa que moderadamente peligroso y es nocivo para la salud.

## iii. Panfleto del plaguicida

El panfleto o instructivo acompaña a cada presentación comercial del plaguicida, presentándose en él información técnica del producto, como dosis a aplicar, plagas que controla, modo de acción, forma de aplicación, registro sanitario, equipo necesario para la aplicación del plaguicida.

## iv. Información de la etiqueta

En la etiqueta del producto se encuentra información como nombre del producto comercial, ingrediente activo, familia química, tipo de pesticida, pictogramas, bandas de seguridad, antídoto y primeros auxilios, como se muestra en la figura 6.



Fuente: CESASEVIN, 2016.

Figura 6. Información presente en la etiqueta de los plaguicidas agrícolas.

**v. Pictogramas e indicaciones**

El pictograma es una serie de ilustraciones que indica acciones a seguir y cuidados a tener cuando se utilice el plaguicida, como el equipo de protección a utilizar durante la aplicación, y animales que afecta. En la figura 7 se muestra un ejemplo del pictograma.



Fuente: CESASEVIN, 2016.

Figura 7. Pictogramas que presenta la etiqueta en los plaguicidas.

## **b. Uso adecuado del equipo de protección**

### **i. Equipo de protección personal (EPP)**

El equipo de protección personal se compone generalmente de overol, capa, mascarilla con filtros, guantes, gafas, botas y gorro. El equipo de protección está diseñado para cubrir el cuerpo en su totalidad, ya que el cuerpo humano es una gran ventana y la piel la vía más común por la cual los plaguicidas pueden ingresar al cuerpo.

### **ii. Pasos para ponerse el equipo de protección personal**

1. Overol
2. botas de hule
3. Mascarilla
4. Gafas protectoras
5. Gorro
6. Capa
7. Guantes

Luego de vestir el equipo de aplicación, el overol debe estar sobre las botas de hule, y los guantes dentro del overol.

### **iii. Pasos para quitarse el equipo de protección personal**

1. Capa
2. Gorro
3. Overol
4. Gafas
5. Mascarilla
6. Botas
7. Guantes

#### iv. Limpieza y mantenimiento del EPP

Después de usar el equipo de protección personal debe lavarse en las instalaciones de la empresa, en este caso en las camas biológicas identificadas en las fincas productivas. Después de secarse se debe guardar en la bodega asignada, los filtros de las mascarillas se guardan en bolsas plásticas selladas para evitar que se desgaste el carbón activado. Antes y después de utilizar el equipo de protección se debe verificar que este se encuentre en óptimas condiciones.

#### c. Almacenamiento y manejo de envases vacíos de agroquímicos

##### i. Bodega de almacenamiento

Los plaguicidas deben estar almacenados en un área identificada y contar con señalizaciones graficas que adviertan a las personas el riesgo de las personas a la exposición a agroquímicos. Esta instalación debe permanecer cerrada, la llave debe mantenerse bajo resguardo de un encargado designado. La bodega debe contar con ventilación, una barrera de contención de derrames, un recipiente con tierra y arena en caso ocurra un derrame.

##### ii. Triple lavado

Esta actividad se debe realizar cuando el recipiente del agroquímico este vacío, como se explica en la figura 8.



Fuente: CESASEVIN, 2016.

Figura 8. Ilustración del triple lavado realizado a envases de agroquímicos.

**d. Recomendaciones generales sobre el uso de agroquímicos**

- No comer, fumar o beber durante las aplicaciones, en almacenes de plaguicidas o cerca del lugar donde se efectuaron las aplicaciones, ya que la el tabaco y la comida absorben los plaguicidas.
- No manipular equipo de aplicación sin utilizar el equipo de protección personal, no destapar boquillas con la boca, no usar equipos de aplicación con fugas, durante la aplicación no tocar partes del cuerpo que no estén protegidas.
- Lavarse las manos antes y después de comer, fumar, beber o ir al baño, no lavar el equipo de aplicaciones en canales y ríos, lavar el equipo de aplicación usando guantes.
- Alejarse de lugares donde se está aplicando plaguicidas, bañarse después de realizar las aplicaciones y ponerse ropa limpia.

**C. Capacitación**

Luego de definir los temas a tratar y recolectar información se procedió a realizar la capacitación del personal encargado de la aplicación de plaguicidas de las fincas La Hacienda, Hierba Buena, Cruz y Chaparral, pertenecientes a la empresa Tierra de Árboles S.A. en Zaragoza, Chimaltenango con la ayuda de pancartas y demostración práctica de los diferentes temas.

