

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**ESTUDIO DE MATERIALES DE EMPAQUE PARA ARVEJA DULCE (*Pisum sativum* L.)  
CON FINES DE TRANSPORTE MARÍTIMO DESTINADO AL MERCADO EUROPEO EN  
LA EMPACADORA TIERRA DE ÁRBOLES S.A, SANTO DOMINGO XENACÓJ,  
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

YOKMI PRISCILA CHANG MORALES

201021770

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**ESTUDIO DE MATERIALES DE EMPAQUE PARA ARVEJA DULCE (*Pisum sativum* L.)  
CON FINES DE TRANSPORTE MARÍTIMO DESTINADO AL MERCADO EUROPEO EN  
LA EMPACADORA TIERRA DE ÁRBOLES S.A, SANTO DOMINGO XENACÓJ,  
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

POR

YOKMI PRISCILA CHANG MORALES

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERA AGRÓNOMA

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2016



FACULTAD DE AGRONOMÍA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

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

Guatemala, noviembre de 2016



Guatemala, noviembre de 2016

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación: **Estudio de materiales de empaque para arveja dulce *Pisum sativum* L. con fines de transporte marítimo destinado al mercado europeo en la empacadora Tierra de Árboles, S.A.; Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala, C.A.**, como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

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

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

YOKMI PRISCILA CHANG MORALES



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- A DIOS:** Por ser mi creador dador de toda sabiduría e inteligencia y el que me llena de bendiciones día con día.
- A MIS PADRES:** Randolpho Chang Granados y Dinis Oralia Morales Muñoz, por ser los pilares que edificaron este triunfo, por el amor, la paciencia, la comprensión, por el apoyo que siempre tuve y por los consejos que siempre me brindaron para ser cada día una mujer de bien.
- A MIS HERMANOS:** José Randolpho y Lin Desiré Chang Morales, por su apoyo y cariño incondicional.
- A MI ABUELA:** Marta Alicia Muñoz, por su cariño, paciencia, por haber creído en mí siempre y por ser una gran ejemplo.
- A MIS TIOS:** Por su cariño, paciencia, apoyo y su presencia en momentos difíciles y de felicidad a lo largo de la vida.
- A MIS PRIMOS:** Por compartir momentos de felicidad a lo largo de la vida, por su apoyo y cariño.
- A MI NOVIO:** Francisco Castellanos, por brindarme su cariño y su apoyo.



## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

Lugar que me vio nacer, crecer y desenvolverme como profesional.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

Alma mater que permitió culminar mi educación superior.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Lugar que permitió albergar un profesional más al servicio del país.

MI FAMILIA

Por estar a mi lado en todo momento y apoyarme incondicionalmente en cada aspecto de mi vida.

MI SUPERVISORA

Inga. Mirna Ayala por su supervisión, por su tiempo, orientación y apoyo durante el Ejercicio Profesional Supervisado, por su confianza, paciencia y amistad incondicional.

MI ASESOR

Ing. Alfredo Itzep Manuel por su asesoramiento, por su confianza, por compartir sus conocimientos y su tiempo, para la realización de la presente investigación.

TIERRA DE ÁRBOLES S.A.

Por darme la oportunidad de culminar mi fase de estudios para iniciarme como profesional y brindarme el apoyo durante mi EPS.

MIS AMIGOS:

Porque un amigo, no es simplemente alguien con quien convives, sino también con quien compartes los buenos y malos momentos en la vida. Gracias por todo.



## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 PRESENTACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2 MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>5</b>
1.2.1 Ubicación de la empresa .....	5
1.2.1 Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) y BRC (British Retail Consortium) .....	5
<b>1.3 OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
1.3.1 General .....	7
1.3.2 Específicos .....	7
<b>1.4 METODOLOGÍA</b> .....	<b>8</b>
<b>1.5 RESULTADOS</b> .....	<b>9</b>
<b>1.6 CONCLUSIONES</b> .....	<b>13</b>
<b>1.7 RECOMENDACIONES</b> .....	<b>14</b>
<b>1.8 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1 PRESENTACIÓN</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>21</b>
2.2.1 Marco conceptual .....	21
2.2.1.1 Descripción general de la planta .....	21
2.2.1.2 Origen .....	21
2.2.1.3 Clasificación taxonómica .....	22
2.2.1.4 Descripción botánica y fisiológica .....	22

**PÁGINA**

2.2.1.5 Cosecha y post-cosecha .....	23
2.2.1.6 Madurez y calidad .....	23
2.2.1.7 Exportaciones al mercado europeo .....	24
2.2.1.8 Requisitos para importación de arveja a la Unión Europea -UE- .....	24
2.2.1.9 Desórdenes fisiológicos post-cosecha .....	25
2.2.1.10 Daño por enfermedades .....	27
2.2.1.11 Almacenamiento post-cosecha de la arveja .....	28
2.2.1.12 Temperatura óptima .....	29
2.2.1.13 Tasas de respiración .....	29
2.2.1.14 Tasa de producción de etileno y su respuesta .....	30
2.2.1.15 Empaque para exportación de vegetales frescos.....	30
2.2.1.16 Importancia del empaque agrícola .....	30
2.2.1.17 Vida en anaquel.....	31
2.2.1.18 Análisis organoléptico.....	31
2.2.1.19 Tipos de empaque para vegetales .....	31
2.2.1.20 Empaques .....	32
2.2.1.21 Análisis de presupuestos parciales .....	34
2.2.1.22 Relación Beneficio / Costo .....	34
2.2.2 Marco referencial .....	35
2.2.2.1 Ubicación de la empresa .....	35
2.2.2.2 Descripción Tierra de Árboles S.A.....	35
2.2.2.3 Estructura organizativa de la empresa Tierra de Árboles S.A. ....	36
2.2.2.4 Actividades del proceso de empaque para exportación .....	37
2.2.2.5 Empaque para exportar arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) en fresco .....	37
2.2.2.6 Sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos .....	38
<b>2. 3 OBJETIVOS .....</b>	<b>39</b>
<b>2.3.1 General .....</b>	<b>39</b>
<b>2.3.2 Específicos.....</b>	<b>39</b>

<b>2.4 HIPÓTESIS.....</b>	<b>39</b>
<b>2.5 METODOLOGÍA.....</b>	<b>40</b>
2.5.1 Diseño Experimental.....	40
2.5.2 Descripción de los tratamientos.....	40
2.5.3 Descripción de la unidad experimental.....	41
2.5.4 Arreglo espacial de la investigación.....	42
2.5.5 Variables de respuesta.....	43
2.5.5.1 Organolépticas.....	43
2.5.5.2 Fitopatológicas.....	43
2.5.5.3 Vida anaquel.....	44
2.5.5.4 Análisis económico.....	44
2.5.6 Características y escalas.....	44
2.5.7 Manejo del Experimento.....	50
2.5.7.1 Proceso de manufactura de la arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.).....	50
2.5.7.2 Montaje del experimento en cuarto frío.....	51
2.5.7.3 Toma de datos.....	51
2.5.7.4 Recolección de datos.....	51
2.5.8 Análisis de la información.....	52
<b>2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>53</b>
2.6.1 Variables organolépticas.....	53
2.6.1.1 Turgencia.....	53
2.6.1.2 Deshidratación.....	56
2.6.1.3 Aroma.....	58
2.6.1.4 Color.....	61
2.6.2 Variables Fitopatológicas.....	63
2.6.2.1 Botrytis cinérea.....	63
2.6.2.2 Ascochyta sp.....	65
2.6.3 Vida en Anaquel.....	68
2.6.4 Análisis Económico.....	71

**PÁGINA**

<b>2.7 CONCLUSIONES</b> .....	<b>77</b>
<b>2.8 RECOMENDACIONES</b> .....	<b>78</b>
<b>2.9 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>80</b>
<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>85</b>
<b>3.1 PRESENTACIÓN</b> .....	<b>87</b>
<b>3.2 CAPACITACIÓN DE HIGIENE PERSONAL Y DE LAVADO DE MANOS</b> .....	<b>88</b>
3.2.1 Objetivos.....	88
3.2.1.1 General.....	88
3.2.1.2 Específicos .....	88
3.2.2 Metodología.....	88
3.2.3 Resultados obtenidos .....	90
3.2.4 Conclusión .....	91
3.2.5 Recomendación.....	91
<b>3.3 INSPECCIÓN DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA</b> .....	<b>92</b>
3.3.1 Objetivo .....	92
3.3.1.1 General.....	92
3.3.1.2 Específicos .....	92
3.3.2 Metodología.....	92
3.3.3 Resultados obtenidos .....	93
3.3.4 Evaluación .....	94
<b>3.4 CONTROL DE REGISTROS DE ACTIVIDADES REALIZADAS SEMANALMENTE EN LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES, S.A.</b> .....	<b>95</b>
3.4.1 Objetivo .....	95
3.4.1.1 General.....	95
3.4.1.2 Específicos .....	95

## PÁGINA

<b>3.4.2 Metodología</b> .....	<b>95</b>
<b>3.4.3 Resultados</b> .....	<b>96</b>
<b>3.4.4 Conclusión</b> .....	<b>98</b>
<b>3.4.5 Recomendación</b> .....	<b>98</b>
<b>4. ANEXOS</b> .....	<b>99</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

### FIGURA

Figura 1. Ubicación de la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	5
Figura 2. Deshidratación de la vaina de arveja.....	26
Figura 3 Daño mecánico en vaina de arveja. ....	26
Figura 4 Daño ocasionado por temperaturas bajas en vainas de arveja. ....	27
Figura 5. Manchas ocasionadas por <i>Ascochyra sp.</i> .....	28
Figura 6. Daño ocasionado por <i>Botrytis sp.</i> .....	28
Figura 7. Ubicación de la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	35
Figura 8. Estructura de la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	37
Figura 9. Escala diagramática para evaluar la turgencia en vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum L.</i> ).....	45
Figura 10. Escala diagramática para evaluar la deshidratación en vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum L.</i> ) .....	46
Figura 11. Escala diagramática para evaluar el color de vaina de arveja dulce ( <i>Pisum sativum L.</i> ).....	47
Figura 12. Escala diagramática para evaluar la severidad de <i>Botrytis cinerea</i> en vaina de arveja dulce ( <i>Pisum sativum L.</i> ) .....	48
Figura 13. Escala diagramática para evaluar la severidad de <i>Ascochyta</i> en vaina de arveja dulce ( <i>Pisum sativum L.</i> ) .....	49

**PÁGINA**

Figura 14. Diagrama de flujo del proceso de manufactura de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) empacada en bandejas sin proceso de lavado. ....	50
Figura 15. Gráfica que ejemplifica el efecto de los empaques evaluados sobre la variable turgencia en las vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.)......	54
Figura 16. Gráfica que ejemplifica el efecto de los empaques evaluados sobre la variable deshidratación en las vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.)......	57
Figura 17. Gráfica que ejemplifica el efecto de los empaques evaluados sobre la variable aroma en las vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.). ....	59
Figura 18. Gráfica que ejemplifica el efecto de los empaques evaluados sobre la variable color en las vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.). ....	62
Figura 19. Gráfica que ejemplifica el efecto de los empaques evaluados sobre la variable <i>Botrytis cinérea</i> en las vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.)......	64
Figura 20. Gráfica que ejemplifica el efecto de los empaques evaluados sobre la variable <i>Ascochyta sp.</i> en las vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.). ....	67
Figura 21. Gráfica de la vida en anaquel del producto, de las variables organolépticas evaluadas con sus respectivos empaques. ....	69
Figura 22. Gráfica de la vida en anaquel del producto, de las variables fitopatológicas evaluadas con sus respectivos empaques. ....	70
Figura 23. Fotografía de hoja de asistencia para capacitaciones. ....	90
Figura 24. Fotografía de la capacitación del personal. ....	90
Figura 25. Fotografía del personal recibiendo la capacitación. ....	91
Figura 26. Fotografía del área que se inspeccionaba, en donde el personal clasifica y despunta las vainas de la arveja ( <i>Pisum sativum</i> L.). ....	93
Figura 27. Fotografías de vainas de arveja ( <i>Pisum sativum</i> L.) dañadas y eliminadas durante la inspección de calidad. ....	94
Figura 28A Fotografía del proceso de pesado y clasificado de vainas de arveja dulce. ....	99
Figura 29A Fotografía del proceso de sellado de empaques ....	99
Figura 30A Fotografía de la estantería en donde se colocó el experimento distribuido aleatoriamente. ....	99

**PÁGINA**

Figura 31A Fotografía del sistema de enfriado del cuarto frío en donde se estableció el experimento. ....	100
Figura 32A Fotografía de las unidades experimentales y tratamientos. ....	100
Figura 33A Fotografía de un día de toma de datos, supervisado por Ingeniera Alejandra Agosto Gerente de Calidad de la Empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	101
Figura 34A Fotografía del empaque Bandeja. ....	101
Figura 35A Fotografía de la bolsa Temkin en donde se observa la micro perforación laser. ....	101
Figura 36A Fotografía de la bolsa Xtend. ....	102
Figura 37A Fotografía de la bolsa Fibrolux en donde se observa una perforación bastante grande. ....	102
Figura 38A Fotografía del cuadro resumen utilizado para la evaluación de escalas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) para cada día de toma de datos. ....	103

**ÍNDICE DE CUADROS****CUADRO**

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.).....	22
Cuadro 2. Temperatura y ml CO <sub>2</sub> / kg · h para cálculo de tasas de respiración.....	30
Cuadro 3. Empaques evaluados.....	41
Cuadro 4. Descripción de la unidad experimental y empaques evaluados.....	42
Cuadro 5. Distribución del experimento en la estantería, en donde se colocaron las cajas. ....	42
Cuadro 6. Datos de turgencia en los cuatro empaques evaluados.....	53
Cuadro 7. Resumen ANDEVA, variable turgencia.....	55
Cuadro 8. Resumen POST-ANDEVA, prueba de medias de Tuckey, variable turgencia. .55	

**PÁGINA**

Cuadro 9. Datos de deshidratación en los cuatro empaques evaluados. ....	56
Cuadro 10. Resumen ANDEVA, variable deshidratación. ....	58
Cuadro 11. Resumen POST-ANDEVA, prueba de medias de Tuckey, variable deshidratación. ....	58
Cuadro 12. Datos de aroma en los cuatro empaques evaluados. ....	59
Cuadro 13. Resumen ANDEVA, variable aroma. ....	60
Cuadro 14. Resumen POST-ANDEVA prueba de medias de Tuckey, variable aroma. ....	60
Cuadro 15. Datos de color en los cuatro empaques evaluados. ....	61
Cuadro 16. Resumen ANDEVA, variable color. ....	62
Cuadro 17. Datos de Botrytis en los cuatro empaques evaluados. ....	63
Cuadro 18. Resumen ANDEVA, variable <i>Botrytis cinérea</i> . ....	65
Cuadro 19. Resumen POST-ANDEVA, prueba de medias de Tuckey, variable <i>Botrytis cinérea</i> . ....	65
Cuadro 20. Datos de <i>Ascochyta sp.</i> en los cuatro empaques evaluados. ....	66
Cuadro 21. Resumen ANDEVA, variable <i>Ascochyta sp.</i> ....	67
Cuadro 22. Resumen de costos del experimento. ....	71
Cuadro 23. Análisis de presupuestos parciales y dominancia. ....	74
Cuadro 24. Análisis del indicador financiero relación beneficio/costo. ....	75

**Estudio de materiales de empaque para arveja dulce *Pisum sativum* L. con fines de transporte marítimo destinado al mercado europeo en la empresa Tierra de Árboles, S.A.; Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala, C.A.**

**Study of packing materials for sugar snap peas *Pisum sativum* L. for shipping to european market for company Tierra de Árboles, S.A.; Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala, C.A.**

## **RESUMEN**

Las actividades del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se realizaron en la empresa empacadora y exportadora Tierra de Árboles, S.A., durante el periodo de septiembre 2015 a junio 2016.

Se realizó un diagnóstico de las áreas y procesos en los que se encuentra involucrada la arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.) entre las actividades que se identifican en el diagnóstico de la empresa, cabe mencionar, la recepción de materia prima, el muestreo de calidad, almacenamiento, clasificado, despunte y el empaque.

Además, se identificaron riesgos de contaminación que podían afectar la inocuidad del producto durante las etapas del proceso de acondicionamiento. Se identificó que la empresa requería de una investigación que le ayudara a tener más opciones de empaques que faciliten los procesos y mejore la calidad del producto, para lo cual se aplicó la evaluación de los materiales de empaque Bandeja, Temkin, Xtend y Fibrolux con el objetivo inicial de conocer con cual empaque se mantiene las características organolépticas y vida en anaquel de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

La investigación generó información de la función de algunos materiales de empaque para exportar arveja dulce (*Pisum sativum* L.) a Europa, estableciendo cual le proporciona un mayor beneficio en cuanto a calidad e inocuidad y mayor beneficio económico a la empacadora Tierra de Árboles, S.A.

Se realizó la evaluación de variables organolépticas (turgencia, deshidratación, aroma y color) y variables fitopatológicas (*Botrytis cinérea* y *Ascochyta sp.*), para su evaluación se utilizaron escalas para cada día de toma de datos que fue a los 7, 15, 21 y 30 días después de montado el experimento. Como resultado se determinó que el empaque Temkin es el que le proporciona las mejores condiciones a la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) para poder ser enviada vía marítima conservando sus características organolépticas y disminuyendo el desarrollo de enfermedades.

Se evaluó la vida en anaquel que cada empaque por su función le podía proporcionar al producto de arveja dulce (*Pisum sativum* L.), determinando que el empaque Temkin es el que le proporciona mayor vida en anaquel conservando sus cualidades organolépticas y disminuyendo el daño por los hongo evaluados, después de 21 días.

Finalmente se realizó un análisis económico para los empaques usando el análisis de presupuestos parciales y análisis de dominancia, se determinó que de los cuatro empaques evaluados son económicamente aceptables, ya que se recupera la inversión inicial y se obtiene ganancia. La relación benéfico/coto del empaque Temkin, fue la más alta, al obtener una ganancia de Q. 0.63 por cada quetzal invertido.

Entre los servicios realizados se incluyó una capacitación de higiene personal y de lavado de manos, la cual va dirigida a todo el personal que tiene contacto con el producto, se discutió sobre su importancia tanto personal como en el área de trabajo y sus consecuencias al no aplicarla.

El segundo servicio es la inspección de calidad de materia prima, en donde se verificó que la materia prima no presentara daños por enfermedad, plagas, daño mecánico, por madurez (sobre maduro o inmaduro). Teniendo como principal objetivo eliminar todo aquel producto que no cumpliera con los estándares establecidos.

El tercer servicio es la elaboración de registros en donde se documentó algunas de las actividades que se realizan diariamente durante los procesos de manufactura, los cuales son requeridos en las auditorias para la certificación BRC de la empresa.

The seal of the Universidad Católica de Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a saint on a white horse, holding a staff. Above the figure is a golden crown. The background is light blue with a castle on the left and a lion on the right. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "UNIVERSITAS CATHOLICA GUATEMALENSIS INTER CETERAS OMNIBUS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS".

**CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA EMPACADORA Y EXPORTADORA DE VEGETALES FRESCOS TIERRA DE ÁRBOLES, S.A.; UBICADA EN SANTO DOMINGO XENACÓJ, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A**



## 1.1 PRESENTACIÓN

Al formar parte de la Gremial de Exportadores de Guatemala (AGEXPORT) la empresa empacadora y exportadora de vegetales frescos Tierra de Árboles, S.A. se caracteriza por la implementación de un proceso productivo, por lo que se hace el presente diagnóstico para conocer las áreas y procedimientos de trabajo post cosecha como la: recepción, muestreo, clasificado, despunte y empacado.

Entre los productos que la empresa empaca se encuentra principalmente la arveja, tanto china como dulce (*Pisum sativum* L.) para dichos procesos cuenta con certificación de la norma de sistema de gestión de seguridad alimentaria BRC (British Retail Consortium), basada en el sistema Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) o por sus siglas en ingles HACCP (Hazard analysis and critical control points).

