

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO TIEMPOS DE SECADO EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y PRESENCIA DE HONGOS EN ARVEJA DULCE (*Pisum sativum* L.) PARA LA EXPORTACIÓN, EN LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES S.A. SANTO DOMINGO XENACÓJ, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

ANTONIA JUANA DE JESÚS VÁSQUEZ QUIÑONEZ

200915943

GUATEMALA, MAYO DE 2017



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO TIEMPOS DE SECADO EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y PRESENCIA DE HONGOS EN ARVEJA DULCE (*Pisum sativum* L.) PARA LA EXPORTACIÓN, EN LA EMPRESA TIERRA DE ÁRBOLES S.A. SANTO DOMINGO XENACÓJ, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.

POR

ANTONIA JUANA DE JESÚS VÁSQUEZ QUIÑONEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERA AGRÓNOMA

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, MAYO DE 2017



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr.	Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr.	Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M.A.	César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.Sc.	Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr.	Walfer Yasmany Godoy Santos
VOCAL QUINTO	P. Agr.	Cristian Alexander Méndez López
SECRETARIO	Ing. Agr.	Juan Alberto Herrera Ardón

Guatemala, mayo 2017



Guatemala, mayo 2017

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el Trabajo de Graduación: **Evaluación del efecto de cuatro tiempos de secado en las características organolépticas y presencia de hongos en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) para la exportación, en la empresa 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”

ANTONIA JUANA DE JESÚS VÁSQUEZ QUIÑONEZ



## **ACTO QUE DEDICO A:**

**A DIOS Y A LA VIRGEN SANTÍSIMA:** Por ser mis creadores y dadores de toda sabiduría e inteligencia y los que me llenan de bendiciones día con día.

**A MI MADRE:** María Bernabela Vásquez Quiñonez, por ser el pilar de mi vida para este triunfo, por el amor, la paciencia, la comprensión, por el apoyo que siempre tuve y por los consejos que siempre me brindó para ser cada día una mujer de bien.

**A MI ABUELO:** Juan Alberto Vásquez Celada, por su cariño, paciencia, por haber creído en mí siempre y por ser un gran ejemplo.

**A MIS TÍOS:** Especialmente por su cariño, paciencia, apoyo y su presencia en momentos difíciles y de felicidad a lo largo de la vida, y principalmente a Jaime Alberto Vásquez y Layla Rossel.

**A MIS PRIMOS:** Por compartir los mejores momentos a lo largo de mi vida y su apoyo incondicional.



## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

**A:**

GUATEMALA (Ciudad Vieja)

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 me albergó para ser una profesional más al servicio del país.

MI SUPERVISOR

Ing. Alfredo Itzep por su supervisión, por su tiempo, orientación, y apoyo durante el Ejercicio Profesional Supervisado, por su confianza, paciencia.

MI ASESOR

Ing. Edgar Franco 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 DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
1.1 PRESENTACIÓN .....	3
1.2 MARCO REFERENCIAL .....	5
1.2.1 Ubicación de la empresa.....	5
1.2.2 Empresa Tierra de Árboles .....	5
1.2.3 Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC).....	6
1.3 OBJETIVOS .....	7
1.3.1 General .....	7
1.3.2 Específicos.....	7
1.4 PROBLEMÁTICA .....	8
1.5 METODOLOGÍA.....	9
1.6 RESULTADOS .....	10
1.6.1 Análisis FODA.....	10
1.6.2 Criterio para la Ponderación del FODA.....	13
1.6.3 Discusión FODA.....	14
1.6.4 Análisis POST-FODA.....	16
1.7 CONCLUSIONES.....	17
1.8 RECOMENDACIONES.....	18
1.9 BIBLIOGRAFÍA.....	19
1.10 ANEXOS.....	20
1.10.1 Guía de entrevista educación y fomento.....	20
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>21</b>
2.1 PRESENTACIÓN .....	22
2.2 MARCO TEÓRICO .....	24
2.2.1 MARCO CONCEPTUAL .....	24
A. Aspectos generales de la arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....	24
B. Clasificación botánica.....	24
C. Requerimientos edáficos y climáticos de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.).....	26
D. Fenología de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....	26
E. Mercado europeo .....	29
F. Híbrido SL 3123 .....	30
G. Factores que afectan el secado de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....	31
H. Métodos de secado de la arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....	33
I. Enfermedades post cosecha de la arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....	35

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
J. Factores que causan deterioro de alimentos no procesados en almacenamiento .....	35
<i>b. Características organolépticas</i> .....	36
2.2.2 <i>Marco referencial</i> .....	38
A. Información de la Agroexportadora Tierra de Árboles S.A. ....	38
B. Condiciones climáticas .....	38
C. Condiciones de cuartos fríos .....	38
2.3 OBJETIVOS .....	39
2.3.1 <i>Objetivo General</i> .....	39
2.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	39
2.4 HIPÓTESIS .....	39
2.5 METODOLOGÍA .....	40
2.5.1 <i>Metodología experimental</i> .....	40
A. Localización del área experimental .....	40
B. Material experimental .....	40
C. Unidad experimental .....	40
D. Tratamientos .....	41
E. Diseño experimental .....	41
F. Distribución de los tratamientos .....	41
G. Modelo estadístico .....	42
2.5.2 <i>Variables de respuesta</i> .....	43
A. Presencia de hongos .....	43
B. Características Organolépticas .....	45
C. Contenido de humedad .....	48
D. Contenido de humedad de la arveja seca .....	48
2.5.3 <i>Toma de datos</i> .....	49
A. Análisis de datos .....	49
B. Elaboración de flujograma .....	49
C. Manejo del experimento .....	49
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	51
2.6.1 <i>Condiciones de la arveja dulce después de lavada</i> .....	51
A. Presencia de <i>Ascochyta</i> sp y <i>Botrytis</i> sp .....	51
B. Características organolépticas .....	53
2.6.2 <i>Propuesta de proceso para acondicionamiento y empaque de las vainas de arveja dulce (Pisum sativum L.)</i> .....	57
A. Recepción de materia prima .....	57
B. Pesado de materia prima .....	57
C. Análisis de calidad .....	57