### 3.3.3. Resultados

Se capacitó al personal sobre el uso y manejo adecuado de agroquímicos, en las fincas La Hacienda, Hierba Buena, Cruz y Chaparral. Los temas abordados fueron: Definición de plaguicida, uso adecuado del equipo de protección, almacenamiento y manejo de envases de agroquímicos, y recomendaciones generales sobre su uso. En la figura 9, se puede observar la demostración realizada en la capacitación, sobre la forma correcta de almacenamiento de los plaguicidas, tomando en consideración los agroquímicos que se utilizan en las fincas.



Figura 9. Demostración de plaguicidas utilizados en finca y su respectivo almacenamiento.

Durante la capacitación se realizó una demostración práctica, sobre el uso del equipo de protección personal, indicando los pasos a seguir al colocárselo y quitárselo, así como también, la forma adecuada de limpiarlo. En la figura 10, se observa la práctica realizada sobre el uso adecuado del equipo de aplicación.



Figura 10. Demostración del uso adecuado del equipo de protección al personal de aplicación de plaguicidas.

Como punto final de la capacitación, se habló e ilustró al personal sobre la importancia del triple lavado, así como también, las consideraciones generales al momento de utilizar el equipo de aplicación.

### 3.3.4. Evaluación

Para la evaluación de la capacitación, se supervisó al personal en campo para verificar el uso correcto del equipo de protección durante la aplicación de agroquímicos. Como se observa en la figura 11.



Figura 11. Uso adecuado de equipo de aplicación en fincas productivas de la empresa Tierra de Árboles S.A., Zaragoza, Chimaltenango.

La supervisión se realizó durante cada aplicación de agroquímicos, después de la capacitación, con el objetivo de recordar al personal los temas tratados y también como una forma de obligarlos a cumplir con el uso del equipo de protección personal.

### 3.4. Bibliografía

1. CESAVESIN (Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Sinaloa, México). 2016. Programa de inocuidad: buen uso y manejo de agroquímicos (en línea). Sinaloa, México. Consultado 5 ago. 2016. Disponible en [https://issuu.com/revistacesavesin/docs/manual\\_buma\\_cesavesin\\_ok\\_web](https://issuu.com/revistacesavesin/docs/manual_buma_cesavesin_ok_web)
2. Diez, M. 2013. Manual de construcción y operación de lechos biológicos: manejo adecuado de residuos de plaguicidas en la producción frutícola de la región de la Araucanía a través de la implementación y difusión de lechos biológicos. Temuco, Chile, Universidad de La Frontera, Instituto de Agroindustria. 126 p.
3. Tierra de Árboles, Guatemala. 2016. Información sobre la producción de arveja dulce (entrevista). Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala, Tierra de Árboles, Producción y Control de Calidad.
4. Tórtola L, MA. 2012. Trabajo de graduación realizado en la empresa GHORTEX S.A. Sumpango, Sacatepéquez con énfasis en la evaluación del rendimiento de cuatro variedades de mini-zanahoria (*Daucus carota* L.) para el mercado de Estados Unidos, Guatemala, C.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 77 p.
5. Universidad de Costa Rica, 2012. Implementación de BPA: manual de procedimiento para el manejo de agroquímicos (en línea). Alajuela, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Consultado 5 ago. 2016. Disponible en [http://www.eeafbm.ucr.ac.cr/sites/default/files/doc/manual\\_manejo\\_agroquimicos.pdf](http://www.eeafbm.ucr.ac.cr/sites/default/files/doc/manual_manejo_agroquimicos.pdf)



#### 4. Anexos



Fuente: Tierra de árboles, 2016

Figura 12A. Croquis de parcelas en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 13A. Ilustración de la fase final de preparación de suelo para el cultivo de arveja, finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

Cuadro 38A. Umbrales de monitoreo para plagas y enfermedades utilizados en finca La Hacienda, Zaragoza, Chimaltenango.

PLAGA	Punto de Muestreo					PROMEDIO	UMBRAL	OBSERVACIONES
	1	2	3	4	5			
Trips							10 adultos en 5 mts	
Mosca Minadora							10 adultos en 5 mts	
Gusanos de lepidoptera							1 larva por mt. Lineal	
Pulgon							1 colonia por mt. Lineal	
Araña Roja							1 colonia por mt. Lineal	
Barrenadores							1 larva por mt. Lineal	
Mosca Blanca							5 adultos por planta	
Tortuguilla/escarabajos							1 adulto por planta	
Cenicilla							Arriba del 2% de la infección	
Mildiu Lanoso								
Acochyta								
Botrytis								
Hongos del Suelo								
Roya								

Fuente: Tierra de Árboles, 2016



Fuente: Elaboración propia, 2016

Figura 14A. Ubicación de finca La Hacienda, lugar donde se llevó a cabo la investigación.