La importancia de poseer un control de calidad eficaz contribuye mucho a establecer la reputación de una empresa como proveedor fiable de productos alimenticios de calidad aceptable. Esto a su vez favorece la confianza del comprador, la credibilidad de los órganos de control de alimentos de los países importadores, un movimiento más libre del comercio internacional, unos precios más altos, la perspectiva de nuevos pedidos y el acceso a nuevos mercados (FAO; OMS; Codex Alimentarius comisión 2013).

La arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.) que se empaca en la empresa Tierra de Árboles, S.A. se exporta principalmente hacia Estados Unidos de América y Europa. Para poder ingresar a estos mercados extranjeros, se debe de cumplir con una serie de requisitos establecidos por los clientes que establecen que la empresa debe de contar con un plan de seguridad alimentaria, eficaz y totalmente implementado basado en los principios del APPCC del Codex Alimentarius.

Durante el proceso de acondicionamiento y de empaque es el punto focal de la empresa para evaluar la calidad e inocuidad de la arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.). Se pueden encontrar diferentes peligros como la contaminación física, biológica y química, por contacto con las superficies de los procesos y por contacto humano.

En donde para los diferentes procesos de los mismos, se identifican puntos que pueden generar riesgos en la calidad e inocuidad del producto y que puedan poner en riesgo la integridad del consumidor final.

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

### 1.2.1 Ubicación de la empresa

La empresa Tierra de Árboles, S.A. se encuentra ubicada a 40 km de la capital, en el departamento de Sacatepéquez. Sumpango cuenta con una extensión territorial de 40 km<sup>2</sup>, con una carretera asfaltada que pasa por la ruta interamericana CA-1. Colinda al Norte con Santo Domingo Xenacoj, al este con Santiago Sacatepéquez y San Bartolomé Milpas Altas, al sur con Pastores y Jocotenango y al oeste con El Tejar Chimaltenango (CAMTUR, 2012), (figura 1).



Fuente: Google Earth, 2015.

Figura 1 Ubicación de la empresa Tierra de Árboles S.A.

### 1.2.1 Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) y BRC (British Retail Consortium)

El enfoque sistemático del APPCC permite identificar los peligros que afectan la inocuidad (seguridad) de los alimentos y establece las medidas para controlarlos. Este sistema es preventivo basado en la aplicación de principios técnicos y científicos en la producción y manejo de los alimentos. Cubre todos los tipos de peligros potenciales a la inocuidad: biológicos, químicos, físicos (GLOBAL GAP, 2015).

La norma BRC que especifica los criterios de seguridad y calidad en alimentos requerido a un productor / fabricante proveedor, esta norma requiere de la adopción e implementación de HACCP (Romero, 2013). En el caso de la empresa Tierra de Árboles, S.A. productora y empacadora de arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.), el beneficio que se tiene con el uso de un sistema APPCC implementado con la norma BRC se enfoca en la reducción de reclamos, devoluciones y rechazos que representan pérdidas económicas para la empresa.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 General

Conocer la situación actual de los procesos de manufactura de arveja china y dulce (*Pisum sativum L.*) para la empresa exportadora Tierra de Árboles, S.A.

### 1.3.2 Específicos

1. Describir las condiciones y riesgos del proceso de manufactura de la arveja china y dulce (*Pisum sativum L.*).
2. Determinar la importancia de la arveja china y dulce para la empresa exportadora Tierra de Árboles, S.A.

## 1.4 METODOLOGÍA

Se realizó un recorrido por las áreas de la planta en donde se realizan los procesos de manufactura de la arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.) la planta se conforma por: área de recepción de materia prima, de clasificado y despunte, de empaque y almacenamiento, observando cada uno de los procesos.

Se identificaron los principales problemas que han presentado durante los procesos de manufactura. Información obtenida por medio de la observación y entrevistas al personal de área de producción y de calidad, de cada una de las áreas de la planta en donde se realizan los diferentes procesos.

## 1.5 RESULTADOS

### A. Condiciones generales de proceso de acondicionamiento

El procesamiento de la arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.) inicia desde que el cultivo proviene de fincas propias y de productores asociados, las cuales cumplen con los requisitos de buenas prácticas agrícolas bajo la certificación GLOBALGAP. El producto ingresa de las fincas a la planta en cajas plásticas, las cuales vienen debidamente identificadas con el área de procedencia del producto que ingresa.

### B. Proceso de lavado y desinfección del personal

Para ingresar a la planta empacadora, el personal que tendrá contacto con el producto debe de presentarse en buenas condiciones higiénicas, en donde para ello el equipo de calidad se encarga de supervisar dichas condiciones del personal. Para su ingreso el personal debe de seguir estrictamente los pasos siguientes:

- Presentarse aseado.
- Presentar el uniforme completo que incluye redecilla con cabello recogido y uniforme limpio.
- Pasar por el área de lavado de manos, realizando el procedimiento establecido sobre el lavado adecuado de manos.
- Pasar por un pediluvio para evitar el ingreso de microorganismos por medio de los zapatos.

El procedimiento se vuelve ineficiente debido a la cantidad de personal que ingresa a distintas horas a la planta y solo hay dos o una persona de calidad que debe de inspeccionar otras áreas y procesos en el mismo momento.

### **C. Recepción de Arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.)**

En el área de recepción, hay un encargado de recepción que verifica e identifica el producto asignándole un código de trazabilidad el cual indica la procedencia, tipo de producto, también posee la responsabilidad de contar el número de canastas ingresadas con el peso de producto ingresado, todo ello indicado en una boleta de recepción de materia prima. Luego el recepcionista ingresa el producto a los cuartos fríos que se encuentran a temperaturas de 32° a 37° F (0° a 3° C).

### **D. Muestreo**

Luego del ingreso del producto, el encargado de calidad toma una muestra de arveja a la cual le realiza un análisis de calidad identificando posibles daños por: enfermedad, plagas, mecánico y químico. Aspectos que se colocan en una boleta de muestreo de materia prima en donde se determina si el producto está apto para trabajarse.

### **E. Proceso de clasificado y despunte**

La arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.) es clasificada y a la vez despuntada, el personal se encarga de observar que la vaina de la arveja no presente daño mecánico, por enfermedad, por plaga, por madurez y si presenta algún otro tipo de contaminación, si cumple con los criterios esta se despunta retirando el cáliz y se coloca en canastas para ser pesado, revisado por personal de calidad y luego se ingresa a cuartos fríos.

### **F. Área de empaque**

Hay dos procesos de empaque en cajas de 10 libras y pre empacadas en bandejas, cuando se empaca en cajas de 10 libras inmediatamente después de ser clasificadas y despuntadas se coloca la arveja en las cajas de 10 libras y se sellan y se envía a cuarto frío listas para ser palletizadas y flejadas.

Cuando se pre empaca luego de ser clasificada y despuntada se coloca en cajas plásticas y se traslada el producto a cuartos fríos para que baje la temperatura a 32° a 37° F (0° a 3° C), luego es transportado al área de pre empaque que son las mesas y banda transportadora fuera de cuartos fríos en donde el personal se encarga de organizar el producto en las bandejas y sellarlo para luego transportar las bandejas a los cuartos fríos para que disminuya su temperatura nuevamente.

El proceso se vuelve ineficiente cuando no le dan el adecuado mantenimiento a los cuartos fríos o a la banda transportadora provocando una acumulación de producto caliente con posibilidades de descomposición, deterioro de la calidad y posteriormente disminución de su vida en anaquel.

Además el problema es aún mayor cuando se empaca en bandejas, ya que el proceso de enfriado es doble solo por el hecho de estar en un empaque (bandeja) y embalaje (caja que contiene a las bandejas) el proceso de enfriamiento del producto es aún más costoso ya que el producto debe de estar a una temperatura de 32° a 37° F (0° a 3° C) , para evitar problemas en cuanto a tiempo de envíos, mano de obra y calidad (conservación de características organolépticas y mantener su vida en anaquel).

### **G. Control de calidad**

Durante el proceso de clasificado y despunte y de empaque, el equipo de control de calidad se encarga de supervisar que el clasificado haya sido el adecuado evitando la presencia de vainas con daño mecánico, vainas mal despuntadas, vainas que presenten enfermedad o plagas y vainas sobre maduras e inmaduras. Cuando el equipo de calidad aprueba el producto, se pesa y sellan las cajas y bandejas con el producto.

El proceso se vuelve ineficiente cuando hay solamente dos personas inspeccionando una gran cantidad de materia prima durante varios procesos a la vez.

## **H. Área de empalletizado y flejado**

Luego del empaque el producto terminado se coloca en cuartos fríos, en donde un equipo de abastecedores se encarga de ordenar el producto terminado en tarimas, colocándoles un código de trazabilidad para luego hacer el armando de los pallets aéreos o marítimos, el equipo de control de calidad se encarga de hacer una última inspección revisando que el producto embalado cumpla con los requisitos.

## **I. Importancia de la arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.)**

La arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.) es el principal producto exportado por la empresa empacadora de vegetales frescos Tierra de Árboles S.A. enviando producto a mercado americano y europeo. Según datos de la empresa los índices de consumo de estos dos mercados han aumentado exponencialmente en los últimos años. Sin embargo, para poder ingresar a dichos mercados las exigencias cada vez se hacen aún mayores en cuanto a las buenas prácticas de manufactura, según requieren las normas implementadas en la empresa que son una herramienta para asegurar la calidad e inocuidad del producto.

## 1.6 CONCLUSIONES

### 1. Proceso de etapas de producción

Durante el proceso de manufactura en la planta empaedora de la arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.) se encontraron los siguientes focos de contaminación: 1) indumentaria no apropiada, 2) higiene personal deficiente, 3) uso de calzado no adecuado, 4) consumo de alimentos dentro de las líneas de producción, 5) uso inapropiado de reddecilla, 6) limpieza no apropiada en líneas de producción y cuartos fríos.

A pesar de los inconvenientes durante el proceso de empaque en bandejas se determinó que existe una mayor demanda del uso del empaque por su costo, también por que el cliente solicita presentaciones más pequeñas y atractivas que se acomoden a determinados tipos de consumidores; además de que conserva por mayor tiempo la calidad disminuyendo el daño mecánico, mantiene las características organolépticas y mantiene la vida en anaquel del producto en lo posible.

### 2. Importancia de las buenas prácticas de manufactura (BPM) para la producción de arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.)

Con el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura en la empaedora y exportadora Tierra de Árboles S.A. favorece la confianza del comprador, la credibilidad de los órganos de control de alimentos de los países importadores, un movimiento más libre del comercio internacional, unos precios más altos, la perspectiva de nuevos pedidos y el acceso a nuevos mercados.

### 3. Análisis de puntos críticos de control -APPCC- y BRC (British Retail Consortium)

La responsabilidad y compromiso del departamento de aseguramiento de calidad, es aplicar y controlar las normas, correspondientes a los sistemas HACCP y BRC; con la finalidad de garantizar la inocuidad del producto que se ofertó en el mercado estadounidense y europeo.

El personal de calidad debe realizar correctamente las actividades necesarias para asegurar que se cumplan los estándares de calidad, además debe de llevar los documentos necesarios que proporcionen información coherente acerca del sistema de gestión de la calidad de la empresa proporcionando una evidencia objetiva de las actividades realizadas o de los resultados obtenidos.

### **1.7 RECOMENDACIONES**

1. Capacitar constantemente a los involucrados con el proceso de empaque de los vegetales frescos para así mantener la higiene e inocuidad de los alimentos.
2. Realizar continuamente monitoreo de higiene e inocuidad dentro de la planta empacadora.
3. La empresa debe de hacer ensayos y enviar muestras con otros empaques para arveja china y dulce (*Pisum sativum* L.) ya que existen nuevos conceptos y materiales de empaque.
4. Se recomienda la continuidad de los documentos (registros) de limpieza y sanitización en la planta empacadora para que así entidades, empresas importadoras, etc., tengan confianza del producto que allí se empaca.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. CAMTUR (Cámara de Turismo de Antigua Guatemala y Sacatepéquez, GT). 2012. Sumpango (en línea). Guatemala. Consultado 1 set del 2015. Disponible en: <http://www.camturantigua.com/sacatepequez/sumpango/>
2. FAO, IT; OMS, SW; Codex Alimentarius Commission, IT. 2013. Manual de procedimiento (en línea). Italia. Consultado 3 set 2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3243s.pdf>
3. GLOBAL GAP, 1997. Norma GLOBALG.A.P. para Frutas y Hortalizas, (en línea) Consultado el 4 set del 2015 Disponible en: <http://www.globalgap.org/es/for-producers/crops/FV/>
4. GoogleEarth.com. 2016. Mapa satélite de Guatemala: Santo domingo Xenacoj, Sacatepéquez (en línea). US. Consultado el 3 set 2015. Disponible en: <http://wikimapia.org/#lat=13.6623446&lon=-92.8353233&z=17&l=0&m=>
5. Ochoa Romero, El. 2013. Adopción e Implementación de programas Internacionales de Certificación para exportación, diagnóstico y servicios realizados en la empresa Ghortex, S.A., Sacatepéquez, Guatemala, C.A. (en línea) Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 212 p. Consultado 4 set del 2015. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2877.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2877.pdf)



The seal of the Universidad de San Carlos de Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a person on horseback, holding a staff, surrounded by various symbols including a crown, a lion, and a shield. The text "UNIVERSITAS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA CATHOLICA GUATEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

## CAPÍTULO II

**ESTUDIO DE MATERIALES DE EMPAQUE PARA ARVEJA DULCE (*Pisum sativum* L.) CON FINES DE TRANSPORTE MARÍTIMO DESTINADO AL MERCADO EUROPEO EN LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES, S.A.; SANTO DOMINGO XENACAJ, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

**STUDY OF PACKING MATERIALS FOR SUGAR SNAP PEAS (*Pisum sativum* L.) FOR SHIPPING TO EUROPEAN MARKET FOR COMPANY TIERRA DE ÁRBOLES, S.A.; SANTO DOMINGO XENACAJ, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**



## 2.1 PRESENTACIÓN

Para que un producto pueda ser exportado, implica que la empresa debe cerciorarse que está en condiciones de exportar, asimismo debe realizar un auto análisis del producto a exportar ya que el mercado de la Unión Europea -UE- presenta una serie de requisitos para las importaciones de un producto a la región europea. La empresa Tierra de Árboles S.A. ubicada en el km 40 de la ruta interamericana CA-1 en el cruce a Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala, es una de las empresas exportadoras de vegetales frescos de alta calidad e inocuidad, y que busca satisfacer los requerimientos de sus clientes. La empresa dentro de sus actividades realiza una clasificación, despunte, empaçado y almacenado en cuartos fríos de arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

La arveja dulce (*Pisum sativum* L.), es una planta de la familia de las leguminosas, herbácea, anual, que se cultiva normalmente en climas templados, templado frío y húmedo. Como planta cultivada es muy antigua, y su empleo en la alimentación humana y animal se remonta a 6000 - 7000 años antes de Cristo. Su origen es el Oriente Medio y la región del Mar Mediterráneo.

El sector exportador de arveja en Guatemala está conformado en su base productiva por agrupaciones de pequeños productores de la región del altiplano central de Guatemala. Se estima que son 25,000 agricultores de 200 comunidades, en los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez que trabajan un área estimada de 4,500 manzanas. Según el directorio del Gremial de Exportadores de Productos no Tradicional de Guatemala y el Directorio Electrónico Expoamérica, se reporta 63 empresas instaladas y registradas en la actividad agroindustrial que más se realiza en nuestro país que es el empaçado de vegetales frescos (AGEXPORT 2013).

Existe mayor competencia entre empresas, debido a las exigencias del mercado europeo y al tener mayor tecnología de empaques para exportación que conservan la vida de los productos por más tiempo. Se realizó el presente estudio con el fin de evaluar el principal producto de exportación de la empresa que es la arveja dulce (*Pisum sativum* L.), ya que

este vegetal actualmente está siendo muy demandado por el mercado europeo, pero siempre con el interés de que se cumpla con una serie de exigencias de calidad e inocuidad.

Se evaluó el efecto de implementar los materiales de empaque Bandeja, Temkin, Xtend y Fibrolux, ya que por sus funciones estos proporcionarían una mejor calidad y durabilidad al producto. La evaluación se hizo por medio de un análisis organoléptico en donde se analizaron variables organolépticas (turgencia, deshidratación, aroma y color), variables fitopatológicas (*Botrytis cinérea* y *Ascochyta sp.*) y al final se hizo un análisis de la vida en anaquel, para ello se utilizaron escalas y se realizó un análisis estadístico. También se efectuó un análisis de presupuestos parciales y un análisis de dominancia considerando el rendimiento obtenido en relación a la presencia de *Botrytis cinérea* en el producto, ya que genera la mayor parte de rechazos por los clientes.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco conceptual

#### 2.2.1.1 Descripción general de la planta

La arveja dulce (*Pisum sativum* L.) Sugar Snap, es un tipo de vaina comestible que, a diferencia de la arveja china (*Pisum sativum* L.), tiene vainas de paredes engrosadas. Pueden consumirse en estado fresco o congelado. Tienen una buena vida de anaquel. Es una planta de origen herbáceo que puede alcanzar alturas promedio de 1.80 m, tiene tallos de hábito trepador, por lo que necesita de soportes para desarrollarse ampliamente, sus hojas son alternas y sus flores axilares de color blanco, las vainas son de color verde claro y ligeramente curvas, y son gruesas y jugosas (García 1993).

#### 2.2.1.2 Origen

La arveja es originaria de Asia Central, Cercano Oriente y Mediterráneo. Es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad. Hay evidencias del consumo de arvejas silvestres unos 10.000 años a. C., descubiertas por arqueólogos que exploraban la “Cueva Espíritu” en la frontera entre Burma y Tailandia. En una excavación arqueológica en Jarmo, al noreste de Irak, se encontraron arvejas que datan unos 7.000 años a.C. Los restos arqueológicos de los pueblos de la edad de bronce en Suiza contienen rastros de arvejas de los años 3.000 a.C (FENALCE, 2010).

### 2.2.1.3 Clasificación taxonómica

Cuadro 1 Clasificación taxonómica de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Fabales
<b>Familia:</b>	Fabaceae
<b>Sub familia:</b>	Faboideae
<b>Tribu:</b>	Fabeae
<b>Fabeae</b>	Fabeae
<b>Género:</b>	<i>Pisum</i>
<b>Especie:</b>	<i>sativum</i>

Fuente: Guarchaj, 2014.

### 2.2.1.4 Descripción botánica y fisiológica

- **Tipo de Planta:** es una planta anual herbácea, de crecimiento rápido.
- **Tallos:** trepadores y angulosos; respecto al desarrollo vegetativo existen unas variedades de crecimiento determinado y otras de crecimiento indeterminado, dando lugar a tres tipos de variedades: enanas, de medio enrame y de enrame.
- **Hojas:** tienen pares de folíolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento.
- **Vainas:** tienen de 5 a 10 cm de largo y suelen tener de cuatro a 10 semillas; son de forma y color variable, según variedades.
- **Semillas:** tienen una ligera latencia; el peso medio es de 0.20 g por unidad; el poder germinativo es de tres años como máximo, siendo aconsejable emplear para la siembra semillas que tengan menos de dos años desde su recolección; en las variedades de grano arrugado la facultad germinativa es aún menor. (Guarchaj, 2014)

### 2.2.1.5 Cosecha y post-cosecha

La arveja dulce (*Pisum sativum* L.) se cosecha normalmente entre los 90 y 120 días después de la siembra. La vaina debe quebrarse fácilmente al doblarla, lo que indica frescura y ausencia de fibra. Las vainas se cosechan a mano, y el tipo de corte ya sea T y T o nada mas descalizada depende del mercado. Se cosecha a cada tres días para que la planta siga produciendo, se hace en las primeras horas de la mañana, no en la tarde a causa de la pérdida de agua de las vainas. El producto cosechado se debe dejar en la sombra y se transporta lo más rápido posible a la empacadora. (Guarchaj, 2014).