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
D. Almacenamiento en cuartos fríos.....	57
E. Clasificación y descalizado de la materia prima .....	58
F. Lavado.....	58
G. Escurrimiento y secado de las vainas.....	58
H. Segundo análisis de calidad.....	58
I. Empaque .....	58
J. Pesado y encajado .....	59
K. Trazabilidad.....	59
L. Empaquetado.....	59
M. Revisión y Carga del Contenedor .....	59
2.7 CONCLUSIONES.....	61
2.8 RECOMENDACIONES.....	62
2.9 BIBLIOGRAFÍA.....	63
2.10 ANEXOS.....	65
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>72</b>
3.1 PRESENTACIÓN .....	73
3.2 INSPECCIÓN DE CALIDAD EN PRE-EMPAQUE Y EMPAQUE .....	74
3.2.1 OBJETIVOS.....	74
A. General.....	74
B. Específicos.....	74
3.2.2 METODOLOGÍA .....	75
3.2.3 RECURSOS.....	75
3.2.4 RESULTADOS.....	76
3.2.5 EVALUACIÓN.....	77
3.3 LLENADO DE REGISTROS BAJO LA NORMA APPCC (HACCP) .....	78
3.3.1 OBJETIVOS.....	78
A. Objetivo específico .....	78
B. Objetivos generales.....	78
3.3.2 METODOLOGÍA .....	78
3.3.3 RECURSOS.....	79
3.3.4 RESULTADOS.....	79
3.4 BIBLIOGRAFÍA.....	83

## ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1 Análisis de Fortalezas de la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	10
Cuadro 2 Análisis de Oportunidades de la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	11
Cuadro 3 Análisis de debilidades de la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	12
Cuadro 4 Análisis de Amenazas de la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	13
Cuadro 5 Criterios para la ponderación del FODA para la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	14
Cuadro 6 Discusión del FODA de la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	15
Cuadro 7 Análisis FODA de la empresa Tierra de Arboles, S.A. ....	16
Cuadro 8 Clasificación taxonómica de arveja duce ( <i>Pisum sativum</i> L.) ....	25
Cuadro 9 Características del híbrido de arveja dulce SL 3123 ....	31
Cuadro 10 Tratamientos evaluados, horas de secado de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.), en la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	41
Cuadro 11 Escala para evaluar la presencia de <i>Botrytis sp.</i> en vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) en la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	43
Cuadro 12 Escala para evaluar la presencia de <i>Ascochyta</i> en vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) en la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	44
Cuadro 13 Características y escala para evaluar la turgencia de la vaina de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) en la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	45
Cuadro 14 Características y escala de olor de la vaina de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) en la empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	46
Cuadro 15 Características y escala de color de la vaina de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.), empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	47
Cuadro 16 Contenido de humedad de las vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) ....	56
Cuadro 17A Matriz de la toma de datos para los siete días ....	65
Cuadro 18A Matriz de la toma de datos para los quince días ....	66
Cuadro 19A Matriz de la toma de datos para los veintiún días ....	67
Cuadro 20A Matriz de la toma de datos para los treinta y un días. ....	68
Cuadro 21A Análisis de varianza para el hongo <i>Ascochyta sp.</i> , en vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) en almacenamiento después de secado en la empresa Tierra de Árboles S.A. ....	69
Cuadro 22A Análisis de varianza para el hongo <i>Ascochyta sp.</i> , en vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) en almacenamiento después de secado ....	69
Cuadro 23A Análisis de media para la presencia del hongo <i>Ascochyta sp.</i> ....	69
Cuadro 24A Análisis de varianza para la variable turgencia en arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) ....	70
Cuadro 25A Análisis de varianza para la variable color en arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) ....	70

Cuadro 26A Prueba de medias para la variable turgencia en arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) en almacenamiento.....	70
Cuadro 27A Prueba de medias para la variable turgencia en arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) después desecado.....	71
Cuadro 28A Prueba de medias para el variable color en arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) en almacenamiento después de secado.....	71
Cuadro 29A Listado maestro .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1 Ubicación de la empresa Tierra de Árboles, S.A.....	5
Figura 2 Logotipo de la Empresa Tierra de Árboles, S.A.....	6
Figura 3 Organigrama de la Empresa Tierra de Árboles, S.A. ....	6
Figura 4 Metodología FODA para la empresa Tierra de Árboles, S.A.....	9
Figura 5 Fruto de arveja duce ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....	25
Figura 6 Germinación de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....	27
Figura 7 Desarrollo vegetativo arveja duce ( <i>Pisum sativum</i> L.).....	27
Figura 8 Floración de arveja duce ( <i>Pisum sativum</i> L.)28	
Figura 9 Fruto y semillas de arveja duce ( <i>Pisum sativum</i> L.) .....	29
Figura 10 Exportaciones de arveja desde Guatemala a la UE. ....	30
Figura 11 Distribución de las unidades experimentales del fruto arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.) en el cuarto frío, empresa Tierra de Árboles, S.A.....	42
Figura 12 Escala utilizada para evaluar la severidad de Botrytis cinérea en vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.).....	44
Figura 13 Escala diagramática para evaluar la severidad de Ascochyta en vaina de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.).....	45
Figura 14 Escala diagramática para evaluar la turgencia en vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.).....	46
Figura 15 Escala diagramática para evaluar el color de vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.).....	47
Figura 16 Flujograma del proceso de recepción, acondicionamiento, empaque y secado de las vainas de arveja dulce ( <i>Pisum sativum</i> L.).....	60
Figura 17 Metodología de pre empaquete y empaquete .....	75
Figura 18 Clasificado y llenado de bandejas. ....	76
Figura 19 Inspección del producto pre-empaquete y empaquete en faja transportadora. ....	76
Figura 20 Calidad del producto en pre-empaquete. ....	77
Figura 21 Metodología de llenado de registros bajo la normas de APPCC (HACCP). ....	79



**Evaluation of the effect of four drying times on the organoleptic characteristics and presence of fungi on sweet pea (*Pisum sativum* L.) for export in the company Tierra de Árboles, S.A.; Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala, C.A.**

**Evaluación del efecto de cuatro tiempos de secado en las características organolépticas y presencia de hongos en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) para la exportación, en la empresa 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.

La calidad e inocuidad de la materia prima es la base principal de la exportación, es por ello que las exportadoras de arveja dulce deben realizar una clasificación, desinfección, despunte, empaçado y almacenado en cuartos fríos, para que posteriormente el producto pueda ser exportado, además de cumplir con los estándares de calidad exigidos por los clientes en los países importadores.