Cuadro 39A. Productos químicos utilizados para el control de enfermedades en el cultivo de arveja dulce.

	NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIFICACION POR TONEL	DOSIFICACION POR BOMBA	COPAS BAYER POR BOMBA 16 L	INTERVALO ENTRE LA ULTIMA APLICACIÓN Y LA COSECHA (días)	Costo por Bomba	RAZON DE USO
Enfermedades del suelo y follaje hasta floración	Inicio 50 SC/ Carbendazim 50 SC	Carbendazim	200 cc	12.5 cc	MEDIA COPA	15	Q0.92	Pythium, Fusarium, Ascochyta, Alternaria, Colletotrichum, Botrytis, Peronospora
	Previcur 72 SL/ Doble via 72 SL	Propamocarb	400 cc	32 cc	1 COPA Y MEDIA	7	Q15.04 Q11.52	Phyitium, Phytophthora, Rhizoctonia, Peronospora, Pseudoperonospora
	Prevalor 84 SL	Propamocarb+Fosetyl-Al	650 cc	50 cc	2 COPAS	7	Q19.00	Pythium, Phytophthora, Fusarium, Rhizoctonia, Peronospora, Pseudoperonospora
	Captan 50 WP	Captan	750 gr	60 gr	4 COPAS Y MEDIA	10	Q3.47	Pythium, Fusarium, Phytophthora, Rhizoctonia, Alternaria, Colletotrichum, Cercospora, Pseudoperonospora, Botrytis, Antracnosis
	Luna Experience 40SC	Tebuconazole+Fluopyran	150 cc	12.5 cc	MEDIA COPA	20	Q11.88	Alternaria, Ascochyta, Botrytis, Erysiphe, Sphaeroteca
	Nativo 75 WG	Tebuconazole+Trifloxystrobyn	87.5 gr	7 gr	MEDIA COPA	14	Q10.50	Phytophthora, Fusarium, Rhizoctonia, Alternaria, Ascochyta, Botrytis, Erisiphe, Colletotrichum, Sphaeroteca, Thanatephorus
	Amistar Opti 66 SC	Azoxystrobina + Chlorothalonil	500 cc	40 cc	1 COPA Y MEDIA	14	Q18.60	Phytophthora, Rhizoctonia, Alternaria, Colletotrichum, Cercospora, Pseudoperonospora, Erysiphe, Uromyces
	Dithane NT 80 WP	Mancozeb	1000 gr	40 gr	4 COPAS	10	Q2.64	Phytophthora, Alternaria, Colletotrichum, Botrytis, Peronospora, Pseudoperonospora, Stemphyllium, Mycosphaerella
Enfermedades del follaje de flor a inicio de cosecha	Bellis 38 WG	Boscalid+ pyraclostrobin	200 gr	16 gr	1 COPA Y MEDIA	7	Q24.00	Rhizoctonia, Alternaria, Asochyta, Pseudoperonospora, Botrytis, Erysiphe, Oidium, Uromyces
	Bravo 72 SC	Chlorothalonil	625 cc	50cc	2 COPAS	7	Q5.65	Phytophthora, Rhizoctonia, Alternaria, Colletotrichum, Botrytis, Peronospora, Pseudoperonospora, Micosphaerella, Cercospora, Sphaeroteca, Uromyces
Enfermedades del follaje en cosecha	Amistar 50 WG	Azoxystrobina	125 gr	10 gr	3/4 DE COPA	1	Q15.95	Phytophthora, Rhizoctonia, Alternaria, Colletotrichum, Peronospora, Pseudoperonospora, Cercospora, Didymella, Erysiphe, Sphaeroteca, Uromyces, Sclerotinia
	Kumulus 80 WG/ Thiovit 80 WG	Azufre	1000 gr	75 gr	4 COPAS	1	Q2.41 Q2.14	Colletotrichum, Ascochyta, Erysiphe, Botrytis, Uromyces, Oidium, Sphaeroteca
	Cupravit Azul 35 WP/ BordoCop 20 WP	Cobre metalico	500 gr/1000 gr	45 gr/ 83 gr	4-6 COPAS	1	Q5.77 Q5.86	Phytophthora, Alternaria, Colletotrichum, Botrytis, Cercospora, Stemphyllium, Oidium
	Cosmocel 21 EC	Oleato Cuprico	1250 cc	100 cc	4 COPAS	1	Q10.02	Phytophthora, Rhizoctonia, Colletotrichum, Botrytis, Peronospora, Cercospora, Stemphyllium, Xantomonas
	Phyton 6.6 SL	Sulfato de cobre pentahidratado	625 cc	50 cc	2 COPAS	1	Q21.98	Pythium, fusarium, Phytophthora, Rhizoctonia, Alternaria, Colletotrichum, Cercospora, Peronospora, Pseudoperonospora, Botrytis, Erysiphe, Micosphaerella, Sphaeroteca, Stemphyllium
	Timorex GOLD	Extracto de malaleuca alternifolia	650 cc	50 cc	2 COPAS	1	Q18.00	Ascochyta sp.
	Penazyme liquido / Hidroclean	Complejo bacteriano extracto de Gobernadora	1000 cc	80 cc	3 COPAS	1	Q18.40	Phyitium, Fusarium, Phytophthora, Rhizoctonia

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.