### 2.2.1.6 Madurez y calidad

#### A. Índice de madurez

La arveja dulce (Sugar snap) se selecciona si presenta una vaina inmadura con las semillas apenas formadas o con mínimo de crecimiento adentro de la vaina, si presenta color verde brillante característico de la variedad y si se presentan vainas viejas y amarillas son descartadas durante la cosecha manual. Un requerimiento especial para la arveja dulce es que se desea un cierto llenado de semillas. (Suslow y Cantwell, 2013).

#### B. Índice de calidad

Las especificaciones de calidad para el cultivo de arveja para exportación son:

- Tamaño: 7 a 9 cm de largo y de preferencia con 2.5 cm de ancho.
- Color: característico de la variedad, uniformemente verde brillante.
- Cáliz: cortado o intacto; si el cáliz está presente, tiene que ser verde y fresco.
- Limpieza: completamente libre de tierra, hojas, flores, moho e insectos.
- Apariencia: limpia, sana, fresca, túrgida, sin deformaciones, sin vainas quebradas.
- Madurez: tierna, inmaduras con la semilla apenas formada adentro de la vaina.
- Condición: tierna; antes de empacado, la arveja debe ser enfriada y humedecida (González, 2014).

### **2.2.1.7 Exportaciones al mercado Europeo**

Durante 2012, en la Unión europea –UE- se importaron más de 22.3504 toneladas de arveja, siendo los principales proveedores por su orden:

- Guatemala con 7.323 toneladas
- Kenya con 5.328 toneladas
- Zimbawe con 2.686 toneladas
- Perú con 2.488 toneladas

Durante 2012, Guatemala exportó 7.323 toneladas de arveja a la UE, ningún otro país de la región tiene registradas exportaciones a la UE para este producto. Los principales destinos de las exportaciones de Guatemala han sido Holanda con 3.411 toneladas (MAGA, 2014).

### **2.2.1.8 Requisitos para importación de arveja a la Unión Europea -UE-**

Con el fin de asegurar el más alto nivel de protección de los consumidores europeos, existe una serie de requisitos orientados a garantizar que los productos alimenticios importados. Estos requisitos deben tenerse en cuenta durante todas las etapas involucradas en la producción, empaquetado, transporte, comercialización, etc. antes que el producto pueda ser puesto a disposición de los consumidores finales.

Por lo anterior, se debe estar a disposición de cumplir especialmente con los siguientes requerimientos, los cuales no son una lista exhaustiva, pero si cubre los requisitos más importantes:

- Reglamento UE 1881 de 2006, en que se fijan los niveles máximos de residuos de Contaminantes en la UE.
- Reglamento UE 1107 de 2009 y otros complementarios, sobre el uso de sustancias activas en pesticidas utilizados para la protección de las plantas. Existen productos autorizados por cada especie, así como sustancias activas que tienen establecidos.

- Límites Máximos de Residuos (LMR), Reglamento UE 396 de 2005; Límites máximos de contaminación radiactiva, Reglamento UE 3954 de 1987 y otros complementarios; los cuales deben cumplirse.
- Reglamento UE 852 de 2004, por el que se establecen las normas generales de higiene, entre las que se destacan la obligación general en toda la cadena de trabajar con un sistema basado en HACCP, las normas de higiene en la producción primaria, los criterios microbiológicos.
- Reglamento UE 1829 de 2003 y complementarios, sobre el uso de semillas y alimentos genéticamente modificados.
- Reglamento UE 1935 de 2004, sobre materiales en contacto con los alimentos.
- Reglamento UE 1169 de 2011, sobre normas de etiquetado.
- Reglamento UE 178 de 2004, especialmente en lo relativo a la trazabilidad.

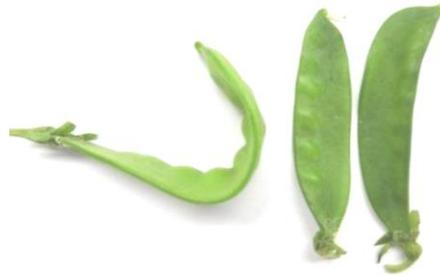
Adicionalmente al cumplimiento de los reglamentos anteriores, es necesario contar con el Certificado Fitosanitario, expedido por la autoridad competente local. El importador, debe estar autorizado para importar este tipo de productos a la UE, a través del Registro Sanitario, ya que es el importador el último responsable ante la UE en caso de presentarse cualquier problema con el producto importado.

En términos generales, es obligatorio tener implantado un sistema basado en el HACCP y un adecuado sistema de trazabilidad para poder exportar a la UE, el contar con estos dos requisitos bien implantados, asegura en la mayoría de los casos, el cumplimiento de lo demás reglamentos antes indicados (MAGA, 2014).

### **2.2.1.9 Desordenes fisiológicos post-cosecha**

#### **A. Daño por deshidratación**

Es la pérdida de líquidos en la vaina provocada por la excesiva exposición al sol cuando ésta ya está cosechada, lo que provoca deshidratación, cambio de color y pérdida de peso. Se recomienda proteger el producto cosechado colocándolo en un lugar fresco y bajo sombra, en ausencia de sombra protegerlo de los rayos directos del sol. Este daño también es causado por exposición a temperaturas bajas por demasiado tiempo (González, 2014).



Fuente: Gonzales, 2014

Figura 2. Deshidratación de la vaina de arveja.

### B. Daño por manipulación

Este daño es ocasionado por malas prácticas al cosechar, dejando que las vainas caigan bruscamente en la caja cosechadora, la utilización de costales de nylon que ocasionan roce en las vainas, así mismo la mala manipulación al realizar el despunte. Si este es exportado con este tipo de daño puede que sea de alto riesgo para que se generen enfermedades fungosas o pudriciones (González, 2014).

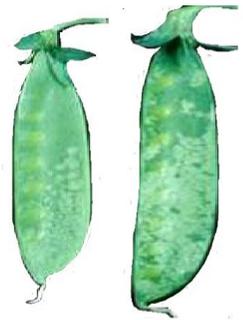


Fuente: Gonzales, 2014.

Figura 3 Daño mecánico en vaina de arveja.

### C. Daño por temperatura

Las temperaturas altas pueden provocar una aceleración de la maduración, y en temperaturas muy bajas pueden ocasionar daño mecánico en la dermis de la vaina. (González, 2014).



Fuente: Gonzales, 2014.

Figura 4 Daño ocasionado por temperaturas bajas en vainas de arveja.

### D. Congelamiento

Daño por congelamiento se inicia a  $-0.6^{\circ}\text{C}$  ( $30.9^{\circ}\text{F}$ ). Este daño se manifiesta por el rápido desarrollo del tejido embebido en agua, seguida rápidamente por pudriciones blandas causadas por bacterias (Suslow y Cantwell, 2013).

### E. Senescencia prematura.

Síntomas que incluyen amarillamiento de la vaina, pardeamiento del cáliz y pérdida de turgencia se desarrollarán rápidamente a temperaturas de  $7.5^{\circ}\text{C}$  ( $45^{\circ}\text{F}$ ), debido a la alta tasa de respiración (Suslow y Cantwell, 2013).

## 2.2.1.10 Daño por enfermedades

### A. Manchas por *Ascochyta* sp

La mancha foliar más común en arveja es causada por *Ascochyta* spp. de la cual hay tres especies reportadas: *A. pisi*, *A. pinodes* y *A. pinodella*. Se considera 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 las picnidias o cuerpos fructíferos del hongo. Bajo condiciones favorables, las manchas pueden crecer y afectar severamente el follaje de las plantas, provocando manchas en tallos y en vainas (González, 2014).



Fuente: Gonzales, 2014.

Figura 5. Manchas ocasionadas por *Ascochyta sp.*

#### B. Pudrición por *Botrytis cinérea*

Se atribuye a manejo post cosecha, sin embargo, la infección puede comenzar desde el cultivo, quedando las esporas latentes hasta que las condiciones son apropiadas y puedan desarrollarse. Requiere de condiciones de alta humedad relativa, crece aún a temperaturas bajas de almacenamiento, puede desarrollarse en clima templado, en áreas secas y desérticas (González, 2014).



Fuente: Gonzales, 2014.

Figura 6. Daño ocasionado por *Botrytis sp.*

#### 2.2.1.11 Almacenamiento post-cosecha de la arveja

Cuando se almacenan diferentes productos en una misma área, cuarto frío o contenedor, es importante considerar las condiciones óptimas de almacenamiento para cada uno y las

compatibilidades entre productos. Los productos deben ser compatibles en temperatura, humedad relativa, producción o sensibilidad al etileno y las características para absorber olores. Estos factores se deben tomar en cuenta durante el periodo que transcurre entre la cosecha y el consumo para mantener la calidad y preservar las características organolépticas (Chávez, 2015).

#### **2.2.1.12 Temperatura óptima**

Se recomienda almacenar las vainas a 0° C (30-32° F) y 95-98 % H.R. La arveja es altamente perecedera, y no mantienen una buena calidad por más de 2 semanas. Almacenamiento por más de 14 días causará un aumento en deshidratación, amarillamiento de la vaina, pérdida de turgencia, desarrollo de almidonamiento y pudriciones. Estos defectos se desarrollan más rápido durante distribución a 5-10° C (41-50° F) (Suslow y Cantwell, 2013).

#### **2.2.1.13 Tasas de respiración**

Tasas de respiración de la vaina de arveja está relacionada directamente con la temperatura a la que se almacena el producto, a menor temperatura, menor será la tasa de respiración de la vaina, y a mayor temperatura, mayor la tasa de respiración de la vaina y con ella el deterioro acelerado de la misma. Por tal razón es de suma importancia mantener almacenada la arveja a una temperatura de 0-2° C para reducir al máximo la respiración del producto y el deterioro del mismo (Chávez, 2015).

Cuadro 2 Temperatura y ml CO<sub>2</sub>/ kg·h para cálculo de tasas de respiración.

Temperatura	ml CO <sub>2</sub> /kg·h
<b>0°C (32°F)</b>	15-24
<b>5°C (41°F)</b>	27-38
<b>10°C (50°F)</b>	34-59
<b>15°C (59°F)</b>	89-101
<b>20°C (68°F)</b>	123-180

Fuente: Chávez, 2015.

#### **2.2.1.14 Tasa de producción de etileno y su respuesta**

La tasa de producción de etileno es de: <0.1 µl / kg·h a 20° C (68° F). La arveja es moderadamente sensibles a etileno exógeno. La prolongada exposición a niveles bajos de etileno durante distribución y almacenamiento resulta en un aumento en la tasa de amarillamiento y desarrollo de pudriciones. El cáliz es más sensible a etileno que la vaina. (González, 2014)

#### **2.2.1.15 Empaque para exportación de vegetales frescos**

En la preservación de los alimentos, el empaque tiene la función de contener proteger, conservar, permitir su distribución y servir de canal de información al consumidor (Pelayo y Castillo, 2002).

#### **2.2.1.16 Importancia del empaque agrícola**

El empaque dentro de la industria agrícola ayuda a preservar y proteger los alimentos. El uso de empaques agrícolas es crucial para la entrega de los productos más frescos, más atractivos y más rentable enviados. Cada cultivo tiene diferentes necesidades de manejo, lo que resulta la diversidad de empaques que garantizan que productos lleguen con buena

calidad dispuestos a venderse y comer. No importa el producto, cada tipo de empaque realiza tres funciones básicas (Pelayo y Castillo, 2002):

- Ofrece ventilación para permitir que el calor de la respiración escape y acelera el enfriamiento del contenido del paquete.
- Reduce la pérdida de agua de los productos.
- Reduce posibles lesiones durante el transporte y la manipulación.

#### **2.2.1.17 Vida en anaquel**

Se entiende la vida útil, la vida de estante, o vida de anaquel de un alimento, como el tiempo, después de su elaboración y empaque, bajo condiciones de almacenamiento previamente establecidos, en que mantiene la calidad alimenticia y sus cualidades organolépticas (color, sabor, aroma, textura). Su estudio es una herramienta usada para conocer el tiempo que un producto conservará sus atributos de calidad, sus niveles nutritivos y organolépticos indispensables a la hora de ser adquiridos por el consumidor (Loyman, 2012).

#### **2.2.1.18 Análisis organoléptico**

Valoración cualitativa que se realiza sobre una muestra (principalmente de alimento o bebida, basada exclusivamente en la valoración de los sentidos vista, gusto, olfato, etc. (FAO, 2009).

#### **2.2.1.19 Tipos de empaque para vegetales**

##### **A. Empaque Rígido**

Los empaques rígidos como cajas de cartón corrugado, cajas de madera, latas y barriles, botellas plásticas, envases metálicos se encuentran dentro del grupo de los empaques rígidos, los cuales su principal beneficio es que protege al producto manteniéndola inmóvil y a la vez proporcionan amortiguación (Ingeniería Agrícola por Colombia, 2002)

## B. Empaque flexible

Las tecnologías envases flexibles juegan un papel importante dentro de los materiales de envasado vegetal tales como bolsas de plástico hechas de película de polietileno, papel, hojas de aluminio entre otros. Estos empaques se utilizan comúnmente por la siguiente razón:

- Bajo costo de materiales
- Gas ambiental y control de la temperatura dentro de los envases
- Capacidad de impresión fácil para la marca, mensajería y etiquetado de los alimentos
- El aumento de la vida útil de los productos (Ingeniería Agrícola por Colombia, 2002).

### 2.2.1.20 Empaques

#### A. Xtend

Precisión de atmosfera y humedad modificada para el envasado de productos frescos de alta calidad. El valor añadido que los clientes obtienen de este tipo de envasado incluye: la reducción de los costes logísticos, asociados al transporte terrestre y marítimo, la expansión del mercado, la reducción de residuos y la mayor frescura y calidad.

Ventajas de su uso:

- Mantiene el valor nutricional y el sabor del producto.
- Inhibir el crecimiento de patógenos.
- Polímeros inteligentes que liberan el exceso de humedad.
- Reduce la biosíntesis de etileno, retardando el envejecimiento.
- Diseño personalizado por tipo de fruta/verdura y por su peso.
- Aumento de la humedad relativa dentro de la bolsa preserva la firmeza del producto y reduce la pérdida de peso (Stepac, 2013).

## B. Fibrolux

Fibrolux se basa en años de experiencia en la producción de polipropileno y polietileno, bolsas altamente transparentes, elaboradas de fibra de vidrio reforzada de plástico con micro perforaciones que regulan niveles de respiración del producto. El empaque preserva la calidad y frescura durante períodos prolongados de almacenamiento y embarque.

Ventajas de su uso:

- Preservar la firmeza y el sabor
- Reducir la posibilidad de que el producto se marchite
- Inhibir la decoloración
- Prevenir la descomposición

(FIBROLUX, 2014)

## C. Temkin

Con la tecnología patentada de microperforación láser, las bolsas Temkin pueden eficaz y asequiblemente extender la vida útil de los productos frescos. Este avance ayuda a obtener ahorros de costos que colocan al envasado en atmósfera controlada dentro del alcance de los productos de menor margen. Los beneficios de la tecnología de micro perforación láser de Temkin antes sólo estaban disponibles a través del uso de películas laminadas de alta barrera (PLAEN, 2012).

## D. Bandeja

El uso de bandejas plásticas recubiertas de un film plástico el cual resguarda al producto de daños mecánico al inmovilizar el producto. Es un empaque muy utilizado por su bajo costo (Pelayo y Castillo, 2002).

### **2.2.1.21 Análisis de presupuestos parciales**

Se le llaman presupuestos parciales, ya que con este enfoque solamente se toman en consideración los costos asociados con la decisión de usar o no un experimento. Estos son los costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro, y se denominan “Costos que varían”, y se llaman así porque varían de un tratamiento a otro. El resto de costos no se ven afectados por la decisión de usar un tratamiento en particular, y permanecen constantes. Por esta razón se denominan costos fijos, (Reyes, 2001).

### **2.2.1.22 Relación Beneficio / Costo**

La relación Beneficio/Costo es el cociente de dividir el valor actualizado de los beneficios del proyecto (ingresos) entre el valor actualizado de los costos (egresos) a una tasa de actualización igual a la tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA), a menudo también conocida como tasa de actualización o tasa de evaluación, (Horngren et al., 2010).

## 2.2.2 Marco referencial

### 2.2.2.1 Ubicación de la empresa

La empresa Tierra de Árboles S.A., se encuentra ubicada a 40 km de la capital, en el departamento de Sacatepéquez. El área de Sumpango cuenta con una extensión territorial de 40 km<sup>2</sup>, con una carretera asfaltada que pasa por la ruta interamericana CA-1. Colinda al Norte con Santo Domingo Xenacoj, al este con Santiago Sacatepéquez y San Bartolomé Milpas Altas, al sur con Pastores y Jocotenango y al oeste con El Tejar Chimaltenango (CAMTUR, 2012), (figura 7).



Fuente: Google Earth, 2015.

Figura 7. Ubicación de la empresa Tierra de Árboles S.A.

### 2.2.2.2 Descripción Tierra de Árboles S.A.

A. Quienes son:

Es una empresa cien por ciento guatemalteca, que produce y distribuye vegetales en fresco encontrando dentro de los principales de exportación la arveja china, arveja dulce y ejote, también se realizan envíos de mini vegetales zanahoria, green zuchinni, patty pan, y brócoli. Todos ellos enviados a mercados norte americanos y europeos.

La empresa Tierra de Árboles S.A. tiene como principal objetivo ofrecer la satisfacción total de los consumidores, gracias a su política de inocuidad aplicada en la empresa (Tierra de Árboles S.A., 2016).

### B. Misión

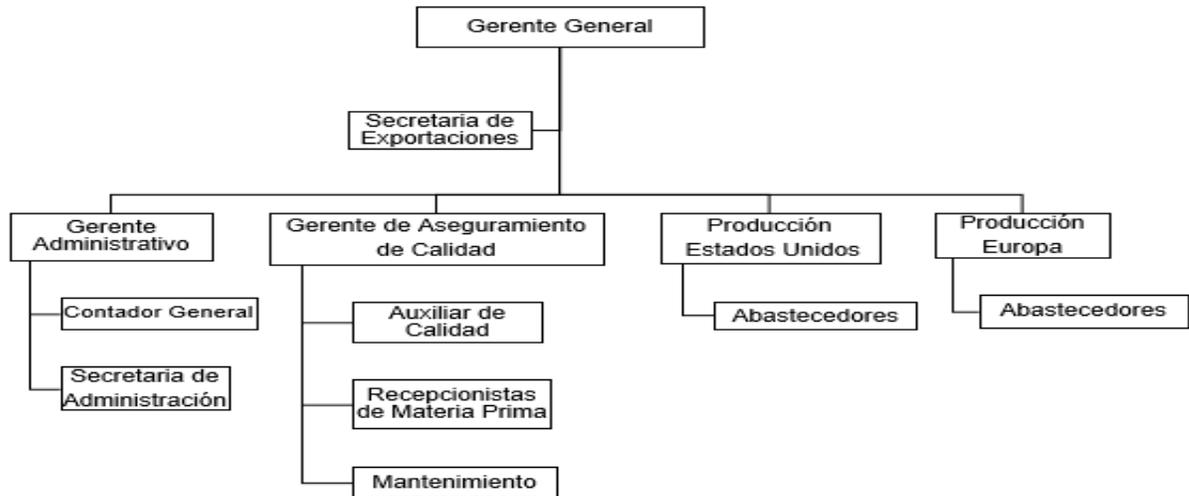
Es una empresa comprometida a ofrecer vegetales frescos de la más alta calidad, con el propósito de satisfacer los requerimientos de sus clientes, a través de la innovación y vanguardia tecnológica, así como la aplicación de buenas prácticas agrícolas y de manufactura que garanticen la seguridad y frescura de los alimentos (Tierra de Árboles S.A., 2016).