Por ello se organizó y propuso a la empresa Tierra de Árboles S.A. el desarrollo de una evaluación de tiempos de secado, teniendo como objetivo aumentar la vida en anaquel y disminuir el rechazo de producto por presencia de hongos y cambio en las propiedades organolépticas de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.), provocado por el alto contenido de humedad de la arveja cuando se empaça.



Se utilizó un diseño completamente al azar, se evaluaron cinco tratamientos los cuales estuvieron constituidos por cinco tiempos de secado de arveja dulce (*Pisum sativum* L.), estos fueron de 0, 8, 12, 16 y 20 horas bajo condiciones controladas.

En la investigación se observó que a mayor tiempo de secado existe menos incidencia de patógenos y se conservan las características organolépticas de la arveja dulce; con ello se contribuyó a resolver el problema antes referido. Para aumentar la vida de anaquel en arveja dulce se debe secar en frío en períodos de 20 horas.

Entre los servicios realizados se incluyó la inspección de calidad de materia prima en pre empaque y empaque, en donde se verifica que la materia prima presente mejores características, evitando así daños por enfermedad, plagas, daño mecánico, por madurez (sobre maduro o inmaduro). Teniendo como principal objetivo eliminar todo aquel producto que no cumpla con los estándares establecidos.

El segundo servicio fue el llenado de registros en donde se documentó algunas de las actividades que se realizan diariamente durante los procesos de manufactura, bajo la norma APPCC (Análisis de peligros y de puntos críticos de control).







## 1.1 PRESENTACIÓN

La arveja dulce (*Pisum sativum* L.), es una planta de la familia Leguminosae, es una herbácea anual que se cultiva normalmente en climas templados, templado frío y húmedo. Su uso 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. En Guatemala desde hace aproximadamente 25 años es uno de los cultivos no tradicionales de exportación que genera considerables ingresos de divisas al país. (Rosas Portilla, 2006).

En el presente estudio se describen los procedimientos empleados por la empresa Tierra de Árboles, S.A., la cual exporta en la actualidad alrededor de 25,000 kilogramos semanalmente a al mercado de Holanda (80 %) y para Estados Unidos (20 %). La planta de proceso se ubica en Santo Domingo Xenacoj, Sacatepéquez, Guatemala.

El sector exportador de arveja 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 en 200 comunidades de los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez principalmente, produciendo en un área estimada de 3,144 hectáreas.

Las empresas exportadoras están adscritas a AGEXPORT y tienen su representación a través del Comité de Arveja que está conformado por miembros exportadores de este cultivo. El Comité de Arveja anualmente desarrolla un plan de trabajo de acuerdo a las necesidades del sector, y tiene como objetivo principal: Desarrollar el sector exportador de arveja para lograr ser competitivo en el mercado internacional.

Para poder ingresar en este mercado es necesario que la empresa cumpla con los protocolos de Global Gap, BRC, For Live y MAGA, el cual establece los procedimientos a seguir, tanto en el campo de producción, como durante el proceso de beneficiado y empaque del producto para su envío final.

Las líneas de acción están orientadas a mejorar la productividad del cultivo y la calidad de acuerdo a los estándares del mercado objetivo. También asegura la fitosanidad e inocuidad del producto de acuerdo a los requerimientos de las regulaciones propias del mercado en

particular. Para lograr lo anterior se trabaja en las áreas de capacitación, asistencia técnica, promoción comercial, investigación y control de calidad. (Santizo, 2012).

En el presente diagnóstico se evaluaron las condiciones del proceso de manufactura de arveja dulce en la empresa exportadora Tierra de Árboles S.A., y se determinaron y jerarquizaron los principales problemas y las causas que limitan la exportación, luego se planearon posibles soluciones al área de calidad (planta de empaque), basados en las buenas prácticas que ayuden a corregir los problemas de mayor importancia.

Por otro lado se utilizaron elementos del Plan Estratégico el cual contiene los objetivos estratégicos de la institución, así como otros documentos institucionales y entrevistas realizadas a personal de los diferentes departamentos de la empresa, fueron utilizados como herramientas de análisis para la elaboración de la matriz FODA y después se realizó un análisis post-FODA que contribuyó a crear estrategias para mejorar la gestión institucional. Finalmente se presentarán algunas conclusiones y recomendaciones.

## 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.

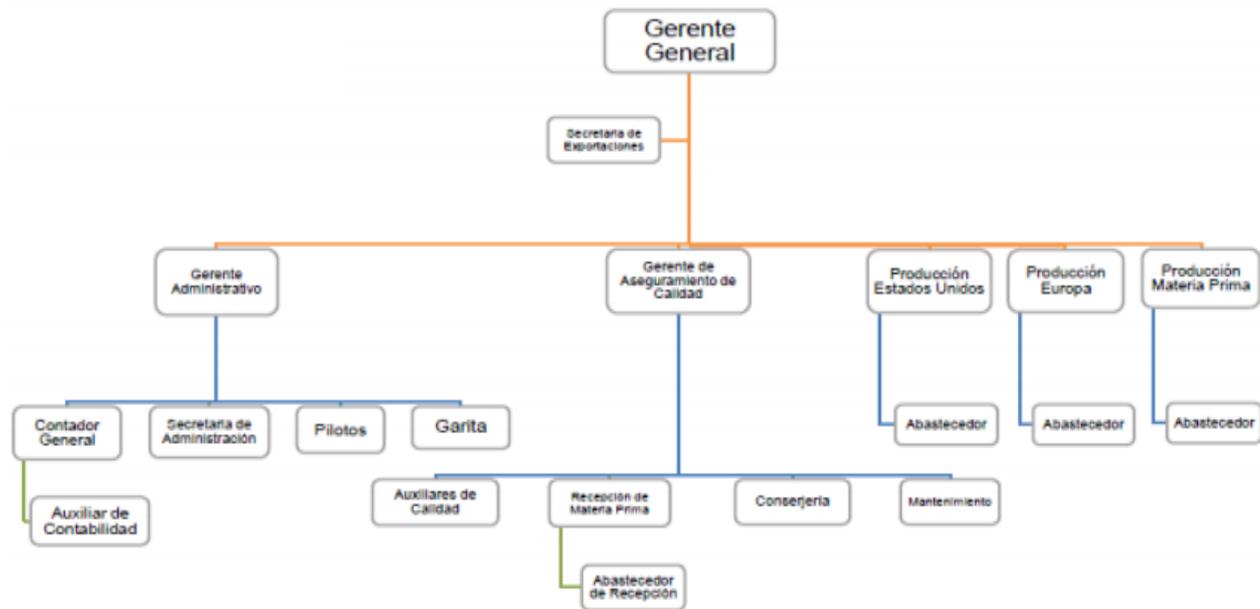
### 1.2.2 Empresa Tierra de Árboles

Es una empresa cien por ciento guatemaltecas, que produce y distribuye vegetales en fresco de la más alta calidad a mercados Norte Americanos y Europeos, teniendo como principal objetivo ofrecer la satisfacción total de los consumidores, gracias a nuestras políticas de inocuidad aplicada en la empresa.