Cuadro 40A. Productos químicos utilizados para el control de plagas en el cultivo de arveja.

	NOMBRE COMERCIAL DEL PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIFICACION POR TONEL	DOSIFICACION POR BOMBA	COPAS BAYER POR BOMBA 16 L	INTERVALO ENTRE LA ULTIMA APLICACIÓN Y LA COSECHA (días)	Costo por Bomba	RAZON DE USO
Plagas del suelo y follaje a floración	Muralla Delta 19 OD	Imidacloprid+Deltametrina	150 cc	12.5 cc	MEDIA COPA	21	Q5.27	Agrotis, Diabrotica, Spodoptera, Heliothis, Mocis, Trichoplusia, Diaphania, Agromyza, Liriomyza, Empoasca, Apion, Bemisia, Aphis, Thrips, Chinches
	Connect 11.25SC	Imidacloprid+Beta cyflutrin	350 cc	25 cc	1 COPA	14	Q4.00	Agrotis, Diabrotica, Spodoptera, Heliothis, Mocis, Trichoplusia, Diaphania, Agromyza, Liriomyza, Empoasca, Anthonomus, Bemisia, Aphis, Thrips, Chinches
	Engeo 24.7 SC	Thiamethoxam y lambda Cyhalotrina	150 cc	12.5 cc	MEDIA COPA	14	Q10.93	Agrotis, Diabrotica, Spodoptera, Heliothis, Keiferia, Trichoplusia, Diaphania, Empoasca, Bemisia, Myzus, Aphis, Anthonomus, Thrips, Paratrioza, Chinches
	Karate Zeon 5 SC/ Cintanegra	Lambda-cyhalotrina	150 cc	12,5 cc	MEDIA COPA	14	Q3.10 Q1.46	Agrotis, Diabrotica, Spodoptera, Heliothis, Keiferia, Trichoplusia, Diaphania, Pieris, Liriomyza, Empoasca, Bemisia, Myzus, Aphis, Apion, Anthonomus, Thrips, Chinches
	Actara 25 WG	Thiametoxam	165 gr	13 gr	3/4 COPA	14	Q29.07	Bemisia, Aphis, Myzus, Chinches
Plagas del follaje de floración a inicio de cosecha	Movovento 15 OD	Spirotetramat	360 cc	25 cc	1 COPA	7	Q26.70	Aphis, Myzus, Bemisia, Paratrioza
	Plural 20 OD	Imidacloprid	1000 cc	25 cc	1 COPA	1	Q24.10	Phyllophaga, Agrotis, Diabrotica, Geococcus, Empoasca, Bemisia, Myzus, Aphis, Apiun, Thrips, Chinches
	Decis 10 EC	Deltametrin	100 cc	8 cc	1/3 COPA	4	Q2.02	Diabrotica, Epilachna, Spodoptera, Heliothis, Trichoplusia, Alabama, Pieris, Empoasca, Bemisia, Myzus, Aphis, Apiun, Anthonomus, Thrips, Stigmene, Chinches
Plagas del follaje en cosecha	Spintor 12 SC Spinoace 12 SC	Spinosad	300 cc	25 cc	1 COPA	1	Q25.93	Spodoptera, Heliothis, Trichoplusia, Thrips
	Exalt 6 SC	Spinetoram	125 cc	10 cc	1/4 COPA	1	Q17.58	Spodoptera, Thrips
	BST-88 26 L	Bacillus Thuriensis	150 CC	12.5 cc	MEDIA COPA	1	Q7.50	Spodoptera, Trichoplusia, Diaphania, Pieris, Mocis, Alabama, Estigmene, Thrips
	BST-88A 26 L	Bacillus Thuriensis	1000 CC	75 cc	3 COPAS	1	Q7.50	Spodoptera, Trichoplusia, Diaphania, Pieris, Mocis, Alabama, Estigmene, Thrips
	ACT-Botanico	Azadirachta indica	1000 cc	75 cc	3 COPAS	1	Q4.50	Lyriomiza, Bemisia, Empoasca, Aphis, Thrips
	Atomik JP 45 SL	Acidos Grasos Neutralizados	500 cc	42 cc	2 COPAS	1	Q6.72	Bemisia, Aphis, Thrips, (larvas, pulgon rosado, pulgon negro, ninfas y pupas)
	VPN ULTRA 1,6 WP	virus de la necrosis nuclear de Autographa californica y Spodoptera	1000 gr	80 gr	6 COPAS	1	Q9.60	Spodoptera, Trichoplusia, Pseudoplusia, Diaphania, Mocis, Alabama, Estigmene, Hellula
	Senvidid	Extracto de Ajo, cebolla y chile	1000 cc	80 cc	3 COPAS	1	Q16.00	Spodoptera, Lyriomiza, Keiferia, Aphis, Acaros
	Qanum	Extracto de Canela	1000 gr	80 gr	6 COPAS	1	Q14.40	Repelente / Bemisia tabaci, Paratrioza
	Allium 33	Extracto de Ajo	1000 gr	80 gr	6 COPAS	1	Q14.40	Repelente / Bemisia tabaci, Paratrioza