### C. Visión

Es una empresa Guatemalteca líder en la producción y comercialización de vegetales frescos, reconocida nacionalmente e internacionalmente por la excelencia y frescura de los productos a través del desarrollo de su capital humano y de la implementación de los más altos estándares de inocuidad y calidad en cada uno de sus procesos productivos (Tierra de Árboles S.A., 2016).

#### **2.2.2.3 Estructura organizativa de la empresa Tierra de Árboles S.A.**

En la figura 8 se muestra la estructura organizativa de la empresa Tierra de Árboles S.A. encabezado por un gerente general quien coordina y realiza la gestión de todas las actividades de la empresa, tanto comercial como agrícola y administrativas. También está el gerente administrativo encargado del área administrativa de la empresa y el gerente de control de calidad que se encarga de la supervisión de las buenas prácticas de manufactura de los procesos ya implementados y aseguramiento de la inocuidad del producto durante los procesos de producción.



Fuente: Tierra de Árboles S.A, 2016.

Figura 8. Estructura de la empresa Tierra de Árboles S.A.

#### 2.2.2.4 Actividades del proceso de empaque para exportación

Se inicia con la recepción de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.), siendo está identificada colocándole un código de trazabilidad para conocer su procedencia, se evalúa la calidad del producto tomando una muestra del lote llenando una boleta en donde se indica la calidad del producto (sin daño químico, daño mecánico o sin enfermedad). Luego se pesa la cantidad de producto y se ingresa a los cuartos fríos, que se mantiene a temperaturas entre 0° a 3° C. Luego se hace el proceso de despunte fuera de los cuartos fríos, retirando el cáliz de la vaina, con el producto despuntado se traslada al cuarto frío de nuevo para que baje la temperatura y pueda ser empaçado en bandejas de polietileno recubiertas con film (Tierra de Árboles S.A., 2016).

#### 2.2.2.5 Empaque para exportar arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en fresco

Actualmente la empresa envía al mercado europeo principalmente a Holanda especialmente arveja china y dulce, en donde el tipo de empaque es un asunto importante como consecuencia del control que se desea lograr de los fenómenos de respiración del producto,

absorción de agua, etc. El uso de empaques para vegetales frescos ofrece beneficios tanto para el productor como para el consumidor, entre los cuales destacan:

- Productos de mejor calidad para el cliente.
- Mayores oportunidades para que los proveedores vendan sus productos a tiendas mayoristas.
- Mayores oportunidades de mercadeo.
- Mayor vida en estante.
- Habilidad de mantener el producto fresco por más tiempo, lo que le permite al proveedor aprovechar las fluctuaciones la oferta y la demanda del mercado.
- Mayor protección del producto hacia contaminantes, patógenos, etc.
- Proveer una buena trazabilidad del producto al consumidor.

(Tierra de Árboles S.A, 2016).

#### **2.2.2.6 Sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos**

La empresa cuenta con una política de inocuidad, objetivos, indicadores, procesos, procedimientos y registros; en donde establece, documenta, implementa y mantiene un sistema eficaz con el fin de que se cumpla con la norma British Retail Consortium, Norma Mundial de Seguridad Alimentario el cual es un sistema basado en el HACCP y un sistema de trazabilidad de los productos. Esta certificación proporciona un sistema de trabajo que ayuda a los fabricantes a producir alimentos seguros y gestionar la calidad de los mismos para satisfacer los requisitos de los clientes (Tierra de Árboles S.A., 2016).

## 2. 3 OBJETIVOS

### 2.3.1 General

Evaluar el efecto de la implementación de materiales de empaque, con fines de transporte marítimo en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en la empresa Tierra de Árboles, S.A.; Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala C.A.

### 2.3.2 Específicos

1. Realizar un análisis organoléptico sobre vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en cada uno de los materiales evaluados.
2. Determinar la vida en anaquel que la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) puede mantener, sin sufrir un cambio apreciable en su calidad o inocuidad para cada empaque evaluado.
3. Conocer la incidencia de *Botrytis cinérea* y *Ascochyta sp.* que puede causar deterioro en la vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) para cada empaque evaluado.
4. Realizar un análisis económico para cada uno de los empaques evaluados.

## 2.4 HIPÓTESIS

### Hipótesis alterna:

1. Al menos uno de los empaques evaluados presentará diferencia significativa en las evaluaciones organolépticas y fitopatológicas realizadas para cumplir con las normas de exportación.
2. Por lo menos un tratamiento aumentaría el tiempo de vida en anaquel de la vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)
3. Por lo menos un tratamiento sería más rentable para la empresa.

## 2.5 METODOLOGÍA

### 2.5.1 Diseño Experimental

El experimento se realizó en la empresa Tierra de Árboles, S.A.; ubicada en el kilómetro 40 CA-1, entrada a Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, el área destinada para la investigación fue uno de los cuartos fríos de la empresa, que mantiene temperaturas de 32° a 37° F (0° a 3° C) que son iguales a las condiciones de los contenedores que transportan el producto vía marítima, el área presenta ligeras fuentes de variación, debido a las condiciones controladas suministradas por el sistema (figura 31A), por lo que el único efecto de variación adicional esperado son los tratamientos mismos a ser ensayados. Por esta razón, el diseño experimental utilizado es el diseño completo al azar, con 3 empaques (tratamientos) y un testigo (Bandeja) con 5 repeticiones, para un total de 20 unidades experimentales.

El modelo matemático para dicho diseño experimental es el siguiente:

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

Donde:

1.  $Y_{ij}$  = variable respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental
2.  $\mu$  = Media general de la variable respuesta
3.  $T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento en la variable respuesta
4.  $E_{ij}$  = error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental

### 2.5.2 Descripción de los tratamientos

En el cuadro 3 se describen los tratamientos (empaques) utilizados con la respectiva cantidad en gramos y libras que puede contener cada uno de los tratamientos.

Cuadro 3 Empaques evaluados.

No.	TRATAMIENTO	CONTENIDO DE ARVEJA DULCE EN CADA EMPAQUE	
		libras	gramos
T1	Testigo (Bandejas)	0.331	150
T2	Temkin	2.5	1133.98
T3	Xtend	2	907.20
T4	Fibrolux	3.5	1587.57

Se utilizó un testigo absoluto el cual comprende al empaque que siempre se ha utilizado en la empresa que son bandejas cubiertas con film, como comparador se evaluaron las bolsas Temkin, Xtend y Fibrolux (figura 34A, 35A, 36A y 37A) los cuales según la literatura son utilizados para vegetales y frutas, pero no se conoce del efecto que causa al usarse con arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

### 2.5.3 Descripción de la unidad experimental

La unidad experimental es una caja diseñada para que contenga 10 libras de producto, debido a que cada empaque contiene diferente cantidad de producto, la cantidad de empaques varia por caja (figura 32A). Se utilizó la metodología usada en la empresa en donde para ello se montó el experimento con producto con 12 horas después de corte, con ningún tratamiento higiénico (sin lavar), el manejo del experimento se aplicó de manera uniforme en todas las unidades experimentales para evitar sesgo experimental.

En el cuadro 4 se detalla el manejo de la unidad experimental utilizada, describiendo cada una de las presentaciones de los tratamientos (empaques) y la cantidad de empaque por unidad experimental. Además se describe la cantidad de empaques evaluados para cada día de toma de datos.

Cuadro 4 Descripción de la unidad experimental y empaques evaluados.

DESCRIPCIÓN DE LA EVALUACIÓN				
Tratamiento	Presentación del empaque	Cantidad de empaques para caja de 10 libras	Días de toma de datos	Empaques evaluados
<b>TESTIGO/ BANDEJA</b>	150 gramos	12	7	2
			15	2
			21	4
			30	4
<b>T1/ TEMKIN</b>	2.5 libras	4	7	1
			15	1
			21	1
			30	1
<b>T2/ XTEND</b>	2 libras	5	7	1
			15	1
			21	1
			30	2
<b>T3/ FIBROLUX</b>	3.5 libras	3	7	1
			15	1
			21	1
			30	1

### 2.5.4 Arreglo espacial de la investigación

En el cuadro 5 se muestra el resultado del proceso de aleatorización de las unidades experimentales. En la figura 30A se muestra la distribución final del experimento.

Cuadro 5 Distribución del experimento en la estantería, en donde se colocaron las cajas.

T1R1	T4R4	T2R3	T1R4	T3R3
T4R5	T3R2	T1R2	T2R4	T4R3
T3R1	T2R2	T3R4	T4R2	T1R5
T2R1	T1R3	T4R1	T3R5	T5R5

### 2.5.5 Variables de respuesta

Se evaluaron y analizaron las siguientes variables, de manera observacional para posterior análisis organoléptico, análisis fitopatológico, de vida en anaquel y realización de un análisis de económico.

#### 2.5.5.1 Organolépticas

- **Turgencia:** Definido como Crispi, semi crispi o flácido, en la escala el factor flácido se identifica por la elasticidad de la membrana causada por la presión hacia afuera de los tejidos y de líquidos. Evaluado mediante el tacto y observación de vainas por medio de escalas.
- **Deshidratación:** Definido como no presenta, muy leve, moderado, grave y crítico en las escalas, ya que la deshidratación provoca la sequedad de puntas y arrugamiento de la vaina, debido a la pérdida de agua del vegetal. Evaluado mediante la observación de las vainas y medido por medio de escalas.
- **Olor:** Medido por medio del sentido del olfato, si este es característico de la vaina o desagradable o podrido.
- **Color:** Definido como verde intenso característico de la vaina, verde amarillo y verde oscuro marrón, evaluado por medido de observación y por medio de escalas de color de vaina.

#### 2.5.5.2 Fitopatológicas:

Se realizó un análisis fitopatológico basado en la severidad que se define como el porcentaje de área de tejidos cubierta con síntomas de enfermedad. Se evaluó por medio de escalas a las principales enfermedades que afectan a la arveja dulce (*Pisum sativum* L.), las cuales son *Ascochyta sp.* y *Botrytis cinérea*. Para ello se definió en las escalas como no presenta, muy leve, moderado, grave y crítico.

#### 2.5.5.3 Vida anaquel:

Definido como al tiempo en que permanece el producto en el empaque sin el desarrollo de algún deterioro todo ello después de salir de contenedor y pasa a estante. Evaluado por medio del resultado final de la toma de datos de las escalas de los 21 a 30 días.

#### 2.5.5.4 Análisis económico:

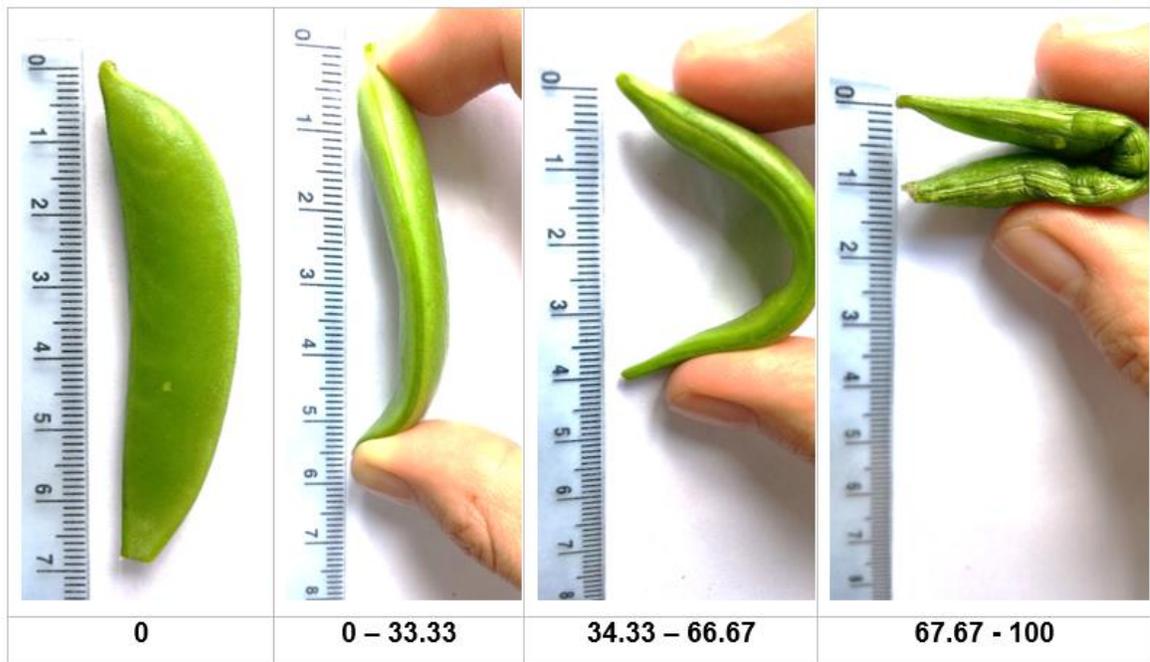
Se hizo uso del análisis de presupuestos parciales, con este enfoque solo se toman en cuenta los costos asociados con la decisión de usar o no un tratamiento. También se hizo uso del método de análisis de dominancia el cual ordena los empaques de mayor a menor costo que varía, con su respectivo beneficio neto. Se establece la relación beneficio/costo de los tratamientos a utilizados.

### **2.5.6 Características y escalas**

En la figura 38A se muestra el cuadro resumen utilizado para la evaluación de las variables organolépticas, fitopatológicas y de vida en anaquel. A continuación se muestran las características y escalas utilizadas para la evaluación de estas variables de respuesta.

En la figura 9 se muestra la escala utilizada para la evaluación de la turgencia de la vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en donde:

- 0:** Representa la longitud de vaina ideal de la arveja dulce.
- 0 – 33.33:** Representa la elasticidad que se encuentra dentro del rango normal para vaina de arveja dulce, definida como crispí.
- 33.33- 66.67:** Representa una elasticidad de la vaina que ya no se encuentra del rango normal para una vaina de arveja dulce, definida como semi crispí.
- 67.67-100:** Representa una elasticidad de la vaina fuera de lo normal, la cual se encuentra fuera del índice de calidad de vaina de arveja dulce, definida como flácida.



Fuente: Tierra de Árboles S.A. 2016.

Figura 9. Escala diagramática para evaluar la turgencia en vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

En la figura 10 se muestra la escala utilizada para la evaluación de la deshidratación de vaina en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en donde:

- 0-20:** Representa a la vaina ideal, requerida dentro de los índices de calidad.
- 21-40:** Representa el indicio de muy leve daño en la punta de la vaina, ya que es donde se inicia el daño. Pero aún no es descartada.
- 41-60:** Representa un daño moderado en la vaina, ya presenta daño en mayor parte de la vaina. De este rango en adelante ya no se encuentran dentro de los estándares de calidad.
- 61-80:** Representa un daño grave, ya que se puede observar una vaina arrugada y seca por pérdida de agua.
- 81-100:** Representa un daño crítico en la vaina, ya que se observa una vaina totalmente seca y demasiado arrugada por pérdida de agua del vegetal.



Fuente: Tierra de Árboles S.A. 2016.

Figura 10. Escala diagramática para evaluar la deshidratación en vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

En la figura 11 se muestra la escala utilizada para la evaluación del color de vaina en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en donde:

- 0-33.33:** Representa el color ideal de la vaina, definido como verde intenso-característico.
- 34.33-66.67:** Representa una decoloración de la vaina, producida por procesos degradativos, definido como verde – amarillo. A partir de este rango ya no se considera dentro del índice de calidad requerido.
- 67.67-100:** Representa una decoloración de la vaina, producida por procesos degradativos, definido como verde oscuro marrón.



Fuente: Tierra de Árboles S.A. 2016.

Figura 11. Escala diagramática para evaluar el color de vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

En la figura 12 se muestra la escala utilizada para la evaluación de *Botrytis cinérea* en vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en donde:

- 0-20:** Representa a la vaina ideal, requerida dentro de los índices de calidad.
- 21-40:** Representa un daño provocado por el hongo, pudiéndose observar el punto de infección del hongo, definido como muy leve. De este rango en adelante ya no se encuentran dentro de los estándares de calidad.
- 41-60:** Representa una severidad mayor del hongo, definido como moderado.
- 61-80:** Representa una severidad mayor del hongo, definido como grave.
- 81-100:** Representa una severidad mayor del hongo, definido como crítico.



Fuente: Tierra de Árboles S.A. 2016.

Figura 12. Escala diagramática para evaluar la severidad de *Botrytis cinérea* en vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

En la figura 13 se muestra la escala utilizada para la evaluación de *Ascochyta* sp. en vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en donde:

- 0-20:** Representa a la vaina ideal, requerida dentro de los índices de calidad.
- 21-40:** Representa un daño provocado por el hongo, pudiéndose observar el punto de infección del hongo, definido como muy leve. De este rango en adelante ya no se encuentran dentro de los estándares de calidad.
- 41-60:** Representa una severidad mayor del hongo, definido como moderado.
- 61-80:** Representa una severidad mayor del hongo, definido como grave.
- 81-100:** Representa una severidad mayor del hongo, definido como crítico



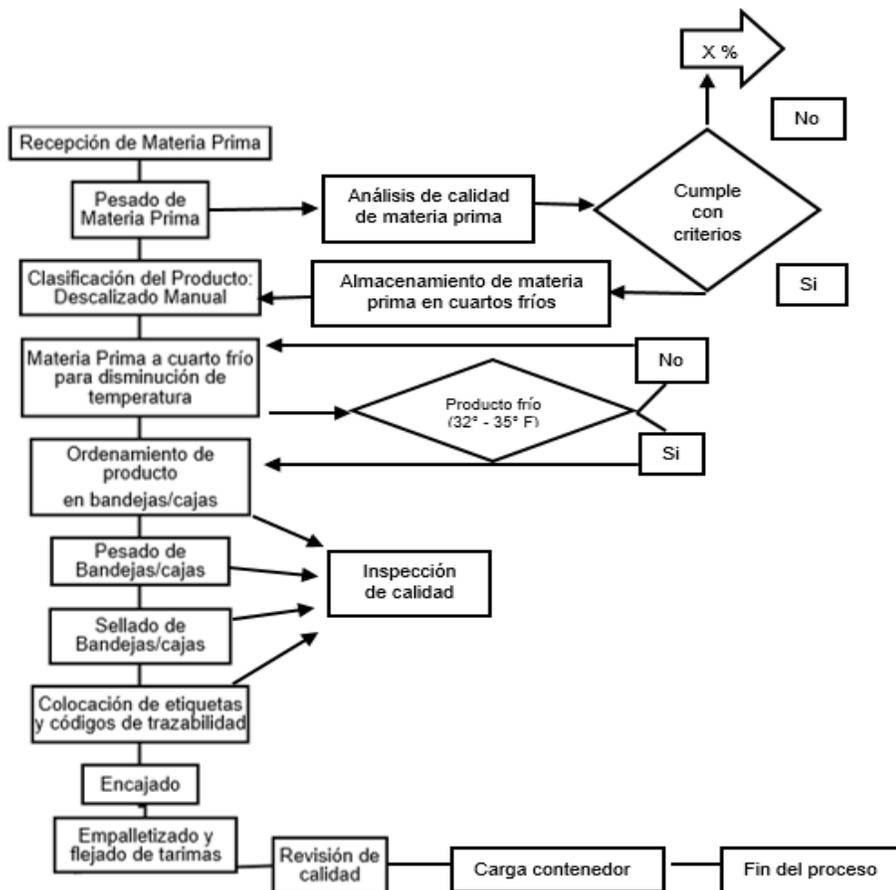
Fuente: Tierra de Árboles S.A., 2016.