Fuente: Archivo fotográfico Tierra de Árboles.

**Figura 2** Logotipo de la Empresa “Tierra de Árboles”, S.A



Fuente: Archivo fotográfico Tierra de Árboles.

**Figura 3** Organigrama de la Empresa “Tierra de Árboles”, S.A.

### 1.2.3 Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC)

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, 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).

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 General

Elaborar un análisis FODA de la situación del proceso de manufactura de arveja dulce (*Pisum sativum* L.), de la empresa exportadora Tierra de Árboles S.A., para el planteamiento de posibles soluciones a los problemas que se identifiquen.

### 1.3.2 Específicos

1. Observar que proceso productivo no se está llevando a cabo adecuadamente.
2. Detectar las posibles causas que afectan el proceso productivo de secado y lavado de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)
3. Identificar los principales problemas y sistematizar la información recolectada para la construcción de una matriz FODA para la empresa Tierra de Árboles, S.A.

## 1.4 PROBLEMÁTICA

Es claro que en la actualidad los rendimientos del cultivo de arveja han decrecido y los costos de producción han aumentado; por lo tanto, el cultivo ya no ofrece los altos márgenes de rentabilidad. Tener una producción eficiente resulta ser una condición indispensable para mantener los márgenes aceptables para la exportación del producto.

La falta de contacto directo entre el productor y el exportador tiene fuertes implicaciones en los esfuerzos para mejorar la producción. Es difícil controlar los métodos de producción y el uso de productos químicos, ya que por lo general el exportador no identifica al productor responsable. La vinculación indirecta del productor con el mercado dificulta la transferencia de nuevos requerimientos de mercado o tecnologías mejoradas (Rosas, 2003).

## 1.5 METODOLOGÍA

Para conocer la situación de la institución, Tierra de Árboles S.A.; se realizó un diagnóstico institucional y un diagnóstico para el comité donde se trabajó el proyecto directamente. Se realizaron entrevistas no estructuradas para obtener la información necesaria de diversas fuentes, las cuales se mencionan en este trabajo.



**Figura 4** Metodología FODA para la empresa Tierra de Árboles S.A.

## 1.6 RESULTADOS

### 1.6.1 Análisis FODA

Los resultados obtenidos están basados en el análisis de diferentes documentos obtenidos de la empresa exportadora Tierra de Árboles, S.A., como entrevistas realizadas al personal y al Departamento Financiero para diagnosticar la situación actual de los departamentos.

**Cuadro 1** Análisis de Fortalezas de la empresa Tierra de Árboles S.A.

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS CLAVE COMUNES	FRECUENCIA	VARIABLE
<b>Certificaciones HACCP, FOR LIVE BRC Y MAGA</b>	1	La certificación HACCP, FOR LIVE. BRC Y MAGA constituyen en elementos que posiciona a la empresa con un alto nivel calidad en la inocuidad de los alimentos
<b>Profesionales expertos en diferentes ámbitos que logran conformar un equipo multidisciplinario</b>	3	La empresa cuenta con profesionales especializados en la diferente área de manejo de la empresa.
<b>Profesionales capacitados en los temas que trabajan en el departamento</b>	3	Constantes capacitaciones al personal en el diferente proceso que realiza en la empresa.
<b>Se llevan a registros que garantizan la trazabilidad de los productos y por lo tanto la inocuidad de los productos</b>		La empresa cuenta con capital disponible para ejecutar los procesos.
<b>La empresa es estable económicamente</b>		Nivel organizacional óptimo para realizar las tareas de HACCP.
<b>Tiene una buena organización</b>		
<b>Comedores para todo el personal de la planta</b>		
<b>Baños adecuadas para la cantidad de personas dentro de la planta</b>		
<b>Clínica medica</b>		
<b>La mayoría de producto que se empaca para exportar viene de fincas propias</b>		

En el cuadro anterior (cuadro 1) se incluye en este los recursos disponibles, las capacidades y habilidades positivas de la empresa Tierra de Árboles. Las capacidades especiales de cada departamento las cuales le permiten lograr las funciones del mismo se le llaman fortalezas.

Las oportunidades de la empresa Tierra de Árboles fueron los factores que resultaron favorables y explotables los cuales permiten obtener ventajas competitivas y las podemos ver en el cuadro 2.

**Cuadro 2** Análisis de Oportunidades de la empresa Tierra de Árboles S.A.

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS CLAVE COMUNES	FRECUENCIA	VARIABLE
<b>Aceptación de EPS</b>	3	Estudiante de la Facultad de Agronomía (Espesitas) en búsqueda de profesionalización realizan investigaciones dentro de la empresa para mejorar los procesos de la misma.
<b>Alta producción de arveja dulce</b>	3	
<b>Mejor calidad del producto</b>		Demanda de los alimentos a nivel internacional.
<b>Tratados de libre comercio</b>	3	Las certificaciones obtenidas ayudan a mejorar la imagen a nivel internacional.
<b>Poseen clientes y contactos en Europa y Estados Unidos</b>	3	Con Estados Unidos tiene libre comercio (TLC) con Europa se basan en el artículo 2383.

En la empresa existe una posición desfavorable frente al desarrollo de las funciones de cada departamento las cuales son sus debilidades y se muestran en el cuadro 3.