Fuente: Tierra de Árboles, 2016.



Fuente: Vilda García, 2014.

Figura 15A. Ubicación de oficinas centrales de la empresa Tierra de Árboles S.A.

Cuadro 41A. Costo de producción para el cultivo de arveja dulce variedad SL 3123 aplicando una dosis de 88 kg/ha de  $K_2O$ .

Tratamiento 1 (88 kg/ha $K_2O$ )				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Costo directo				
Renta de tierra (4 meses)	ha	1	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00
Costo de mano de obra				
Colocación de mulch	jornal	30	Q. 75.00	Q. 2,250.00
Siembra	jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Ahoyado, posteo y piteado	jornal	40	Q. 75.00	Q. 3,000.00
Limpias	jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Fertilización	jornal	18	Q. 75.00	Q. 1,350.00
Aplicación de plaguicidas	jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Riego	jornal	36	Q. 75.00	Q. 2,700.00
Meter guías	jornal	18	Q. 75.00	Q. 1,350.00
Cosecha	jornal	150	Q. 75.00	Q. 11,250.00
Costo total de mano de obra				Q. 29,400.00
Insumos				

Semilla	kg	49	Q. 150.00	Q. 7,350.00
Urea	kg	45	Q. 3.96	Q. 178.20
Nitrato de potasio	kg	200	Q. 14.30	Q. 2,860.00
18-46-0	kg	406	Q. 6.60	Q. 2,679.60
Abono orgánico	kg	4,472	Q. 1.10	Q. 4,919.20
Fertilizante foliar	l	60	Q. 15.00	Q. 900.00
Karate Zeon 5 SC	l	3	Q. 250.00	Q. 750.00
Plural 20 OD	l	1	Q. 960.00	Q. 960.00
Exalt 6 SC	l	1.5	Q. 1,725.00	Q. 2,587.50
Bralic	l	1	Q. 170.00	Q. 170.00
Inicio 50 SC	l	2	Q. 75.00	Q. 150.00
Doble vía 72 SL	l	5	Q. 30.00	Q. 150.00
Captan 50 WP	kg	10	Q. 60.00	Q. 600.00
Bravo 72 SC	l	10	Q. 115.00	Q. 1,150.00
Amistar 50 WG	kg	2	Q. 1,500.00	Q. 3,000.00
Kumulus 80 WG	kg	14	Q. 35.00	Q. 490.00
Bordocop 20 WP	kg	8	Q. 70.00	Q. 560.00
Cañas de bambú (4 siembras)	unidad	3,000	Q. 0.87	Q. 2,610.00
Rafia	rollo	54	Q. 50.00	Q. 2,700.00
Mulch	rollo	6	Q. 700.00	Q. 4,200.00
Cinta de riego	rollo	6	Q. 900.00	Q. 5,400.00
<b>Costo total de insumos</b>				<b>Q. 44,364.50</b>
<b>Costo operacional</b>				
Asperjadora manual	hora	320	Q. 1.76	Q. 563.20
Preparación del suelo	hora	12	Q. 200.00	Q. 2,400.00
Costo de operación de bomba de riego				Q. 8,000.00
<b>Costo total operacional</b>				<b>Q. 10,963.20</b>
<b>Costo directo total</b>				<b>Q. 86,963.70</b>
<b>Costo indirecto</b>				
Imprevistos (7 % de costo directo)				Q. 6,087.46
<b>Costo total/ha para la aplicación de 88 kg/ha K<sub>2</sub>O</b>				<b>Q. 93,051.16</b>
Ingreso total	kg	14,189	Q. 7.70	Q. 109,255.30
<b>Utilidad obtenida/ha</b>				<b>Q. 16,204.14</b>
Relación B/C	1.17			
Rentabilidad	17.41			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Cuadro 42A. Costo de producción para el cultivo de arveja dulce variedad SL 3123 aplicando una dosis de 110 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