Figura 13. Escala diagramática para evaluar la severidad de *Ascochyta* en vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

## 2.5.7 Manejo del Experimento

### 2.5.7.1 Proceso de manufactura de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

Se realizó el proceso de manufactura del producto de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) de acuerdo a los procedimientos establecidos en empresa Tierra de Árboles S.A., en donde se inició con la recepción del producto, pesado y análisis de calidad. Si la arveja cumplía con los criterios de calidad se almacena en cuartos fríos a 32°F, se clasifica y descalizo manualmente, la arveja no lleva ningún tipo de lavado por lo que solamente se empaqueta en bandeja y para el caso del experimento se empacó en bolsa utilizando el mismo procedimiento para la simulación de ser exportada (ver figura 14).



Fuente: Tierra de Árboles S.A. 2016.

Figura 14. Diagrama de flujo del proceso de manufactura de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) empacada en bandejas sin proceso de lavado.

#### 2.5.7.2 Montaje del experimento en cuarto frío

El montaje del experimento se realizó en un cuarto frío, el cual se mantiene a temperatura de 32° a 37° F (0° a 3° C) para la preservación de los productos a exportar en donde no se utiliza ningún otro control, más que de temperatura del cuarto (ver figura 28A, 29A, 31A).

#### 2.5.7.3 Toma de datos

Se realizó la toma de datos a intervalos de una semana aproximadamente, esperando notar si se podía apreciar un cambio drástico a los 7, 15, 21 y 30 días después de montado el experimento de forma aleatoria y además tomando en cuenta que a partir del día 21 al 30 la vida en anaquel del producto comienza a correr (ver figura 33A).

#### 2.5.7.4 Recolección de datos

A los 7, 15 y 21 días que es el periodo de transporte de producto en contenedor a 32°-37° F se realizó un análisis organoléptico y fitopatológico para la evaluación de algún cambio físico del producto con gráficas y escalas descritas anteriormente.

A partir del 21 a los 30 días se realizó un análisis de vida en anaquel del producto con gráficas y escalas descritas anteriormente. Al ser de 5 a 9 días que el producto pasa en el estante o empieza a correr su vida en anaquel.

Se realizó un análisis económico usando como referencia el rendimiento que se obtuvo con la variable fitopatológica *Botrytis cinérea*. Del porcentaje de daño durante la evaluación, se restó del cien por ciento obteniendo el porcentaje aceptable siendo este el rendimiento obtenido con cada empaque evaluado. Con el dato de rendimiento se procedió a realizar un análisis de presupuestos parciales y un análisis de dominancia con el fin de comparar el impacto económico de usar los empaques.

### 2.5.8 Análisis de la información

Los porcentajes obtenidos de las variables organolépticas turgencia, deshidratación, color y aroma, variables fitopatológicas presencia de *Botrytis cinérea* y *Ascochyta sp.* y de vida en anaquel se analizaron con la técnica del análisis de varianza (ANDEVA) con una confiabilidad del 95%, al detectarse diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos con el ANDEVA, se hicieron comparaciones de medias con la prueba de TUKEY con una significancia del 5%.

Se utilizó un análisis de presupuestos parciales, ya que no incluye todos los costos de producción, sino solo aquellos que son diferentes al comparar las prácticas usuales de producción. Este permitirá cuantificar el impacto en el sistema de producción sobre el cambio que tenga sobre su ingreso neto, sin necesidad de conocer todos los costos de producción ya que mucha información de este tipo es confidencial para la empresa. También se utilizó un análisis de dominancia en donde se ordenaron los empaques de mayor a menor costo que varía, con su respectivo beneficio neto. Con la utilización de este análisis se determinó cuál de los empaques es el más rentable para la empresa Tierra de Árboles S.A. al haber definido si los empaques Bandeja, Temkin, Xtend y Fibrolux mantiene la calidad y prolonga la vida en anaquel de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

## 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados del análisis organoléptico y de vida en anaquel realizado durante los meses de enero y febrero del 2016, en la empresa Tierra de Árboles, S.A.; ubicada en ubicada en Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala, C.A.

### 2.6.1 Variables organolépticas

#### 2.6.1.1 Turgencia

La turgencia es el fenómeno por el cual las células al absorber agua se hinchan, ejerciendo presión contra las membranas celulares, las cuales se ponen tensas (FAO, 2009).

En el cuadro 6 se presenta en promedio los porcentajes obtenidos en cada día de toma de datos de la turgencia obtenida en vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en los cuatro empaques evaluados, según escala de clasificación.

Cuadro 6 Datos de turgencia en los cuatro empaques evaluados.

T	EMPAQUE	L1 (7 DDME)	L2 (15 DDME)	L3 (21 DDME)	L4 (31 DDME)
T1	Bandeja	3.2	6.4	15	35
T2	Temkin	2.2	3.4	8.6	21
T3	Xtend	4.4	5.2	17.8	23.2
T4	Fibrolux	5.6	13	21.4	40.6

El fenómeno de la turgencia está relacionado con la osmosis, alrededor de las 6 a 7 atmosferas de presión las células se dilatan, cuanto le sea permitido por la elasticidad de la membrana y por ende las células vecinas, provocando que los frutos se encuentren en estado de firmeza. La pérdida de agua causa una disminución significativa del peso y a medida que avanza, disminuye la apariencia y elasticidad del producto perdiendo su turgencia, es decir, se vuelve blando y marchito (FAO, 2009).

En la figura 15 se muestra el comportamiento de la turgencia durante el experimento en los cuatro empaques evaluados.

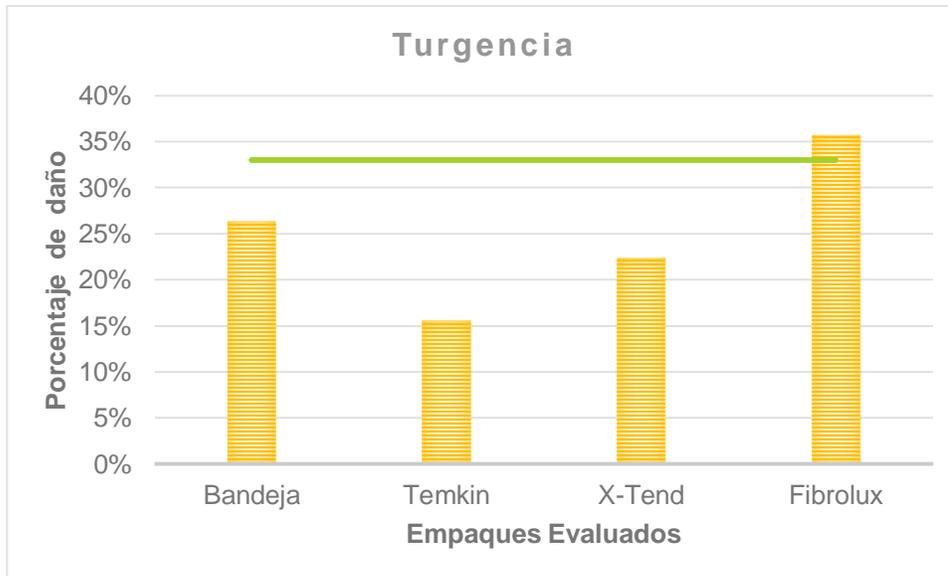


Figura 15. Gráfica que ejemplifica el efecto de los empaques evaluados sobre la variable turgencia en las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

En la figura 15 los empaques Temkin, Xtend y Bandeja, presentaron el menor daño por falta de turgencia respectivamente, colocándolos dentro de la categoría Crispí, aunque la diferencia entre tratamientos no es alta, esta si es significativa al momento de exportar, ya que los empaques que mantienen una presión constante, logran que las células pierdan menor cantidad de agua y por tanto su contracción sea más prolongada. El empaque Fibrolux se clasificó dentro de la categoría de semi crispí, dejando este empaque como alternativa para la comercialización de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) a nivel de mercado local.

Para determinar las diferencias que existieron entre los cinco tratamientos evaluados se realizó un análisis de varianza. En el cuadro 7, se presenta el resumen del ANDEVA de la variable turgencia.

Cuadro 7 Resumen ANDEVA, variable turgencia.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
<b>Tratamiento</b>	337.4	3	112.39	6.14	0.0056
<b>Error</b>	292.78	16	18.3		
<b>Total</b>	629.94	19		CV	30.28%

Con base en los resultados del ANDEVA del cuadro 7, se concluye que al menos uno de los empaques evaluados presenta diferencias significativas al resto de empaques. Para determinar que empaque o empaques son significativamente diferentes entre sí, se realizó el POST-ANDEVA prueba de medias Tuckey.

Cuadro 8 Resumen POST-ANDEVA, prueba de medias de Tuckey, variable turgencia.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>GRUPO</b>
<b>Temkin</b>	8.8	A
<b>Xtend</b>	12.65	A B
<b>Bandeja</b>	14.9	A B
<b>Fibrolux</b>	20.15	B

Con base a los resultados del POST-ANDEVA del cuadro 8, se clasifica al empaque Temkin como el material de empaque que permite mantener el menor daño por falta de turgencia en la vaina y por un mayor tiempo. Seguido en la clasificación por Xtend y Bandeja, en el último grupo se ubicó Fibrolux, a la vez este empaque no es recomendado para exportación ya que fue el empaque que le un mayor daño por falta de turgencia en la vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

### 2.6.1.2 Deshidratación

Con la cosecha, el abastecimiento de agua de los vegetales se corta y el producto debe sobrevivir de sus propias reservas. Al mismo tiempo que ocurre la respiración, el producto cosechado continúa perdiendo agua hacia la atmosfera, tal como lo hacía antes de la cosecha, por un proceso conocido como transpiración. La deshidratación y la turgencia son variables que están relacionadas con la apariencia, y muchas veces la pérdida excesiva de líquido por el proceso de respiración causa daños fisiológicos afectando su comercialización (FAO, 2009).

En el cuadro 9 se presenta el promedio los porcentajes obtenidos en cada día de toma de datos en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en los cuatro empaques evaluados, según escala de clasificación.

Cuadro 9 Datos de deshidratación en los cuatro empaques evaluados.

<b>T</b>	<b>EMPAQUE</b>	<b>L1 (7DDME)</b>	<b>L2 (15 DDME)</b>	<b>L3 (21 DDME)</b>	<b>L4 (31DDME)</b>
<b>T1</b>	<b>Bandeja</b>	11.4	22.8	31	26.8
<b>T2</b>	<b>Temkin</b>	12.4	22	22.6	17.8
<b>T3</b>	<b>Xtend</b>	19.2	24	25.8	27.6
<b>T4</b>	<b>Fibrolux</b>	23.8	26.2	40.2	33.4

Los datos presentados en el cuadro anterior, muestran una deshidratación relativamente uniforme en los cuatro empaques evaluados, pero se tiene una diferencia con el empaque Temkin con menor porcentaje de daño que es lo ideal.

En la figura 16, se muestra el comportamiento de la deshidratación de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) durante el experimento en los cuatro empaques evaluados.

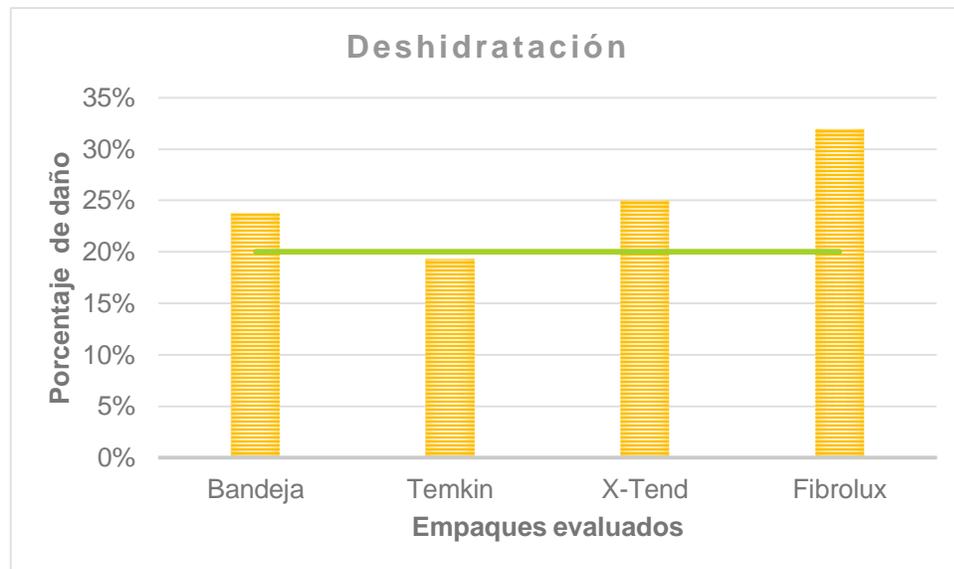


Figura 16. Gráfica que ejemplifica el efecto de los empaques evaluados sobre la variable deshidratación en las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum L.*).

Como se muestra en la figura anterior, al utilizar los empaques Temkin, Bandeja y Xtend permiten la reducción de pérdidas de producto por deshidratación durante la etapa de envío para la comercialización. El empaque Temkin principalmente demostró formar un balance adecuado de los gases del ambiente y aquellos generados por efecto de la respiración del vegetal evitando la transformación de sales y/o azúcares, disminuyendo la pérdida de agua y reducción de su volumen.

Para determinar las diferencias que existieron entre los cinco tratamientos evaluados se realizó un análisis de varianza. En el cuadro 10 se presenta el resumen del ANDEVA de la variable deshidratación.

Cuadro 10 Resumen ANDEVA, variable deshidratación.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
<b>Tratamiento</b>	442.14	3	147.38	9.26	0.0009
<b>Error</b>	254.55	16	15.91		
<b>Total</b>	696.69	19		CV	19.58%

Con base a los resultados del ANDEVA del cuadro 10, se concluye que al menos uno de los empaques evaluados presenta diferencias significativas al resto de empaques. Para determinar que empaque o empaques son significativamente diferentes entre sí, se realizó el POST-ANDEVA prueba de medias Tuckey.

Cuadro 11 Resumen POST-ANDEVA, prueba de medias de Tuckey, variable deshidratación.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>GRUPO</b>
<b>Temkin</b>	14.85	A
<b>Xtend</b>	19.15	B
<b>Bandeja</b>	19.65	B
<b>Fibrolux</b>	27.85	B

En el cuadro 11 se presentan los resultados del POST-ANDEVA, concluyendo que las arvejas empacadas con el empaque Temkin (14.85 %), presentan menor deshidratación que el resto de empaques evaluados, por lo tanto el uso del empaque Temkin favorece a que la vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) no se deshidrate.

### 2.6.1.3 Aroma

La arveja dulce (*Pisum sativum* L.) se caracteriza por un sutil aroma a pasto, que al momento de ser degustadas presentan un sabor dulce semi amargo de textura suave. El aroma es provocado por una mezcla compleja de gases, vapores y polvo, influyendo en el aroma percibido por el receptor. El aroma es un indicativo del grado de descomposición que

presenta una vaina de arveja o el característico de esta que se desea tener para su comercialización (FAO, 2003).

En el cuadro 12, se presentan en promedio los porcentajes obtenidos en cada día de toma de datos, del aroma en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en los cuatro empaques evaluados.

Cuadro 12 Datos de aroma en los cuatro empaques evaluados.

T	EMPAQUE	L1(7DDME)	L2(15 DDME)	L3(21 DDME)	L4(31 DDME)
T1	Bandeja	1	1.6	2.8	7.4
T2	Temkin	1	1.2	2.4	2.2
T3	Xtend	1	2	3	3.6
T4	Fibrolux	1	5	3.8	10.2

En el cuadro 12 se puede observar, que conforme avanzaron los días en las evaluaciones correspondientes, la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en los diferentes empaques evaluados presento leve aumento en el aroma característico, siendo esto la tendencia natural por los diferentes procesos biológicos que afectan a los vegetales.

En la figura 17, se muestra el comportamiento del aroma de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) durante el experimento en los cuatro empaques evaluados

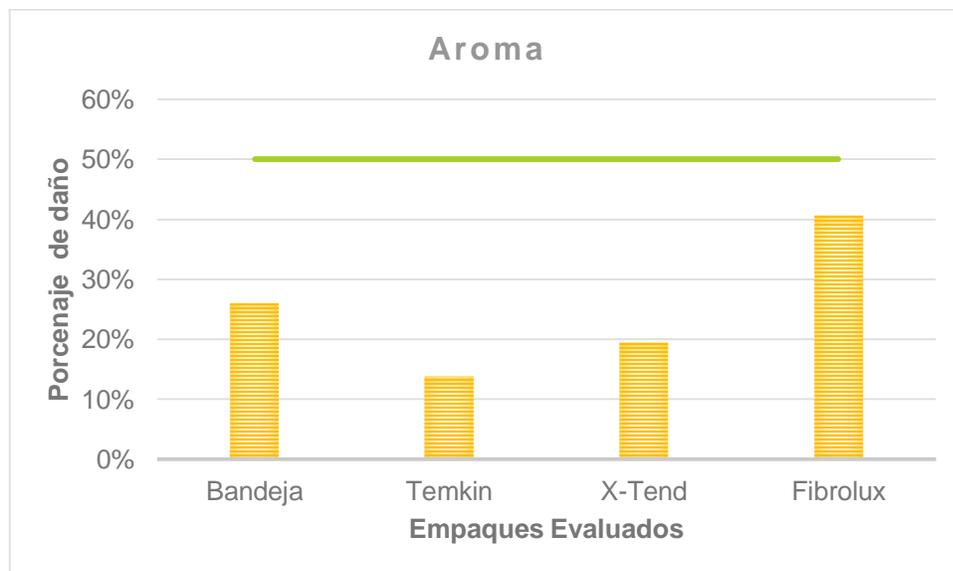


Figura 17. Gráfica que ejemplifica el efecto de los empaques evaluados sobre la variable aroma en las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

Los procesos de respiración del vegetal provocan reacciones fermentativas generando productos como alcoholes, aldehídos y ácidos orgánicos, que son responsables de olores y sabores indeseables en el producto, al mantener el producto a temperatura entre 32° a 37° F (0° a 3° C) evita que la actividad del agua dentro del vegetal logre disminuir las reacciones oxidativas y por ende la pérdida de sus características aromáticas (Pelayo 2002).

Para determinar las diferencias que existieron entre los cinco tratamientos evaluados se realizó un análisis de varianza. En el cuadro 13, se presenta el resumen del ANDEVA de la variable Aroma.

Cuadro 13 Resumen ANDEVA, variable aroma.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
<b>Tratamiento</b>	30.34	3	10.11	10.94	0.0005
<b>Error</b>	15.43	16	0.96		
<b>Total</b>	45.76	19		CV	31.93%

En base a los resultados del ANDEVA del cuadro 13, se concluye que al menos uno de los empaques evaluados presenta diferencias significativas al resto de empaques. Para determinar que empaque o empaques son significativamente diferentes entre sí, se realizó el POST-ANDEVA prueba de medias Tuckey.

Cuadro 14 Resumen POST-ANDEVA prueba de medias de Tuckey, variable aroma.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>GRUPO</b>
<b>Temkin</b>	1.7	A
<b>Xtend</b>	2.4	B
<b>Bandeja</b>	3.2	B
<b>Fibrolux</b>	5	B

En el cuadro 14 se presentan los resultados del POST-ANDEA, concluyendo que estadísticamente el empaque Temkin (1.7 %), se clasifica como el empaque con menor

perdida de aroma obtenida durante el experimento, colocándolo como el más apropiado para la exportación de arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

#### 2.6.1.4 Color

El color, al igual que el aroma, son variables dependientes una de la otra, que indica al consumidor su grado de maduración o descomposición. El color es afectado como otras variables por la deshidratación, acelerando sus procesos degradativos y causando la pérdida o transformación del color de las arvejas (FAO, 2003).

En el cuadro 15, se presenta en promedio los porcentajes obtenidos en cada día de toma de datos, de color en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en los cuatro empaques evaluados, según escala de clasificación organoléptica.

Cuadro 15 Datos de color en los cuatro empaques evaluados.