**Cuadro 3** Análisis de debilidades de la empresa Tierra de Árboles S.A.

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS CLAVE COMUNES	FRECUENCIA	VARIABLE
<b>No existe documentación de tiempos de secado para un mejor control de patógenos en tránsito hacia Europa.</b>	3	Se encurtan deficiencia en los procesos de secado de la arveja dulce <i>PisumSativum</i> L. Las cuales afectan la viabilidad para ser exportada.
<b>No se cuenta con personal en el lugar de destino para evaluar el estado del producto.</b>	3	Carencia de personal técnico para abarcar todo el trabajo que se lleva a cabo dentro de los departamentos así como priorización de otras actividades que no van acorde al cien por ciento con las funciones de los departamentos.
<b>Programas de digitalización.</b>		Falta de digitalización de los registros.
<b>Acceso limitado al recurso hídrico, se paga por acceso a agua para cisterna de dos mil galones.</b>		No se cuenta con fuentes adecuadas hídricas dentro de la planta.
<b>No existe registro del rechazo.</b>		No se cuentan con registros adecuados para controlar el rechazo y reduce el control de ganancias.

La Empresa tiene situaciones que provienen de factores externos, que se vislumbran como riesgos significativos para la permanencia de cada departamento estos son las amenazas y se observan en el cuadro 4.

**Cuadro 4** Análisis de Amenazas de la empresa Tierra de Árboles S.A.

DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS CLAVE COMUNES	FRECUENCIA	VARIABLE
<b>Cambio climático.</b>	3	El cambio climático amenaza con reducir las cosechas de los productores.
<b>Economía de los países donde se exporta.</b>		La situación económica a nivel internacional podría causar reducción en la exportación del producto.
<b>Competencia con otras empresas del gremio de exportación hortícola.</b>		Contaminación del producto de proveedores con exceso de pesticidas que pueden ocasionar reclamos por exceso de nivel máximo de residuos de nivel máximo de residuos.
<b>Contaminación por pesticidas.</b>		

### 1.6.2 Criterio para la ponderación del FODA

Para llevar a cabo la elaboración de la matriz FODA se realizó un análisis FODA por entrevistas y se llevó a cabo un criterio para la ponderación y así formular un solo FODA.

**Cuadro 5** Criterios para la ponderación del FODA para la empresa Tierra de Árboles S.A.

NIVEL DE VALORACIÓN	CRITERIO
<b>Muy Significativo (MS)</b>	Una frecuencia de 3 respuestas coincidentes.
<b>Significativo (S)</b>	Una frecuencia de 2 respuestas coincidentes.
<b>Escasamente significativo</b>	Menos de 1 respuesta coincidente.

Se tomarán en cuenta aquellos indicadores que se refieran a contenidos iguales o similares con más de dos apariciones de frecuencia para medir las variables.

### 1.6.3 Discusión FODA

Las oportunidades y amenazas posibilitan la construcción de escenarios anticipados que permiten reorientar el rumbo de las diferentes aéreas, las fortalezas y debilidades corresponden al ámbito interno de la empresa. Se deben encontrar cuáles son las fortalezas con las que cuenta y cuáles son las debilidades que obstaculizan el cumplimiento de sus objetivos estratégicos esto se muestra en el cuadro 6.

**Cuadro 6** Discusión del FODA de la empresa Tierra de Árboles S.A.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<p><b>La certificación HACCP, FOR LIVE. BRC Y MAGA constituyen elementos que posicionan a la empresa con un alto nivel calidad en la inocuidad de los alimentos.</b></p> <p><b>La empresa cuenta con profesionales especializados para cada área de la empresa.</b></p> <p><b>Constante capacitación al personal para los varios procesos que se realizan en la empresa.</b></p> <p><b>La empresa cuenta con capital disponible para ejecutar los procesos.</b></p> <p><b>Nivel organizacional óptimo para realizar las tareas.</b></p>	<p>Estudiantes de la Facultad de Agronomía (Espesitas) en búsqueda de profesionalización realizan investigación dentro de la empresa para mejorar los procesos de la misma.</p> <p>Demanda de los alimentos a nivel internacional.</p> <p>Las certificaciones obtenidas ayudan a mejorar la imagen a nivel internacional.</p> <p>Tratados de libre comercio que hay con Estados Unidos y con Europa regidos por el artículo 2383.</p>
DEBILIDADES	AMENAZAS
<p><b>Deficiencia en los procesos de secado al no tener un tiempo estipulado de la arveja dulce (<i>Pisum sativum</i> L.) las cuales afectan la viabilidad para ser exportados</b></p> <p><b>Carencia de personal técnico para abarcar todo el trabajo que se lleva a cabo dentro de los departamentos, así como priorización de otras actividades que no van acorde al cien por ciento con las funciones de los departamentos.</b></p> <p><b>Falta de digitalización de los registros</b></p> <p><b>No se cuenta con fuentes adecuadas de agua potable dentro de la planta.</b></p> <p><b>No se cuentan con registros adecuados para controlar el rechazo y reduce el control de ganancias.</b></p>	<p>El cambio climático amenaza con reducir las cosechas de los productores.</p> <p>La situación económica a nivel internacional podría causar reducción en la exportación del producto.</p> <p>Contaminación del producto de proveedores con exceso de pesticidas que pueden ocasionar reclamos por exceso de nivel máximo de residuos.</p>

### 1.6.4 Análisis POST-FODA

Se realizó el análisis post-FODA donde se desarrollaron cuatro estrategias de acuerdo a los resultados obtenidos de la integración del mismo.

**Cuadro 7** Análisis FODA de la empresa Tierra de Arboles

FO (Maxi-Maxi)	DO (Mini-Maxi)
<p><b>Estrategia 1.</b> Capacitación constante al personal para que dominen los temas de la certificación, de tal manera que esta se pueda actualizar anualmente con éxito.</p> <p><b>(O1, F2, F1)</b></p>	<p><b>Estrategia 2.</b> Al ser estudiante de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se cuenta con la capacidad necesaria para realizar una investigación donde se pueda evaluar cuatro diferentes tiempos de secado en la arveja dulce (<i>Pisum sativum</i> L.).</p> <p><b>(D1,O1)</b></p>
FA (Maxi- Mini)	DA (Mini- Mini)
<p><b>Estrategia 3.</b> Los profesionales dentro de la empresa buscaran la manera de reducir el impacto del cambio climático.</p> <p><b>(F2,A1)</b></p>	<p><b>Estrategia 4.</b> Realizar un convenio con la municipalidad e implementar un sistema que contribuya a preservar el recurso hídrico, tener más control de los pesticidas que utilizan los proveedores.</p> <p><b>(D4 ,A1, A)</b></p>