Tratamiento 2 (110 kg/ha K <sub>2</sub> O)				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Costo directo				
Renta de tierra (4 meses)	ha	1	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00
Mano de obra				
Colocación de mulch	jornal	30	Q. 75.00	Q. 2,250.00
Siembra	jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Ahoyado, posteado y piteado	jornal	40	Q. 75.00	Q. 3,000.00
Limpias	jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Fertilización	jornal	18	Q. 75.00	Q. 1,350.00
Aplicación de plaguicidas	jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Riego	jornal	36	Q. 75.00	Q. 2,700.00
Meter guías	jornal	18	Q. 75.00	Q. 1,350.00
Cosecha	jornal	150	Q. 75.00	Q. 11,250.00
Costo total de mano de obra				Q. 29,400.00
Insumos				
Semilla	kg	49	Q. 150.00	Q. 7,350.00
Urea	kg	30	Q. 3.96	Q. 118.80
Nitrato de potasio	kg	250	Q. 14.30	Q. 3,575.00
18-46-0	kg	406	Q. 6.60	Q. 2,679.60
Abono orgánico	kg	4,472	Q. 1.10	Q. 4,919.20
Fertilizante foliar	l	60	Q. 15.00	Q. 900.00
Karate Zeon 5 SC	l	3	Q. 250.00	Q. 750.00
Plural 20 OD	l	1	Q. 960.00	Q. 960.00
Exalt 6 SC	l	1.5	Q. 1,175.00	Q. 1,762.50
Bralic	l	1	Q. 170.00	Q. 170.00
Inicio 50 SC	l	2	Q. 75.00	Q. 150.00
Doble vía 72 SL	l	5	Q. 30.00	Q. 150.00
Captan 50 WP	kg	10	Q. 60.00	Q. 600.00
Bravo 72 SC	l	10	Q. 115.00	Q. 1,150.00
Amistar 50 WG	kg	2	Q. 1,500.00	Q. 3,000.00
Kumulus 80 WG	kg	14	Q. 35.00	Q. 490.00
Bordocop 20 WP	kg	8	Q. 70.00	Q. 560.00
Cañas de bambú (4 siembras)	unidad	3,000	Q. 0.87	Q. 2,610.00

Rafia	rollo	54	Q. 50.00	Q. 2,700.00
Mulch	rollo	6	Q. 700.00	Q. 4,200.00
Cinta de riego	rollo	6	Q. 900.00	Q. 5,400.00
Costo total de insumos				Q. 45,020.10
Costo operacional				
Preparación del suelo	hora	12	Q. 200.00	Q. 2,400.00
Asperjadora manual	hora	320	Q. 1.76	Q. 563.20
Costo de operación de bomba de riego				Q. 8,000.00
Costo total operacional				Q. 10,963.20
Costo directo total				Q. 87,619.30
Costo indirecto				
Imprevistos (7 % de costo directo)				Q. 6,133.35
Costo total/ha para la aplicación de 110 kg/ha K <sub>2</sub> O				Q. 93,752.65
Ingreso total	kg	14,697	Q7.70	Q. 113,166.90
Utilidad obtenida/ha				Q. 19,414.25
Relación B/C	1.20			
Rentabilidad	20.71			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Cuadro 43A. Costo de producción para el cultivo de arveja dulce variedad SL 3123 aplicando una dosis de 132 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

Tratamiento 3 (132 kg/ha K <sub>2</sub> O)				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Costo directo				
Rentra de tierra (4 meses)	ha	1	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00
Mano de obra				
Colocación de mulch	jornal	30	Q. 75.00	Q. 2,250.00
Siembra	jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Ahoyado, posteo y piteado	jornal	40	Q. 75.00	Q. 3,000.00
Limpias	jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Fertilización	jornal	18	Q. 75.00	Q. 1,350.00
Aplicación de plaguicidas	jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Riego	jornal	36	Q. 75.00	Q. 2,700.00
Meter guías	jornal	18	Q. 75.00	Q. 1,350.00
Cosecha	jornal	150	Q. 75.00	Q. 11,250.00