T	EMPAQUE	L1(7DDME)	L2 (15 DDME)	L3 (21 DDME)	L4 (31 DDME)
T1	Bandeja	1	3	1	2.6
T2	Temkin	1	2	1	1.4
T3	Xtend	1	2.4	1	3.4
T4	Fibrolux	1	4.4	1	3.8

Durante la fase experimental el color no se vio alterado considerablemente en ninguno de los empaques evaluados como se puede observar en el cuadro 15. Las pérdidas de color son mínimas o casi nulas en algunos casos.

En la figura 18, se muestra el comportamiento de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) durante el experimento en los cuatro empaques evaluados.

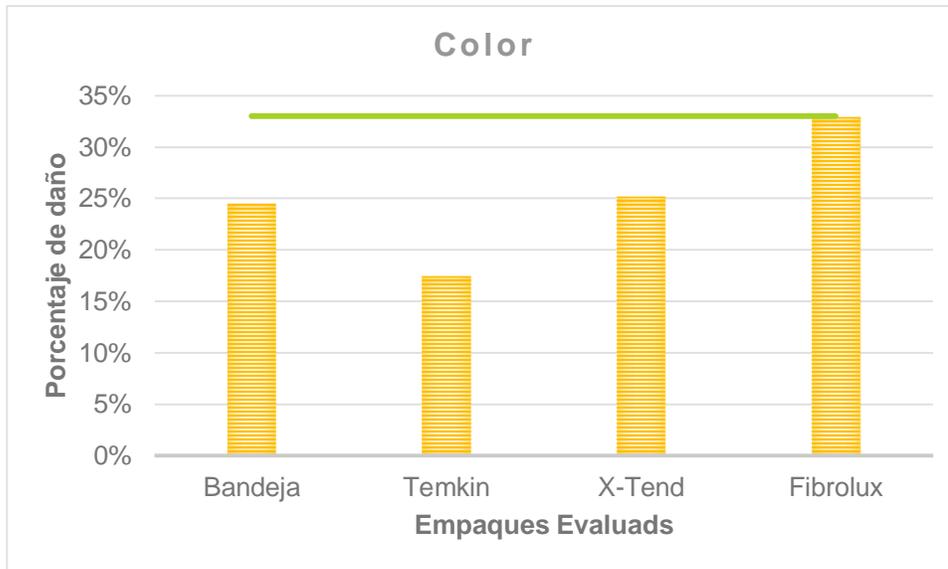


Figura 18 Gráfica que ejemplifica el efecto de los empaques evaluados sobre la variable color en las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

Al igual que la variable aroma, el color de la arveja dentro del empaque está sujeta a los efectos de la respiración, temperatura y actividad enzimática. Regularmente cuanto más largo sea el proceso de respiración y más elevada la temperatura, favorecen el aceleramiento de la oxidación, provocando pérdidas en la pigmentación y favoreciendo el desarrollo de manchas cafés (FAO, 2003).

Para determinar las diferencias que existieron entre los cinco tratamientos evaluados se realizó un análisis de varianza. En el cuadro 16, se presenta el resumen del ANDEVA de la variable color.

Cuadro 16 Resumen ANDEVA, variable color.

F.V	SC	GL	CM	F	P-valor
<b>Tratamiento</b>	3.61	3	1.2	1.97	0.1585 ***
<b>Error</b>	9.75	16	0.61		
<b>Total</b>	13.36	19		CV	40.29%

En base a los resultados del ANDEVA del cuadro 16, se concluye que estadísticamente los empaques no presentan diferencia significativa en el cambio de coloración durante la etapa experimental, estableciendo que el uso de cualquier empaque no afectaría la coloración de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) durante la exportación.

## 2.6.2 Variables Fitopatológicas

### 2.6.2.1 *Botrytis cinérea*

El hongo *Botrytis cinérea* presenta síntomas que consiste en podredumbres y al inicio se observan un moho gris que son las esporas (conidios) del hongo. Se presenta al final de la floración o en la etapa post-cosecha por mal manejo del producto luego de ser cosechado. El hongo *Botrytis cinérea* es causado por la humedad, ya que esta es indispensable para su desarrollo (ICA, 2012).

En el cuadro 17 se presenta en promedio los porcentajes obtenidos en cada día de toma de datos de la severidad de *Botrytis cinérea* en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en los cuatro empaques evaluados, según escala de clasificación.

Cuadro 17 Datos de *Botrytis* en los cuatro empaques evaluados.

T	EMPAQUE	L1 (7 DDME)	L2(15 DDME)	L3(21 DDME)	L4(31 DDME)
T1	Bndeja	5.4	18	24	31.2
T2	Temkin	4.4	14.2	21.6	19.2
T3	Xtend	9.4	18.6	25.4	23.2
T4	Fibrolux	16.6	24	30.6	40.2

El hongo *Botrytis cinérea* se manifiesta en la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) como úlceras de color café grisáceo de textura blanda, según la escala de evaluación utilizada (figura 11), la severidad del hongo en los diferentes empaques evaluados fue leve, no sobre pasando el 40 % de severidad en las vainas. La contaminación de este hongo proviene a través de cortes en la superficie o puntos de abscisión naturales conduciendo la penetración de patógenos al producto. La entrada de patógenos a los tejidos sanos e intactos;

generalmente la entrada se realiza a través de cortes en la superficie, tejido dañado o tejido que sufre algún estrés por altas o baja temperatura y humedad.

En la figura 19, se muestra el comportamiento del *Botrytis cinérea* en vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) durante el experimento en los cuatro empaques evaluados.

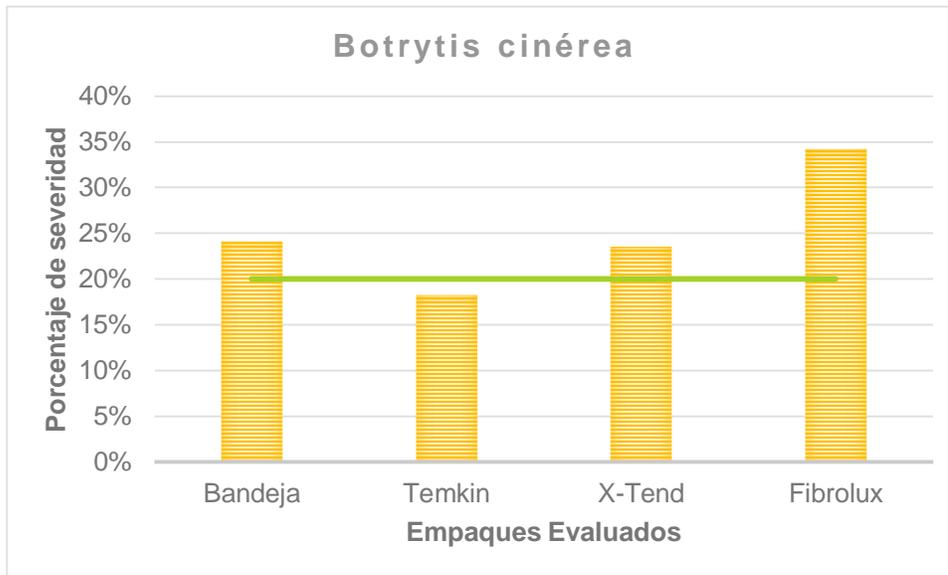


Figura 19 Gráfica que ejemplifica el efecto de los empaques evaluados sobre la variable *Botrytis cinérea* en las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

Cuando el contenido de humedad es alto y la temperatura oscila entre los 17° a 25° C, favorecen la aparición de la pudrición por *Botrytis cinérea*, pero si se mantiene el producto a temperaturas de 32° a 37° F (0° a 3° C) como se efectuó en el experimento el empaque realiza su función según sus características, permitiendo escapar suficiente humedad para minimizar la formación de condensado dentro del empaque ya que puede humedecer el producto y favorecer la infección por *Botrytis cinérea*. Se consideran aptos para exportación los empaques que presenten menos del 20 % de incidencia de *Botrytis cinérea*.

Para determinar las diferencias que existieron entre los cinco tratamientos evaluados se realizó un análisis de varianza. En el cuadro 18, se presenta el resumen del ANDEVA de la variable *Botrytis cinérea*.

Cuadro 18 Resumen ANDEVA, variable *Botrytis cinérea*.

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-valor</b>
<b>Tratamiento</b>	442.14	3	147.38	9.26	0.0009
<b>Error</b>	254.55	16	15.91		
<b>Total</b>	696.69	19		CV	19.58%

En base a los resultados del ANDEVA del cuadro 18, se concluye que al menos uno de los empaques evaluados presenta diferencias significativas al resto de empaques. Para determinar que empaque o empaques son significativamente diferentes entre sí, se realizó el POST-ANDEVA prueba de medias Tuckey.

Cuadro 19 Resumen POST-ANDEVA, prueba de medias de Tuckey, variable *Botrytis cinérea*.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>MEDIA</b>	<b>GRUPO</b>
<b>Temkin</b>	14.85	A
<b>Xtend</b>	19.15	B
<b>Bandeja</b>	19.65	B
<b>Fibrolux</b>	27.85	B

En el cuadro 19 se presenta el análisis POST-ANDEVA, concluyendo que el empaque Temkin (14.85 %), se clasifica como el empaque con menor presencia de *Botrytis cinérea* en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) dejando a los demás empaques en otro grupo de clasificación.

#### 2.6.2.2 *Ascochyta* sp.

El hongo *Ascochyta* sp. es una enfermedad de amplia distribución que prolifera mediante una rápida multiplicación celular y se introduce en el producto principalmente a través de cortes en la superficie o de puntos de abscisión naturales. En las vainas se forman manchas pardas y anilladas que llegan a producir pequeñas lesiones necróticas superficiales hasta lesiones profundas con presencia de micelio y picnidios que son dispersadas por el humano,

aire, el agua, animales vectores e insectos, afectando el tamaño, peso y apariencia general de la vaina (ICA, 2012).

En el cuadro 20 se presenta en promedio los porcentajes obtenidos en cada día de toma de datos la severidad de *Ascochyta sp.* en vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en los cuatro empaques evaluados, según escala de clasificación.

Cuadro 20 Datos de *Ascochyta sp.* en los cuatro empaques evaluados.

T	EMPAQUE	L1 (7DDME)	L2 (15 DDME)	L3 (21 DDME)	L4 (31 DDME)
T1	Bandeja	1	1.6	2.2	2
T2	Temkin	1	1.2	2.2	2.4
T3	Xtend	1	1.4	2.4	3
T4	Fibrolux	1	2.2	3	1.8

En el cuadro 20 se muestra que durante la etapa experimental la presencia de *Ascochyta sp.* presentó baja severidad, ya que el grado de infección de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) proveniente de campo era mínimo y el manejo de temperatura del cuarto frío fue adecuado.

En la figura 20 se muestra el comportamiento del hongo *Ascochyta sp.* en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) durante el experimento en los cuatro empaques evaluados.

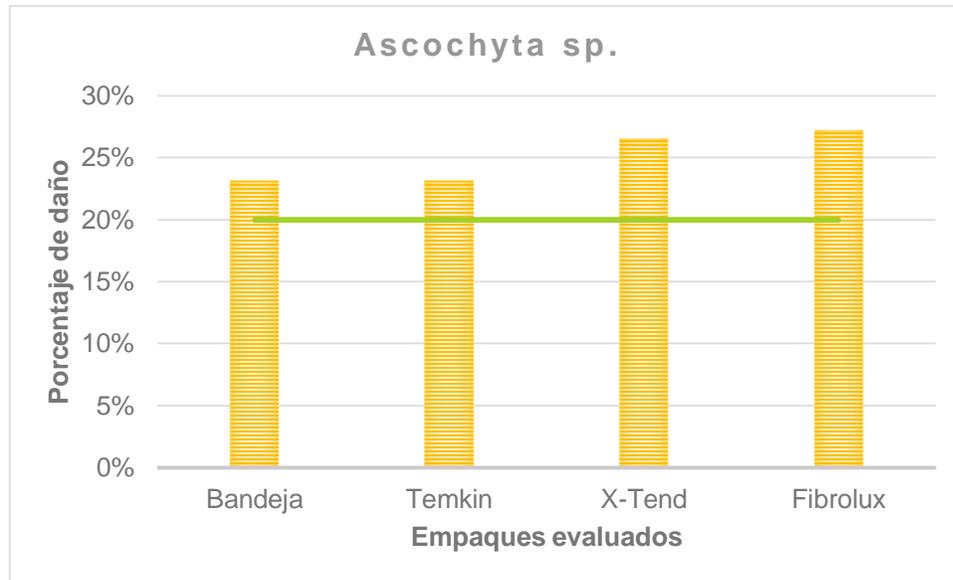


Figura 20. Gráfica que ejemplifica el efecto de los empaques evaluados sobre la variable *Ascochyta sp.* en las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum L.*).

La figura 20 muestra que la presencia de *Ascochyta sp.*, fue casi nula en los empaques evaluados. Esto se debe a que dentro de los procesos post-cosecha durante el proceso de clasificado que se realiza antes de despuntar y empaclar fue exitoso, además de la influencia de la bolsa no permitió que se formara mucha humedad por el proceso de transpiración del vegetal. Finalmente para determinar las diferencias que existieron entre los cinco tratamientos evaluados se realizó un análisis de varianza. En el cuadro 21, se presenta el resumen del ANDEVA de la variable *Ascochyta sp.*

Cuadro 21 Resumen ANDEVA, variable *Ascochyta sp.*

F.V	SC	GL	CM	F	P-valor
<b>Tratamiento</b>	0.38	3	0.13	0.38	0.769***
<b>Error</b>	5.4	16	0.34		
<b>Total</b>	5.78	19		CV	31.62%

Con base a los resultados del cuadro 21 se determinó que estadísticamente los tratamientos no presentan diferencia significativa durante la etapa experimental. Logrando

identificar que la incidencia de *Ascochyta sp*, en arveja en los cuatro empaques evaluados es nula. En base a lo observado se puede determinar que las acciones de clasificado en post-cosecha, son fundamentales para el control del tizón provocado por *Ascochyta sp*. además de la influencia de las bolsas y un adecuado control de temperatura.

### **2.6.3 Vida en Anaquel**

Según Loyman (2012), la vida en anaquel es el periodo entre la manufactura y venta al por menor de un producto alimenticio durante el cual el producto mantiene una calidad satisfactoria. El objetivo de evaluar la vida en anaquel es determinar la calidad final de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en cada empaque, después de 21 días de almacenada.

Debido a que la calidad es una percepción compleja de muchos atributos que son evaluados simultáneamente en forma objetiva o subjetiva por el consumidor. El cerebro procesa la información recogida por la vista, olor y tacto e instantáneamente lo compara o asocia con experiencias pasadas y/o con texturas, aromas y sabores almacenados en la memoria (FAO, 2003).

En la figura 21 se muestra el promedio de daño obtenido en la última toma de datos siendo esta de los 21 a 30 días de la fase experimental, evaluando las variables organolépticas con sus respectivos empaques.

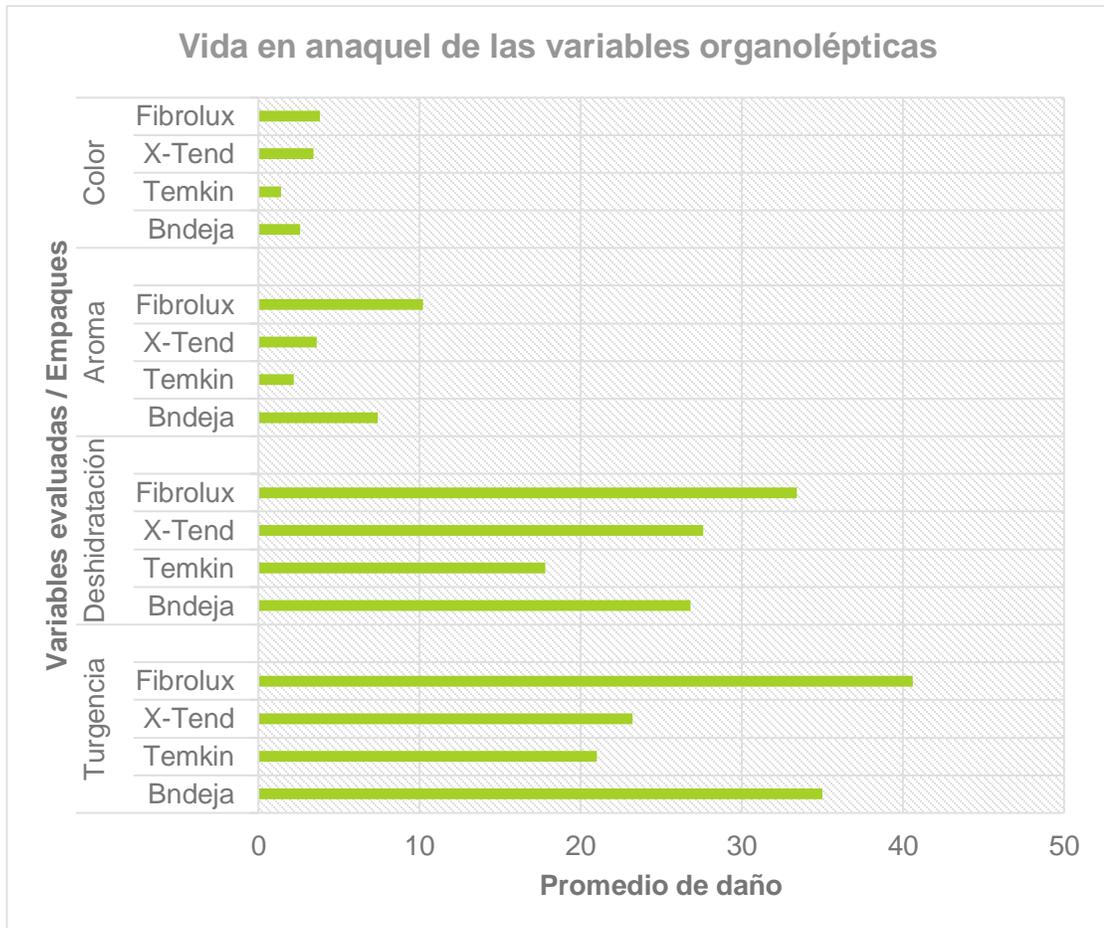


Figura 21 Gráfica de la vida en anaquel del producto, de las variables organolépticas evaluadas con sus respectivos empaques.

Como se muestra en la figura anterior el empaque Temkin fue el que le proporciono al producto de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) una mayor vida en anaquel en todas las variables organolépticas evaluadas seguido de Xtend y Bandeja, el empaque Fibrolux obtuvo el mayor promedio de daños en la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) por lo que este empaque no le proporciona un ambiente adecuado a este producto para su calidad en un tiempo mayor de 21 días.

En la figura 22 se muestra el promedio de daño obtenido en la última toma de datos siendo esta de los 21 a 30 días de la fase experimental, evaluando las variables fitopatológicas con sus respectivos empaques.