## 1.7 CONCLUSIONES

- Las fortalezas de la Empresa Tierra de Árboles S.A., están muy cimentadas y organizadas ya que cuenta con cuatro certificaciones BRC, Global GAP, MAGA y For live; las primeras tres se basan en las buenas prácticas de manufactura, infraestructura y control de pesticida y For live es una certificación social. Esto le da la pauta al cliente de que en esta empresa es de importancia proveer arveja de alta calidad e inocua con beneficio social.
- La principal oportunidad de la empresa de Tierra de Árboles S.A., es poder exportar arveja a Europa y Estados Unidos.
- La principal debilidad de la Empresa Tierra de Árboles S.A., es que mientras mayor es el tiempo de tránsito especialmente el producto que se envía a Europa, se necesita aumentar la vida de anaquel debido a que mientras más tiempo mayor riesgo de que haya proliferación de hongos como consecuencia a que se desconoce el tiempo adecuado de tiempos de secado en los cuartos fríos.
- Se detectaron tres amenazas importantes: el cambio climático amenaza con reducir las cosechas de los productores, la economía a nivel internacional puede causar inestabilidad en costos para la exportación del producto y el uso inadecuado de pesticidas puede ocasionar reclamos por exceso de nivel máximo de residuos, además de relacionarse a la primera amenaza descrita. La empresa es responsable de todos los pesticidas que se utilizan, deben estar admitidos por las certificaciones que se manejan en este caso BRC y Global GAP.

## 1.8 RECOMENDACIONES

- Implementar el uso de registros de los procesos de lavado de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) con tiempos de secados establecidos, para poder reducir hongos post-cosecha.
- Aumentar la capacitación al personal de planta sobre buenas prácticas de manufactura BPM, ya que existe rotación de personal, por ello llegan a desconocer las normas de inocuidad.
- Establecer acuerdos con la municipalidad de Santo Domingo Xenacoj, para que la empresa tenga alcance al recurso hídrico ya que ella no cuenta con este recurso.
- Implementar un sistema de gestión ambiental para el área de producción agrícola y en la planta empacadora, para determinar la contaminación que genera por el uso de pesticidas y desechos.
- Hacer estudios económicos de Europa y Estados Unidos, ya que puede ser una variante económica negativa dentro de la empresa.

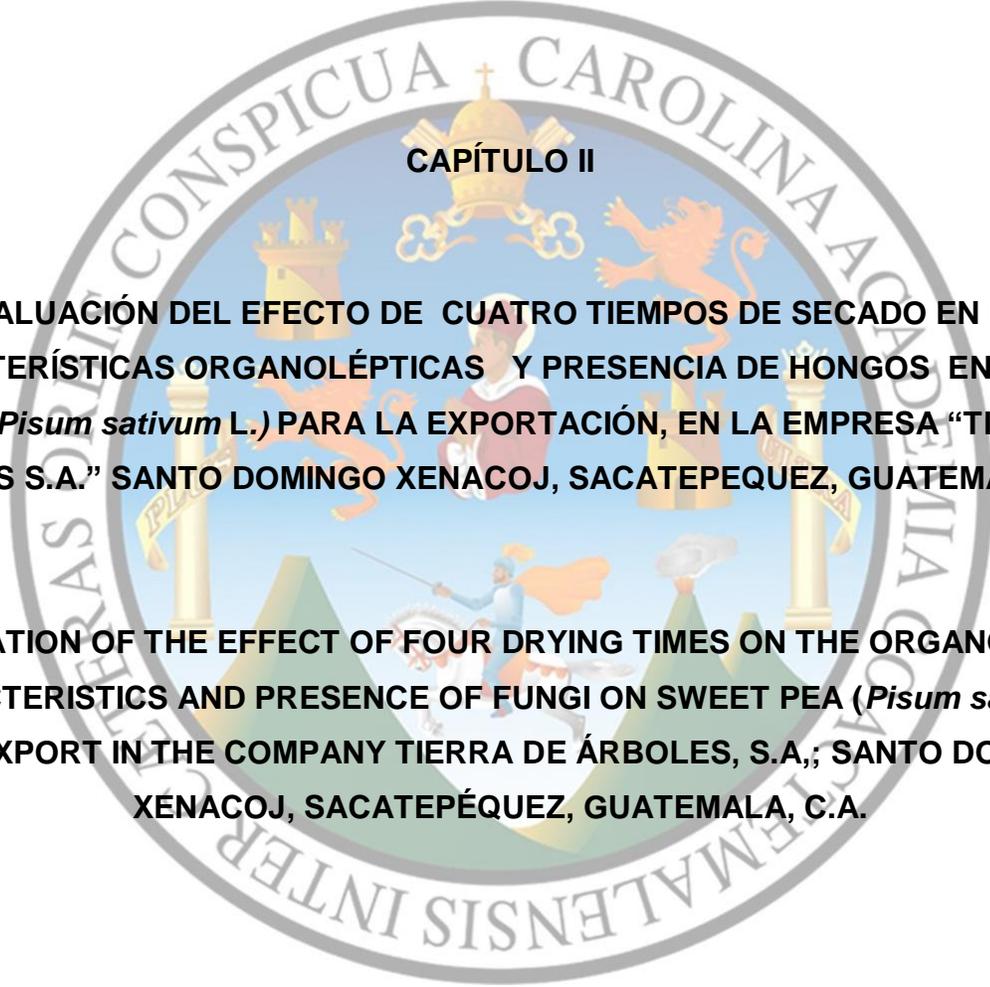
## 1.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Oportunidades de Negocios, GT. 2006. Consideraciones (en línea). Guatemala, AGEXPORT, Oportunidades de Negocios. Consultado 2 mar 2012. Disponible en [http://www.negociosgt.com/main.php?id=285&show\\_item=1&id\\_area=153](http://www.negociosgt.com/main.php?id=285&show_item=1&id_area=153)
2. Rosas Portilla, EF. 2006. Producción de arveja (*Pisum sativum*) de cuatro variedades: semi verde, chilena, híbrida y piquinegra a diferentes densidades de siembra en la zona de El Ángel, Provincia del Carchi. Tesis Ing. Agr. El Ángel, Carchí, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería Agronómica. 100 p. Consultada 2 mar 2012. Disponible en <http://190.63.130.199:8080/bitstream/123456789/1221/1/TESIS%20ARVEJA%20%20EDISON%20ROSAS.pdf>
3. Santizo, E. 2012. Comité de arveja (en línea). Guatemala, AGEXPORT, Comité de Arveja. 2 p. Consultado 2 mar 2012. Disponible en <http://cofama.org/Portal/Entities/Admin/ViewNews.aspx?NewsID=1191>

## 1.10 ANEXOS

### 1.10.1 Guía de entrevista educación y fomento

1. ¿Qué certificados manejan la empresa?
2. ¿Cuáles son las funciones de los trabajadores?
3. ¿Qué han hecho de investigaciones?
4. ¿Cuáles son sus fortalezas?
5. ¿Cuáles son sus oportunidades?
6. ¿Cuáles son sus debilidades?
7. ¿Cuáles son sus amenazas?
8. ¿Tiene fuentes hídricas dentro de la planta?
9. ¿Cuántos trabajadores existen dentro de Planta?
10. ¿Cuál es el organigrama de la empresa?
11. ¿Cuál es el proceso de la arveja dulce?
12. ¿Tiene flujo gramas de proceso?
13. ¿Cuál es la documentación que llevan?