<b>Costo total de mano de obra</b>				<b>Q. 29,400.00</b>
<b>Insumos</b>				
Semilla	kg	49	Q. 150.00	Q. 7,350.00
Urea	kg	16	Q. 3.96	Q. 63.36
Nitrato de potasio	kg	300	Q. 14.30	Q. 4,290.00
18-46-0	kg	406	Q. 6.60	Q. 2,679.60
Abono orgánico	kg	4,472	Q. 1.10	Q. 4,919.20
Fertilizante foliar	l	60	Q. 15.00	Q. 900.00
Karate Zeon 5 SC	l	3	Q. 250.00	Q. 750.00
Plural 20 OD	l	1	Q. 960.00	Q. 960.00
Exalt 6 SC	l	1.5	Q. 1,725.00	Q. 2,587.50
Bralic	l	1	Q. 170.00	Q. 170.00
Inicio 50 SC	l	2	Q. 75.00	Q. 150.00
Doble vía 72 SL	l	5	Q. 30.00	Q. 150.00
Captan 50 WP	kg	10	Q. 60.00	Q. 600.00
Bravo 72 SC	l	10	Q. 115.00	Q. 1,150.00
Amistar 50 WG	kg	2	Q. 1,500.00	Q. 3,000.00
Kumulus 80 WG	kg	14	Q. 35.00	Q. 490.00
Bordocop 20 WP	kg	8	Q. 70.00	Q. 560.00
Cañas de bambú (4 siembras)	unidad	3,000	Q. 0.87	Q. 2,610.00
Rafia	rollo	54	Q. 50.00	Q. 2,700.00
Mulch	rollo	6	Q. 700.00	Q. 4,200.00
Cinta de riego	rollo	6	Q. 900.00	Q. 5,400.00
<b>Costo total de insumos</b>				<b>Q. 45,679.66</b>
<b>Costo operacional</b>				
Preparación del suelo	hora	12	Q. 200.00	Q. 2,400.00
Asperjadora manual	hora	320	Q. 1.76	Q. 563.20
Costo de operación de bomba de riego				Q. 8,000.00
<b>Costo total operacional</b>				<b>Q. 10,963.20</b>
<b>Costo directo total</b>				<b>Q. 88,278.86</b>
<b>Costo indirecto</b>				
Imprevistos (7 % de costo directo)				Q. 6,179.52
<b>Costo total/ha para la aplicación de 132 kg/ha K<sub>2</sub>O</b>				<b>Q. 94,458.38</b>
Ingreso total	kg	14,946	Q. 7.70	Q. 115,084.20
<b>Utilidad obtenida/hectárea</b>				<b>Q. 20,625.82</b>
Relación B/C	1.21			
Rentabilidad	21.84			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Cuadro 44A. Costo de producción para el cultivo de arveja dulce variedad SL 3123 aplicando una dosis de 154 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

Tratamiento 4 (154 kg/ha K <sub>2</sub> O)				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Costo directo				
Renta de tierra (4 meses)	ha	1	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00
Mano de obra				
Colocación de mulch	jornal	30	Q. 75.00	Q. 2,250.00
Siembra	jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Ahoyado, posteo y piteado	jornal	40	Q. 75.00	Q. 3,000.00
Limpias	jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Fertilización	jornal	18	Q. 75.00	Q. 1,350.00
Aplicación de plaguicidas	jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Riego	jornal	36	Q. 75.00	Q. 2,700.00
Meter guías	jornal	18	Q. 75.00	Q. 1,350.00
Cosecha	jornal	150	Q. 75.00	Q. 11,250.00
Costo total de mano de obra				Q. 29,400.00
Insumos				
Semilla	kg	49	Q. 150.00	Q. 7,350.00
Urea	kg	0	Q. 3.96	Q. -
Nitrato de potasio	kg	350	Q. 14.30	Q. 5,005.00
18-46-0	kg	406	Q. 6.60	Q. 2,679.60
Abono orgánico	kg	4,472	Q. 1.10	Q. 4,919.20
Fertilizante foliar	l	60	Q. 15.00	Q. 900.00
Karate Zeon 5 SC	l	3	Q. 250.00	Q. 750.00
Plural 20 OD	l	1	Q. 960.00	Q. 960.00
Exalt 6 SC	l	1.5	Q. 1,725.00	Q. 2,587.50
Bralic	l	1	Q. 170.00	Q. 170.00
Inicio 50 SC	l	2	Q. 75.00	Q. 150.00
Doble vía 72 SL	l	5	Q. 30.00	Q. 150.00
Captan 50 WP	kg	10	Q. 60.00	Q. 600.00
Bravo 72 SC	l	10	Q. 115.00	Q. 1,150.00
Amistar 50 WG	kg	2	Q. 1,500.00	Q. 3,000.00
Kumulus 80 WG	kg	14	Q. 35.00	Q. 490.00
Bordocop 20 WP	kg	8	Q. 70.00	Q. 560.00
Cañas de bambú (4 siembras)	unidad	3,000	Q. 0.87	Q. 2,610.00