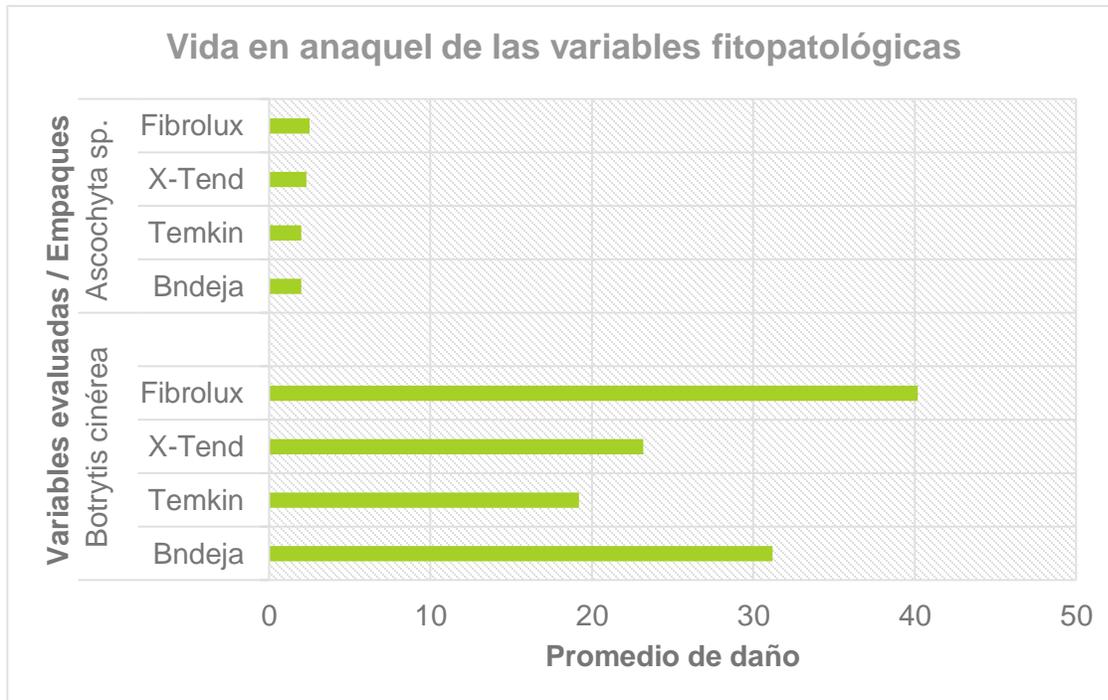


Figura 22 Gráfica de la vida en anaquel del producto, de las variables fitopatológicas evaluadas con sus respectivos empaques.

De igual manera en la figura anterior, el empaque Temkin es el que menor daño género en las variables fitopatológicas evaluadas, seguido de Xtend y Bandeja dejando por ultimo al empaque Fibrolux.

Entendiéndose que mientras más transcurre el tiempo, el producto envejece y los tejidos se debilitan por una degradación gradual de la estructura e integridad celular. El producto en este estado es menos capaz de soportar la invasión, produciéndose la infección por organismos patógenos (es decir, la infección está latente). Esto es especialmente cierto cuando la infección aparentemente está ausente en el momento de la cosecha, pero se desarrolla durante la vida de post cosecha como resultado de la entrada de contaminantes de la superficie a los tejidos débiles.

Demostrando que con el uso de los empaques evaluados cada uno modifica de diferente manera la mezcla normal de gases del aire en la atmosfera del empaque, permitiendo incrementar o no la vida útil y calidad del vegetal empacado, ya que por la función de cada

uno de estos permiten alterar el metabolismo de las vainas evitando o aumentando el envejecimiento y descomposición del mismo.

#### 2.6.4 Análisis Económico

Para el análisis económico se utilizó el método de presupuestos parciales y realización de un análisis de dominancia.

En el método de presupuestos parciales solo se toman en cuenta los costos asociados con la decisión de usar o no un empaque. Estos son los costos que permiten diferenciar un tratamiento del otro, y se denominan de esta manera por que varían de un empaque a otro. El resto de costos no se ven afectados y permanecen constantes, se les denomina costos fijos, (Reyes, 2001).

En el cuadro 22, se muestran los costos de producción de la investigación realizada para una caja de 10 lb de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) para exportación.

Cuadro 22 Resumen de costos del experimento.

T	Empaque	Costo de empaque por caja de 10 lb	Mano de obra por caja de 10 lb	Costo de exportación caja 10 lb	Total costos por caja 10 lb
T1	Bandeja	Q 3.36	Q 15.50	Q 36.63	Q 55.49
T2	Temkin	Q 2.50	Q 15.50	Q 36.63	Q 54.63
T3	X-Tend	Q 2.80	Q 15.50	Q 36.63	Q 54.93
T4	Fibrolux	Q 0.42	Q 15.50	Q 36.63	Q 52.55
	<b>Total</b>	<b>Q 9.08</b>	<b>Q 62.00</b>	<b>Q 146.52</b>	<b>Q 217.60</b>

Los costos de empaque se estimaron de acuerdo al requerimiento necesario para una caja de exportación de 10 lb, con distinta cantidad de empaques por caja y varía debido a que cada empaque posee un costo diferente.

El cálculo del costo de la mano de obra se estimó el costo de despuntar y empacar 10 lb de arveja por día. Este costo no varía debido en la empresa ya que comúnmente en este tipo de empresas la política de pago se basa en la eficiencia de las personas y por la cantidad que procesen de despunte y de empaque. Los costos de exportación se desglosan en tarimas, fleje, esquineros y grapas necesarias para una caja de 10 lb de arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

El análisis de presupuestos parciales permitió formular recomendaciones con base a datos experimentales, este proceso busca desarrollar nuevas tecnologías y al mismo tiempo facilitar la adaptación a las mismas. El análisis de dominancia se utilizó para seleccionar el tratamiento que en términos de ganancias ofreció la posibilidad de ser escogido para recomendarse a la empresa (Reyes, 2001).

Para la realización del análisis de presupuestos parciales y de dominancia se determina el rendimiento que obtuvo cada tratamiento evaluado para calcular el rendimiento ajustado, en donde para ello se utilizó una de las variables evaluadas, la cual es la severidad de *Botrytis cinérea*, ya que de esta depende la decisión para poder realizar la exportación de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) hacia Europa por encima de las otras variables evaluadas en el experimento.

Para la comunidad europea la seguridad de los alimentos consiste en la ausencia de sustancias dañinas para la salud y tradicionalmente la presencia de plaguicidas sobre el producto que ha sido la principal preocupación de la opinión pública. Sin embargo, existen muchos otros contaminantes potencialmente tan o más peligrosos, como la presencia de microorganismos patógenos, micotoxinas, metales pesados, etc (FAO, 2003). Por lo que si el producto llega con este tipo de daño patogénico es rechazado inmediatamente ya que dentro de las normas de inocuidad y seguridad alimentaria este tipo de hongo puede ocasionar problemas a la salud humana.

El rendimiento se obtuvo del porcentaje de la severidad de *Botrytis cinérea* obtenido de las tomas de datos durante cada lectura. Para el tratamiento 1 (Bandeja) fue de 24 %,

tratamiento 2 (Temkin) 18 %, tratamiento 3 (Xtend) 23 % y tratamiento 4 (Fibrolux) 34 % indicando el nivel de severidad de *Botrytis cinérea* que se obtuvo de cada tratamiento. Los porcentajes fueron restados del 100 %, tomando el porcentaje del residuo como apto para exportación, y utilizado para la determinación del rendimiento ajustado.

También para el análisis se calculó el beneficio bruto que se obtuvo al multiplicar el precio por libra por el rendimiento ajustado, se utilizaron los costos que varían calculados en el cuadro 23 y el beneficio neto se obtuvo de la diferencia del beneficio bruto obtenidos menos los costos que varían.

Para el análisis de dominancia se organizaron los datos de costos que varían y beneficio neto de acuerdo a un orden creciente de los costos que varían, es decir, de menor a mayor, luego se determinó si los tratamientos son dominados o no.

Para la realización del análisis de dominancia se comparó si al aumentar los costos ocurría un incremento en el beneficio neto, si esto ocurrió, el tratamiento es no dominado, si ocurre lo contrario es dominado y éste no debe de tomarse en cuenta o se toma como un tratamiento que no trae beneficio a la empresa. En el cuadro 23, se presenta el cuadro resumen del análisis de presupuestos parciales y análisis de dominancia.

Cuadro 23 Análisis de Presupuestos parciales y dominancia.

<b>T.</b>	<b>Empaque</b>	<b>Caja de Arveja (lb)</b>	<b>Rendimiento % (Botrytis cinérea)</b>	<b>Precio x caja de 10 lb</b>	<b>Rendimiento Ajustado</b>	<b>Beneficio Bruto</b>	<b>Costos que varían</b>	<b>Beneficio Neto</b>	<b>Dominancia</b>
<b>T4</b>	Fibrolux	10	66%	Q 10,86	6,582822	Q 71,52	Q 0,42	Q 71,10	No dominado
<b>T2</b>	Temkin	10	82%	Q 10,86	8,177914	Q 88,84	Q 2,50	Q 86,34	No dominado
<b>T3</b>	Xtend	10	77%	Q 10,86	7,650307	Q 83,11	Q 2,80	Q 80,31	No dominado
<b>T1</b>	Bandeja	10	76%	Q 10,86	7,588957	Q 82,45	Q 3,36	Q 79,09	Dominado por T2

Para determinar la dominancia, por definición, el primer tratamiento es no dominado. En seguida se observa si al pasar de T4 a T2 aumentan los beneficios, en este caso si aumentan, entonces T2 es no dominado. Luego se observa si al pasar de T2 a T3 aumentan los beneficios, en este caso no aumenta, entonces T3 es dominado. Como T3 fue dominado, se sigue empleando T2 como referencia de cambio. Ahora se observa si al cambiar de T2 a T1 se incrementan los beneficios, como esto no ocurre, T1 es dominado por T2. Al ya no haber cambios en los tratamientos desde T2 en donde se aumenta los beneficios, se concluye que el tratamiento dominante es T2 o empaque Temkin.

Con base a la información del análisis de presupuestos parciales y de dominancia, se determinó que el empaque más rentable de los cuatro evaluados fue Temkin, con el que se obtuvo el mayor beneficio neto con el menor costo que varía.

Finalmente se realizó el cálculo la relación beneficio costo en los cuatro empaques evaluados. El análisis del indicador financiero relación beneficio/costo se realizó en base a 10 lb de arveja dulce (*Pisum sativum* L.), dividiendo el beneficio bruto con los costos totales (ver cuadro 24).

Cuadro 24 Análisis del indicador financiero relación beneficio/costo.

T.	Empaque	Caja (lb)	Rendimiento % (Botrytis cinérea)	Precio caja de 10 lb	Rendimiento Ajustado	Beneficio bruto	Costo total	R B/C
T1	Bandeja	10	76%	Q 10.86	7.6	Q 82.45	Q 55.49	1.49
T2	Temkin	10	82%	Q 10.86	8.2	Q 88.84	Q 54.63	1.63
T3	Xtend	10	77%	Q 10.86	7.7	Q 83.11	Q 54.93	1.51
T4	Fibrolux	10	66%	Q 10.86	6.6	Q 71.52	Q 52.55	1.36

La determinación de la relación beneficio costo indicó que los cuatro empaques evaluados son económicamente aceptables, ya que se recupera la inversión inicial y se obtiene ganancia. La relación beneficio/costo del empaque Temkin fue la más alta, obteniendo una ganancia de Q 0.63 por cada Q 1.00 invertido, seguido por la bolsa Xtend obteniendo por cada Q 1.00 invertido una ganancia de Q 0.51, luego la bandeja obteniendo por cada Q 1.00 invertido una ganancia de Q 0.49 y por último la bolsa Fibrolux la cual obtuvo la relación beneficio/costo más bajo, en el que por cada Q 1.00 invertido se obtiene una ganancia de Q 0.36.

## 2.7 CONCLUSIONES

- 2.7.1** En el análisis organoléptico se determinó que a los 7, 15, 21 días el empaque Temkin es el que mejor preserva las cualidades organolépticas (aroma, color textura) de la vaina de arveja dulce, seguido por el empaque Xtend y Bandeja. Se comprobó que el empaque Fibrolux no le proporciona a la vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.), las cualidades organolépticas que se requieren en los estándares de calidad e inocuidad.
- 2.7.2** La enfermedad que predominó durante el experimento fue el hongo *Botrytis cinérea* y seguido por *Ascochyta sp.* La presencia se debe a que el producto desde campo presentaba signos del hongo, al empacarse la micro perforación característica de cada empaque modifica el ambiente dentro de la bolsa o bandeja afectando al producto, provocando un incremento o disminución en la respiración del vegetal. A mayor respiración se provoca mayor concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que genera fermentación de azúcares y/o descomposición logrando que la infección por el hongo se desarrolle y se presenten los signos característicos de estos que es la podredumbre de la vaina. La bolsa Temkin fue la que le proporcionó un mejor ambiente al producto obtenido para la severidad de *Botrytis cinérea* un 14.85 % y *Ascochyta sp.* un 1.7 %. La bolsa Fibrolux fue la que ocasionó una mayor severidad de *Botrytis cinérea* con 27.85 % y *Ascochyta sp.* con 2 %.
- 2.7.3** Se evaluó el efecto de la implementación de materiales de empaque, comprobando que el almacenamiento por más de 21 días causa pérdida de la vida en anaquel de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.), al haber un aumento en deshidratación, pérdida de turgencia y desarrollo de pudriciones. Demostrando la importancia del material de empaque, ya que este es uno de los componentes que define la calidad final del producto.
- 2.7.4** El empaque Temkin es el que mejor vida en anaquel le proporciona a la arveja dulce (*Pisum sativum* L.), seguido del empaque Xtend y Bandeja. Los cuales permiten

cumplir con las normas y requisitos de calidad para su exportación al mercado europeo. Por lo contrario el empaque Fibrolux no mantiene la calidad del producto, ya que su vida en anaquel no sobrepasa los 21 días en buenas condiciones.

**2.7.5** El análisis económico utilizando muestra que el tratamiento más rentable de los cuatro evaluados fue Temkin, con mayor beneficio neto con el menor costo que varía. El cual recupera la inversión inicial y se obtiene ganancia. La relación beneficio/costo del empaque Temkin, fue la más alta obteniendo por cada Q 1.00 invertido una ganancia de Q 0.63.

## **2.8 RECOMENDACIONES**

**2.8.1** De la calidad de la arveja dulce que se empaque y del manejo en frío que se le dé al producto, siendo fundamental manejar rangos de temperaturas de 32° a 37° F (0 a 3° C), para óptimos resultados de esto dependerá posteriormente su reacción en cualquier empaque.

**2.8.2** Para la exportación de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en fresco, se recomienda hacer uso de la bolsa Temkin, ya que por la característica de micro perforación laser le permite proporcionar al producto la conservación de sus características organolépticas, proporciona menor severidad de enfermedades fungosas y mantener la vida en anaquel que se requiere para un envío vía marítima hacia Europa.

**2.8.3** Económicamente se recomienda al empaque Temkin, ya que es el más rentable de los cuatro evaluados, obteniendo el mayor beneficio neto con el menor costo que varía, a pesar que con los cuatro empaques se recupera la inversión inicial, con este empaque se obtiene mayor ganancia.

- 2.8.4** Continuar otras investigaciones con otros tipos de empaques, que favorezcan a la conservación de la calidad y que aumenten la vida en anaquel de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) y complementar con algún aditivo o químico que contribuya a esto.
  
- 2.8.5** Realizar otras investigaciones evaluando los materiales de empaque, pero con otros vegetales (ejemplo: zucchini, zanahoria, ejote, etc.).
  
- 2.8.6** Es importante que las empresas exportadoras de vegetales en fresco cuenten con adecuados sistemas de trazabilidad y control de la calidad e inocuidad de sus productos, de forma que puedan posicionarse en el mercado, a partir de ofrecer mejores productos que la competencia.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPORT (Asociación de Exportadores, GT). 2013. Exportaciones del sector de arveja y vegetales favorecen a los productores rurales del país (en línea). AGEXPORT Hoy, Guatemala, enero 3. Consultado 20 set 2015. Disponible en <http://agexporthoy.export.com.gt/2013/01/exportaciones-del-sector-de-arveja-y-vegetales-favorecen-a-los-productores-rurales-del-pais/>
2. CAMTUR (Cámara de Turismo, Antigua Guatemala y Sacatepéquez, GT). 2012. Sumpango (en línea). Guatemala. Consultado 1 set 2015. Disponible en <http://www.camturantigua.com/sacatepequez/sumpango/>
3. COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas, GT). 2015. Estructura COGUANOR (en línea). Guatemala. Consultado 21 set 2015. Disponible en <http://coguanor.gob.gt/index.php?id=23>
4. Comité Arveja, GT. 2015. Promoción de inversiones e intercambios comerciales apoyo al sector de la micro y pequeña empresa de Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 20 set 2015. Disponible en [http://cunori.edu.gt/download/ADEGO\\_1.pdf](http://cunori.edu.gt/download/ADEGO_1.pdf)
5. FAO 2003. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas <http://www.fao.org/docrep/006/Y4893S/y4893s08.htm>
6. FAO, IT. 2009. Manual para el mejoramiento del manejo postcosecha de frutas y hortaliza: Las frutas y hortalizas frescas como productos perecibles (en línea) Italia. Consultado 14 abril de 2016. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x5055s/x5055S02.htm>
7. FAO, IT; OMS, SW; Codex Alimentarius Commission, IT. 2013. Manual de procedimiento (en línea). Italia. Consultado 3 set 2015. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3243s.pdf>

8. FAO.IT. 2009. Glosario de agricultura orgánica de la FAO: organoléptico (en línea). Roma, Italia. Consultado 21 set 2015. Disponible en <http://www.boletinagrario.com/ap-6,organoleptico,963.html>
9. FENALCE (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, CO). 2010. El cultivo de la arveja, historia e importancia (en línea). Colombia. Consultado 17 set 2015. Disponible en [http://www.fenalce.org/arch\\_public/arveja93.pdf](http://www.fenalce.org/arch_public/arveja93.pdf)
10. FIBROLUX, DE. 2014. Embalaje Fibrolux (en línea). Alemania. Consultado 17 set 2015. Disponible en [http://packaging.fibrolux.com/packaging/?no\\_cache=1](http://packaging.fibrolux.com/packaging/?no_cache=1)
11. Filipi Galicia, PA. 1993. Evaluación de dos densidades de siembra y respuesta a diferentes programas de fertilización en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) var. Sugar Snap, en el municipio de Santiago Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 69 p.
12. GoogleEarth 2016. Mapa satélite de Guatemala: Santo domingo Xenacoj, Sacatepéquez (en línea). US. Consultado el 3 set 2015. Disponible en: <http://wikimapia.org/#lat=13.6623446&lon=-92.8353233&z=17&l=0&m=>
13. Guarchaj Guarchaj, EO. 2014. Efecto de fuentes potásicas sobre la concentración de sólidos solubles en variedades de arveja dulce; Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landivar. 67 p.
14. H. B. Fuller, US. 2015. Una guía completa de packaging agrícola (en línea). US. Consultado 16 set 2015. Disponible en <http://www.hbfuller.com/agricultural-packaging>
15. Horton, D. 1982. Análisis de presupuesto parcial para investigación de papa a nivel de finca (en línea). Lima, Perú, CIP, Boletín de Información Técnica no. 16, 18 p. Consultado 20 set 2015. Disponible en [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNABD610.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABD610.pdf)
16. Ingeniería Agrícola por Colombia, CO. 2002. Empaque para vegetales y frutas frescas (en línea). Colombia. Consultado 20 set 2015. Disponible en <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/empaques.htm#inicio>

17. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), 2012. Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Recuperado en abril de 2015 de <http://www.ica.gov.co/getattachment/e16a-4b6e-d0fa-49da-a400-dc31e40fe643/-nbsp;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-hortaliz.aspx>
18. Loyman J. 2012 .Guía para determinar la vida útil en anaquel (en línea). Consultado 21 set 2015. Disponible en [http://www.pymerural.org/docs/vida\\_util\\_anaquel.pdf](http://www.pymerural.org/docs/vida_util_anaquel.pdf)
19. MAGA, Perfil comercial de la arveja. 2014. Ficha técnica (en línea). Guatemala. Consultado el 5 marzo 2016. Disponible en <http://web.maga.gob.gt/download/Perfil%20arveja%20china.pdf>
20. Morales González, AG. 2014. Implementación de la clasificación y despunte de la vaina en el cultivo de arveja china; Santa María de Jesús, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landivar. 72 p.
21. Pelayo, C; Castillo, D. 2002. Técnicas de manejo pos cosecha a pequeña escala: manual para los productos hortofrutícolas. Trad. G. López. 4 ed. Davis, California, US, Universidad de California. 280 p.
22. PLAEN Plástico, Envasado y Afines, US. 2012. Temkin empaque de atmosfera modificada (en línea). Utah, US. Consultado 18 set 2015. Disponible en <http://plaen.blogspot.com/2012/01/temkin-introduce-embalaje-de-atmosfera.html>
23. Reyes, M. 2001. Análisis económico con experimentos agrícolas con presupuestos parciales: re enseñando el uso de este enfoque. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Boletín Informativo CIAGROS 1-2001.
24. StePac, US. 2013. Xtend envases para verduras y frutas frescas (en línea). US. Consultado 17 set 2015. Disponible en [http://www.stepac.com/sites/Stepac/UserContent/files/Catalogs%202013/Xtend%20product%20catalog\\_2013\\_Spanish.pdf](http://www.stepac.com/sites/Stepac/UserContent/files/Catalogs%202013/Xtend%20product%20catalog_2013_Spanish.pdf)

25. Suslow, T; Cantwell, M. 2013. Guisante (arveja) de vaina comestible: tipos Snow y Snap; recomendaciones para mantener la calidad postcosecha (en línea). Davis, California, US, University of California, Department of Plant Sciences. Consultado 15 set 2015. Disponible en [http://postharvest.ucdavis.edu/Hortalizas/Guisante\\_arveja\\_de\\_vaina\\_comestible\\_\\_tipos\\_Snow\\_y\\_Snap/](http://postharvest.ucdavis.edu/Hortalizas/Guisante_arveja_de_vaina_comestible__tipos_Snow_y_Snap/)
26. Tierra de Árboles, GT. 2016. Empresa exportadora de vegetales frescos Tierra de Árboles, S.A. (Correspondencia personal). Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala.