## CAPÍTULO II

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO TIEMPOS DE SECADO EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y PRESENCIA DE HONGOS EN ARVEJA DULCE (*Pisum sativum* L.) PARA LA EXPORTACIÓN, EN LA EMPRESA “TIERRA DE ÁRBOLES S.A.” SANTO DOMINGO XENACÓJ, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

**EVALUATION OF THE EFFECT OF FOUR DRYING TIMES ON THE ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS AND PRESENCE OF FUNGI ON SWEET PEA (*Pisum sativum* L.) FOR EXPORT IN THE COMPANY TIERRA DE ÁRBOLES, S.A.; SANTO DOMINGO XENACÓJ, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

## 2.1 PRESENTACIÓN

La arveja dulce (*Pisum sativum* L.), es una hortaliza leguminosae herbácea anual, que crece normalmente en clima templado y húmedo. Como planta cultivada es muy antigua, su empleo en la alimentación humana se remonta en 6,000 a 7,000 años A.C.. La arveja es originaria de Asia Central, Cercano Oriente y Mediterráneo. El cultivo en Guatemala comenzó en 1972 y solo un año después empezó a ser exportada. Es uno de los cultivos no tradicionales de exportación, que genera considerables ingresos de divisas al país. (MAGA, 2014).

La empresa Tierra de Árboles S.A., funciona desde hace 14 años y se ha colocado a un alto nivel como exportadora nacional; dedicándose a la exportación a nivel internacional de productos hortícolas, entre ellos arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

Uno de los problemas que causa rechazo en el mercado de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) que se exporta es la presencia de hongos y cambio en sus propiedades organolépticas, provocado por el alto contenido de humedad del producto cuando se empaca. Para resolver este problema se debe encontrar un tiempo adecuado de secado que aumente su vida en anaquel.

La empresa Tierra de Árboles S.A. exporta a Estados Unidos (20%) y a Europa (80%); las cantidades de producto exportadas a Europa son mayores ya que tienen mayor estabilidad en el cambio de su moneda adema de mayor demanda de producto tomándolo como ventaja, pero tiene la desventaja de que el tránsito a Europa es más largo. Por ello el trabajo se enfoca a que algunos de los tiempos de secado evaluados aumenten la vida en anaquel de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

La investigación se orientó a establecer el tiempo adecuado de secado de arveja dulce (*Pisum sativum* L.), para obtener un producto con un menor contenido de humedad, que mantenga sus características organolépticas y prevenga la contaminación con patógenos,

esto para alcanzar mejores condiciones para su posterior comercialización a nivel internacional.

Se utilizó un diseño completamente al azar, se evaluaron cinco tratamientos los cuales estuvieron constituidos por cinco tiempos de secado, estos fueron de 0, 8, 12, 16 y 20 horas bajo condiciones controladas.

En la investigación se observó que a mayor tiempo de secado existe menos incidencia de patógenos y se conservan las características organolépticas de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.); con ello se contribuyó resolver el problema arriba referido. Para alargar la vida de anaquel de la arveja dulce se debe secar en frío en períodos de 20 horas.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco conceptual

#### A. Aspectos generales de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

La arveja dulce (*Pisum sativum* L.) pertenece a la familia de las leguminosas, es una planta cuyo origen se sitúa en el Medio Oriente y en el Mediterráneo, desde hace muchos años está largamente distribuida por todo el mundo. Es una planta anual, que se cultiva en climas húmedos y frescos.

La arveja dulce es rica en fibra, en vitaminas A y C, así como también en potasio y hierro. Es un producto que es utilizado para uso culinario. Tiene la particularidad de que puede usarse en sus distintas etapas de maduración. La producción de esta leguminosa en Guatemala se concentra en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Huehuetenango, Sololá y Quiché (MAGA, 2014).

#### B. Clasificación botánica

De acuerdo con el Sistema Taxonómico Binomial como se muestra en el cuadro 1, la arveja pertenece a la familia *Fabaceae* y su nombre científico es (*Pisum sativum* L.), también se le conoce con el nombre de chícharo o guisante, el fruto se presenta en la figura 5. Se caracteriza por ser de ciclo anual, con tallo herbáceo, sus hojas son compuestas, con dos o tres pares de folíolos, con un zarcillo terminal, de flores sencillas e insertadas en las axilas de las hojas. El fruto es en vaina, algo comprimida y terminada en una pequeña curva. Las semillas, numerosas en cada vaina, son casi esféricas (Nolasco, 2014).

**Cuadro 8.** Clasificación taxonómica de arveja duce (*Pisum sativum* L.)

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

Fuente: Nolasco, 2014



Fuente: Nolasco, 2014.

**Figura 5.** Fruto de arveja duce (*Pisum sativum* L.)

La arveja es una planta trepadora anual, normalmente con un solo tallo dominante. En los primeros dos o tres nudos tienen hojas escamosas trífidas. Los nudos inmediatos superiores tienen hojas con un par de folíolos, incrementándose el número de estos en nudos superiores. En las hojas superiores los folíolos terminales y algunas veces subterminales están modificados como zarcillos. Todas las hojas poseen dos estípulas insertas en la base del peciolo (Nolasco, 2014).

### **C. Requerimientos edáficos y climáticos de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)**

La arveja dulce se adapta a una gran variedad de suelos, con excepción de los muy compactos, se cultiva en suelos francos, francos arcillosos, fértiles, profundos bien drenados con un pH de 6 a 7.