Rafia	rollo	54	Q. 50.00	Q. 2,700.00
Mulch	rollo	6	Q. 700.00	Q. 4,200.00
Cinta de riego	rollo	6	Q. 900.00	Q. 5,400.00
Costo total de insumos				Q. 46,331.30
Costo operacional				
Preparación del suelo	hora	12	Q. 200.00	Q. 2,400.00
Asperjadora manual	hora	320	Q. 1.76	Q. 563.20
Costo de operación de bomba de riego				Q. 8,000.00
Costo total operacional				Q. 10,963.20
Costo directo total				Q. 88,930.50
Costo indirecto				
Imprevistos (7 % de costo directo)				Q. 6,225.14
Costo total/ha para la aplicación de 154 kg/ha K <sub>2</sub> O				Q. 95,155.64
Ingreso total	kg	15,660.20	Q. 7.70	Q. 120,583.54
Utilidad obtenida/ha				Q. 25,427.91
Relación B/C	1.26			
Rentabilidad	26.72			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Cuadro 45A. Costo de producción para el cultivo de arveja dulce variedad SL 3123 aplicando una dosis de 66 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

Tratamiento 5 (66 kg/ha K <sub>2</sub> O)				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Costo directo				
Renta de tierra (4 meses)	ha	1	Q. 2,236.00	Q. 2,236.00
Mano de obra				
Colocación de mulch	jornal	30	Q. 75.00	Q. 2,250.00
Siembra	jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Ahoyado, posteo y piteado	jornal	40	Q. 75.00	Q. 3,000.00
Limpias	jornal	20	Q. 75.00	Q. 1,500.00
Fertilización	jornal	18	Q. 75.00	Q. 1,350.00
Aplicación de plaguicidas	jornal	60	Q. 75.00	Q. 4,500.00
Riego	jornal	36	Q. 75.00	Q. 2,700.00
Meter guías	jornal	18	Q. 75.00	Q. 1,350.00
Cosecha	jornal	150	Q. 75.00	Q. 11,250.00

<b>Costo total de mano de obra</b>				<b>Q. 29,400.00</b>
<b>Insumos</b>				
Semilla	kg	49	Q. 150.00	Q. 7,350.00
Urea	kg	60	Q. 3.96	Q. 237.60
Nitrato de potasio	kg	15	Q. 14.30	Q. 214.50
18-46-0	kg	406	Q. 6.60	Q. 2,679.60
Abono orgánico	kg	4,472	Q. 1.10	Q. 4,919.20
Fertilizante foliar	l	60	Q. 15.00	Q. 900.00
Karate Zeon 5 SC	l	3	Q. 250.00	Q. 750.00
Plural 20 OD	l	1	Q. 960.00	Q. 960.00
Exalt 6 SC	l	1.5	Q. 1,725.00	Q. 2,587.50
Bralic	l	1	Q. 170.00	Q. 170.00
Inicio 50 SC	l	2	Q. 75.00	Q. 150.00
Doble vía 72 SL	l	5	Q. 30.00	Q. 150.00
Captan 50 WP	kg	10	Q. 60.00	Q. 600.00
Bravo 72 SC	l	10	Q. 115.00	Q. 1,150.00
Amistar 50 WG	kg	2	Q. 1,500.00	Q. 3,000.00
Kumulus 80 WG	kg	14	Q. 35.00	Q. 490.00
Bordocop 20 WP	kg	8	Q. 70.00	Q. 560.00
Cañas de bambú (4 siembras)	unidad	3,000	Q. 0.87	Q. 2,610.00
Rafia	rollo	54	Q. 50.00	Q. 2,700.00
Mulch	rollo	6	Q. 700.00	Q. 4,200.00
Cinta de riego	rollo	6	Q. 900.00	Q. 5,400.00
<b>Costo total de insumos</b>				<b>Q. 41,778.40</b>
<b>Costos operacionales</b>				
Preparación del suelo	hora	12	Q. 200.00	Q. 2,400.00
Asperjadora manual	hora	320	Q. 1.76	Q. 563.20
Costo de operación de bomba de riego				Q. 8,000.00
<b>Costo total operacional</b>				<b>Q. 10,963.20</b>
<b>Costo directo total</b>				<b>Q. 84,377.60</b>
<b>Costo indirecto</b>				
Imprevistos (7 % de costo directo)				Q. 5,906.43
<b>Costo total/ha para la aplicación de 66 kg/ha K<sub>2</sub>O</b>				<b>Q. 90,284.03</b>
Ingreso total	kg	13,838	Q. 7.70	Q. 106,552.60
<b>Utilidad obtenida/ha</b>				<b>Q. 16,268.57</b>
Relación B/C	1.18			
Rentabilidad	18.02			

Fuente: Elaboración propia, 2016.