The seal of the Academia Coactemalenensis is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red and white dress, possibly a saint or a historical figure, seated on a white horse. The background is light blue with a golden crown at the top. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "CETERA ACORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER".

### **CAPÍTULO III**

**SERVICIOS RELIZADOS EN LA EMPRESA EMPACADORA Y EXPORTADORA TIERRA DE ÁRBOLES, S.A.; UBICADA EN SANTO DOMINGO XENACUJ, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A**



### 3.1 PRESENTACIÓN

A continuación se presentan los servicios que se realizaron durante el Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- para el fortalecimiento técnico de la empacadora y exportadora Tierra de Árboles, S.A.

Se realizaron tres servicios uno de ellos fue ofrecer capacitación al personal que labora en la planta de la empacadora y exportadora Tierra de Árboles, S.A. con el objetivo de dar a conocer algunos temas al personal que tiene contacto con el producto, abordando varios temas de interés personal y para la empresa, evaluando la comprensión de los temas durante la capacitación. Los temas que se abarcaron son parte de las certificaciones que obtiene la empresas anualmente.

El segundo servicio fue la inspección de la calidad de la materia prima en donde se identificaron contaminantes durante el proceso de clasificado y despunte y empacado en cajas y bandejas, con el objetivo de eliminar todo aquel producto que altere la calidad e inocuidad del producto.

El tercer servicio que se realizó es la elaboración de registros que son de utilidad para llevar un control de las actividades que se realizan en la planta empacadora, estos registros son llevados para mejorar los procesos que se llevan a cabo en la etapa de post cosecha. Además es importante registrar cada una de las actividades de la planta como parte de la documentación necesaria para la certificación BRC.

## 3.2 CAPACITACIÓN DE HIGIENE PERSONAL Y DE LAVADO DE MANOS

### 3.2.1 Objetivos

#### 3.2.1.1 General

Capacitar al personal de la planta que manipula el producto, acerca del tema de higiene personal y lavado adecuado de manos.

#### 3.2.1.2 Específicos

Generar conciencia sobre la importancia de la aplicación de este tema y sobre la repercusión que se genera sobre las personas y el producto al no implementarse correctamente.

### 3.2.2 Metodología

Se realizó la capacitación al personal de la empresa Tierra de Árboles, S.A. para quienes tienen contacto directo con el producto presentando los siguientes temas:

#### A. **Concepto y objetivo de la higiene personal y lavado adecuado de manos**

La higiene personal se refiere al estado general de limpieza del cuerpo y la ropa de las personas que manipulan los alimentos. La expresión higiene alimentaria está frecuentemente asociada a la higiene personal, limitándose, muchas de las veces, al cuidado en el lavado de las manos. Por lo que el lavado de manos es esencial para cumplir con el principal beneficio de tener una buena higiene personal que es la salud propia, con ello evitando enfermedades desde la persona manipuladora de alimentos hasta para el consumidor final.

### **B. Repercusión de la mala aplicación de los temas**

El hombre es portador de bacterias en la boca, la nariz, manos, intestino, ropa, el cabello, uñas, anillos y puede contaminar los alimentos cuando los manipula, tose o respira sobre los mismos.

### **C. Aspectos importantes para tener una buena higiene personal en casa**

Es obligatorio que el personal aplique los hábitos de higiene personal para presentarse a las instalaciones de la empresa.

### **D. Procedimiento sobre el lavado adecuado de manos**

El personal debe de saber y conocer cuál es el procedimiento adecuado de manos.

### 3.2.3 Resultados obtenidos

Se capacitó al personal, teniendo una duración de 1 hora la capacitación de higiene personal y lavado de manos, a un total de 40 personas con la presencia de 10 hombres y 30 mujeres según listado de asistencia (ver figura 23).

CAPACITACIONES		CAPACITACIONES	
Relatado por	Aprobado por	Relatado por	Aprobado por
Área de Calidad	Gerencia General	Gerencia General	Gerencia General
Versión 3	Versión 3	Versión 3	Versión 3
Fecha de Capacitación: 12/10/15	Duración: 30 minutos	Fecha de Capacitación: 30 minutos	Duración: 30 minutos
Expositor: Rocela Chang	Responsable: Alejandro Rojas	Expositor: Rocela Chang	Responsable: Alejandro Rojas
Tema: Higiene personal y lavado de manos		Tema: Higiene personal y lavado de manos	
Objetivo: Personal de nuevo ingreso reconociera la importancia de la higiene en el día a día		Objetivo: que el personal reconozca la importancia del lavado de manos	
Nº	Nombre de la persona	Presente/Asistió	Presente/Asistió
25	Rosa Angélica Barrantes	Asistió	Asistió
29	Diana Alexandra Caceres	Asistió	Asistió
8	Maria Victoria Jus Abance	Asistió	Asistió
37	Sonia Elizabeth Jandy Bontal	Asistió	Asistió
20	Rosa Mercedes Camp	Asistió	Asistió
10	Galadys Mariabel Vargas Abance	Asistió	Asistió
03	Vilma Griselda Sosa Chiqui	Asistió	Asistió
31	Luisa Estrella Díaz Boco	Asistió	Asistió
27	Silvia Sola	Asistió	Asistió
27	Evelyn Emilia Yaguí Guano	Asistió	Asistió
25	Rosa Mercedes Camp	Asistió	Asistió
22	Mónica Alejandra Riquelme de Riquelme	Asistió	Asistió
14	Sandra Susana Gómez	Asistió	Asistió
30	Sandra Elizabeth Bontal	Asistió	Asistió
11	Mónica Alejandra Riquelme de Riquelme	Asistió	Asistió
23	Luisa Estrella Díaz Boco	Asistió	Asistió
15	Michelle Pérez	Asistió	Asistió

Figura 23 Fotografía de hoja de asistencia para capacitaciones.

Se concientizó al personal para que efectuó las buenas prácticas de higiene desde casa y hasta dentro de las instalaciones de la empresa. En la figura 24 se muestra la capacitación realizada al personal y en la figura 25 muestra al personal recibiendo la capacitación.



Figura 24 Fotografía de la capacitación del personal.



Figura 25 Fotografía del personal recibiendo la capacitación.

Luego de la capacitación, se realizó una evaluación al personal capacitado con el fin de conocer cuál fue su nivel de comprensión de los temas expuestos, en donde se obtuvo un 98% de retención.

### **3.2.4 Conclusión**

Se realizó la capacitación de higiene personal y lavado adecuado de manos, logrando que el personal de la empresa Tierra de Árboles S.A. conozca su importancia y repercusión, además con ello cumplir con la norma BRC basada en una serie de requisitos de calidad e inocuidad del producto producido.

### **3.2.5 Recomendación**

1. Realizar las capacitaciones para temporadas de producción de 10 meses al menos 3 veces por temporada.
2. Seguir abordando con decisión el tema de la inocuidad del producto ya que es estratégico para la empresa Tierra de Árboles S.A., por razones de salud pública, de competitividad, de acceso a mercados, de bienestar y de progreso en general.

### 3.3 INSPECCIÓN DE CALIDAD DE MATERIA PRIMA

#### 3.3.1 Objetivo

##### 3.3.1.1 General

Inspeccionar materia prima para exportación, eliminando toda aquella que no cumpla con los estándares de calidad establecidos.

##### 3.3.1.2 Específicos

- Realizar inspecciones de calidad en varias de las actividades que se llevan a cabo en la planta.
- Identificar contaminantes o daños que pueda presentar la materia prima a exportar.

#### 3.3.2 Metodología

Inspección de la calidad de materia prima se realizó en:

- En mesas para su despunte (eliminación de cáliz y flor).
- Ya despuntadas en cajas.
- En mesa lista para su pre empaque o sobre banda transportadora de producto lista para el empaque.

### 3.3.3 Resultados obtenidos

La inspección de materia prima se realizó diariamente, eliminando toda aquella que presentara problemas de calidad tales como: daño mecánico, daño por plagas, daño por enfermedades, vainas sobre maduras o inmaduras y eliminación de algún peligro físico. En la figura 26 se observa el área en donde se inspeccionaba la arveja (*Pisum sativum* L.).



Figura 26 Fotografía del área que se inspeccionaba, en donde el personal clasifica y despunta las vainas de la arveja (*Pisum sativum* L.).

La materia prima debe de cumplir con ciertos estándares de calidad como: longitud de 7 a 8 cm, presentar una coloración verde claro o el característico de la variedad. La arveja (*Pisum sativum* L.) no debe mostrar signos de daños por enfermedades, plagas o de maduración , como se puede observar e la figura 27.



Figura 27 Fotografías de vainas de arveja (*Pisum sativum* L.) dañadas y eliminadas durante la inspección de calidad.

### 3.3.4 Evaluación

Se logró al finalizar la temporada 2015- 2016 con la inspección de una cantidad de materia prima de 2, 387,203 lb de arveja china y arveja dulce. La empresa actualmente tiene la visión de tener más personal para la inspección de calidad del área de mesas, empaque y pre-empaque para así ser un proveedor fiable de productos alimenticios de calidad aún más aceptable.

### **3.4 CONTROL DE REGISTROS DE ACTIVIDADES REALIZADAS SEMANALMENTE EN LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES, S.A.**

#### **3.4.1 Objetivo**

##### 3.4.1.1 General

Elaborar los registros de las actividades que se realizan en la empresa exportadora de vegetales frescos Tierra de Árboles, S.A.

##### 3.4.1.2 Específicos

Elaborar manualmente los diferentes registros de actividades relacionadas a la inocuidad de áreas o procesos que puedan ser un riesgo para la calidad e inocuidad del producto final.

#### **3.4.2 Metodología**

Con el apoyo de la auxiliar de calidad ya que ella conoce los procesos y productos utilizados, se elaboraron los registros que tengan relación con la calidad e inocuidad del producto durante el proceso productivo en planta.

Por medio de la observación se elaboraron los registros de los programas pre requisitos: limpieza y sanitización de instalaciones-planta, higiene del personal, calibración de equipo de medición y de temperatura y control de plásticos duros.

### **3.4.3 Resultados**

Se llevó a cabo la elaboración de ciertos registros relacionados a la calidad e inocuidad del producto, no se abarcaron en totalidad ya que existen más registros y otros programas pre requisitos con los que trabaja la empresa, pero que se encuentran a cargo de otros trabajadores. Los registros elaborados de los programas pre requisitos supervisados son:

#### **A. Programa pre requisito limpieza y sanitización de las instalaciones-planta**

Se elaboró un registro para cada una de las siguientes áreas: recepción, lavado de manos, clasificado de producto, empaque de producto, cuartos fríos. Estos registros consistieron en tener un control de la limpieza, en donde para cada uno de estos registros se coloca la fecha, áreas inspeccionadas, productos químicos utilizados, el responsable de la limpieza, si hay observaciones y alguna medida correctiva.

Importancia: que cada una de estas áreas se encuentre limpia y sanitizada libre de cualquier agente material que pueda contaminar al producto.

#### **B. Programa pre requisito higiene personal**

Para este programa pre requisito se elaboraron dos registros que son higiene del personal y salud del personal. Para el registro de higiene del personal consistió en supervisar la integridad higiénica de las personas a diario en el ingreso a la planta y cuantas veces lo ameritara haciendo anotación de alguna anomalía a los requisitos establecidos por la empresa anotando en el registro la observación, la medida correctiva y se amonesta verbalmente al personal.

El registro de salud del personal se lleva el control de los problemas de salud que puedan presentar las personas y de las acciones tomadas. En el registro se coloca la fecha en que se enfermó, hora, nombre de la persona, síntomas presentados, acciones tomadas (Pastillas, primeros auxilios), fecha de reinicio de labores (inmediata u otra fecha) firma del encargado de las observaciones.

Importancia: con el registro de higiene personal se conoce la limpieza del personal que manipulan o están en contacto con los alimentos y con el registro de salud de personal se conoce a las personas que manipulan o están en contacto con los alimentos que han presentado enfermedad, si se toman acciones correctivas estas quedan registradas en caso de reclamos por contaminación o presencia de materiales extraños.

### **C. Programa prerrequisito calibración de equipo de medición y de temperatura**

Se elaboraron dos registros el primero es verificación de básculas y el segundo calibración de termómetros. Estos registros consisten en verificar diariamente la calibración de las básculas y termómetros antes de ser utilizados colocando la fecha, el número del aparato, procedimiento de calibración, observaciones y las medidas correctivas tomadas.

Importancia: Conocer el estado de las básculas y termómetros con esto se determina si el peso y temperaturas utilizadas son las adecuadas en caso de reclamos.

### **D. Programa prerrequisito control de plásticos duros**

Este registro consiste en tener un control de los plásticos duros de la planta, en donde se verifica en las áreas de: recepción, clasificado, empaque, pre empaque, cuartos fríos y área del personal (baños, vestidores, comedor) y pasillos en general de la planta. Se anotan las observaciones en caso de anomalías y las medidas correctivas tomadas.

Importancia: Conocer el estado de los plásticos duros de la planta que puedan poner en riesgo la integridad del producto que se empaca, el objetivo es conocer el origen de alguna anomalía y aplicar medidas correctivas antes de continuar con el proceso en que se encuentre el producto.

#### **3.4.4 Conclusión**

Se realizaron los distintos registros de ciertos programas prerrequisitos aplicados en la empresa elaborados semanalmente en la planta, logrando cumplir con el objetivo de presentar la documentación requerida para los días de auditorías de la certificación de la Norma Mundial de Seguridad Alimentaria BRC.

#### **3.4.5 Recomendación**

1. Llevar ordenadamente el control de los registros de las diferentes actividades que se realizan en la planta, para poder llevar un mayor control de los procesos y del personal que participa en dichas actividades.
2. Tener toda la documentación pertinente para el cumplimiento de la certificación, con el fin de siempre abarcar los requisitos de seguridad alimentaria, calidad y cumplimiento de requisitos del cliente.

## 4. ANEXOS



Figura 28A Fotografía del proceso de pesado y clasificado de vainas de arveja dulce.



Figura 29A Fotografía del proceso de sellado de empaques



Figura 30A Fotografía de la estantería en donde se colocó el experimento distribuido aleatoriamente.



Figura 31A Fotografía del sistema de enfriado del cuarto frío en donde se estableció el experimento.

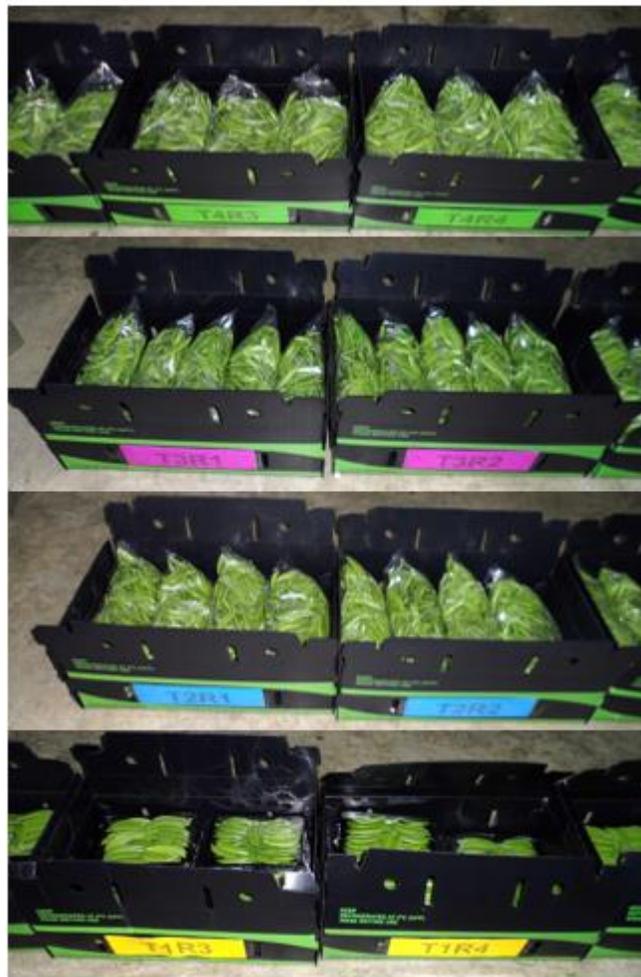


Figura 32A Fotografía de las unidades experimentales y tratamientos.



Figura 33A Fotografía de un día de toma de datos, supervisado por la Ingeniera Alejandra Agosto Gerente de Calidad de la empresa Tierra de Árboles, S.A.



Figura 34A Fotografía del empaque Bandeja.



Figura 35A Fotografía de la bolsa Temkin en donde se observa la micro perforación laser.



Figura 36A Fotografía de la bolsa Xtend.



Figura 37A Fotografía de la bolsa Fibrolux en donde se observa una perforación bastante grande.

EVALUADOR:			Yokmi Priscila Chang Morales																			
MONTAJE DEL EXPERIMENTO:			22 de enero del 2016																			
FECHA DE TOMA DE DATOS:			x de x del 2016 (x días)																			
CUADRO RESUMEN PARA EVALUACION DE ESCALAS DE ARVEJA DULCE ( <i>pisum sativum L.</i> )																						
VARIABLE	ESCALA	DEFINICIÓN	T1 (Bandeja)					T2 (Temkin)					T3 (X-tend)					T4 (FibroLux)				
			R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
Turgencia	0 - 33.33	Crispi																				
	34.33 - 66.67	Semi Crispi																				
	67.67 - 100	Flacido																				
Deshidratación	0 - 20	No presenta																				
	21 - 40	Muy Leve																				
	41 - 60	Moderado																				
	61 - 80	Grave																				
	81 - 100	Crítico																				
Olor	0 - 50	Agradable-característico																				
	51 - 100	Desagradable-podrido																				
Color	0 - 33.33	Verde intenso- característico																				
	34.33 - 66.67	Verde amarillo																				
	67.67 - 100	Verde oscuro marron																				
Severidad																						
Botrytis	0 - 20	No presenta																				
	21 - 40	Muy Leve																				
	41 - 60	Moderado																				
	61 - 80	Grave																				
	81 - 100	Crítico																				
Ascochita	0 - 20	No presenta																				
	21 - 40	Muy Leve																				
	41 - 60	Moderado																				
	61 - 80	Grave																				
	81 - 100	Crítico																				

Figura 38A Fotografía del cuadro resumen utilizado para la evaluación de escalas de arveja dulce (*Pisum sativum L.*) para cada día de toma de datos.