El clima para la arveja dulce debe de ser de templado a frío, alturas comprendidas entre los 1,500 a 2,450 msnm. Con temperaturas comprendidas entre los 10 a 12 °C, temperaturas más altas pueden provocar la caída de las flores y temperaturas más bajas pueden reducir el peso y tamaño de las semillas (Nolasco, 2014).

### **D. Fenología de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)**

#### **a. Pregerminación**

En condiciones adecuadas de temperatura y de humedad, la semilla comienza a embeber agua a través de la testa y el micrópilo, aumentando gradualmente de tamaño hasta el segundo día, luego comienza un proceso de alta actividad metabólica para posteriormente germinar (Villareal, 2006).

#### **b. Germinación**

La germinación empieza al cuarto día. En la figura 2 se muestra la germinación de la arveja dulce; aparecen el hipocótilo y la radícula que empiezan a crecer el primero hacia la superficie del suelo y el otro en sentido contrario. La germinación es hipógea con la particularidad de que sus cotiledones no salen a la superficie debido a que el hipocotilo no se alarga. (Villareal, 2006)



Fuente: Nolasco, 2014.

**Figura 6.** Germinación de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

### c. Desarrollo vegetativo

El desarrollo vegetativo empieza cuando la planta desarrolla las primeras hojas verdaderas, sucesivamente se forman los nudos vegetativos y el tallo principal comienza a ramificarse a partir del segundo nudo. El crecimiento del tallo continúa, las hojas foliolos y zarcillos van apareciendo y las ramas se desarrollan igual que el tallo principal, pero de menor tamaño. Esta fase se desarrolla en tres y seis semanas según la variedad, en la figura 3 se muestra el desarrollo vegetativo en arveja dulce (Villareal, 2006).



Fuente: Villareal, 2006.

**Figura 7.** Desarrollo vegetativo arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

#### d. Floración

La floración se inicia de los 20 o 30 días de la siembra, en las variedades precoces y a los 40 a 45 días en las variedades de arvejas para consumo en fresco. Los botones florales al formarse crecen encerrados por las hojas superiores, se produce la fase de fecundación, esto dura de 2 a 3 días en horas de máxima intensidad solar. En la figura 4 se muestra la floración de arveja dulce (Villareal, 2006).



Fuente: Villareal, 2006.

**Figura 8.** Floración de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

#### e. Fructificación

La formación y desarrollo de los frutos se inicia a los 8 o 10 días de aparecidas las flores. Una vez que ocurre el proceso de fecundación y se desprenden, los pétalos se vuelven al ovario fecundado. Este hecho, netamente morfológico, comienza a los 125 días de la siembra y tiene una duración de 25 días aproximadamente. En la figura 5 se muestra la fructificación de los frutos de arveja dulce (Villareal, 2006).



Fuente: Villareal, 2006.

**Figura 9.** Fruto y semillas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

#### **f. Maduración de los frutos**

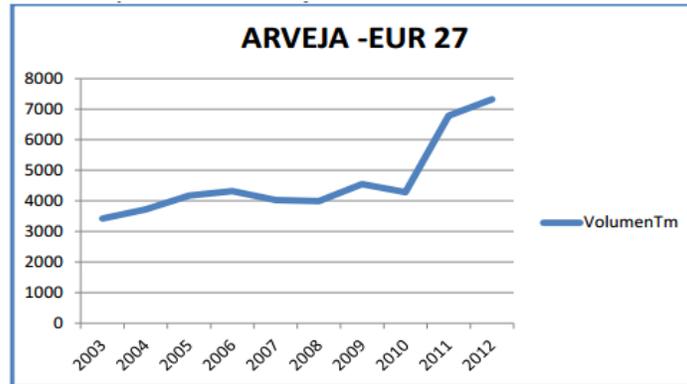
Los granos durante los primeros días crecen muy lentamente, después entran en una fase de rápido crecimiento, el cual se manifiesta mediante un abultamiento de las vainas, esto se va haciendo cada vez mayor, como producto del crecimiento progresivo de los granos. La cavidad de las vainas se llena en forma completa cuando los granos alcanzan el estado de madurez para consumo en verde. La madurez para consumo en verde se logra con un contenido promedio de humedad en los granos de 72 a 74 por ciento (Villareal, 2006).

#### **E. Mercado europeo**

En varios países de la Unión Europea (UE) hay una producción elevada de distintos tipos de arveja dulce (*Pisum sativum* L.), especialmente en Francia, Bélgica y Holanda, que no sólo abastecen los mercados locales, sino que también son exportados al resto de países comunitarios.

Uno de los aspectos que demandan los consumidores y por tanto lo consideran las autoridades, es el control de los residuos de pesticidas, asegurándose no sólo la ausencia de productos prohibidos, sino también el control de los Límites Máximos de Residuos (LMR) permitidos, los cuales presentan una tendencia a bajar en los próximos años.

Durante los últimos 10 años el comportamiento de las exportaciones de arveja dulce desde Guatemala a la Unión Europea, es ascendente (del 2003 al 2012 se exportaron aproximadamente 36 toneladas métricas). En la figura 6, se observa la tendencia ascendente de la exportación de arveja china de Guatemala a Europa (MAGA, 2014).



Fuente: MAGA, 2014.

**Figura 10.** Exportaciones de arveja desde Guatemala a la UE.

## F. Híbrido SL 3123

El híbrido SL 3123 es un material de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) con alto potencial de rendimiento, adaptabilidad, resistencia a *Fusarium* y producción de calidad. El potencial de rendimiento es de 24,000 lb exportables por manzana. En el cuadro 2, se muestra las características del híbrido SL3123.

**Cuadro 9.** Características del híbrido de arveja dulce SL 3123

<b>Característica</b>	<b>Datos del Híbrido</b>
Densidad Poblacional	70 mil plantas/mz
Potencial de Rendimiento	17,000 lb/mz
Condiciones Climáticas	Buena adaptación entre 1,500 – 2,600 m s.n.m.
Resistencia Intermedia a Enfermedades	Mildiu Polvoso causada por <i>Pseudoperonospora</i>

Fuente: Syngenta, 2013.

## **G. Factores que afectan el secado de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)**

### **a. Respiración**

La arveja realiza el proceso de respiración absorbiendo oxígeno de la atmósfera y liberando dióxido de carbono. Durante la respiración la producción de energía proviene de la oxidación de las propias reservas de almidón, azúcares y otros metabolitos. Una vez cosecha del producto no puede reemplazar estas reservas que se pierden y la velocidad con que disminuyen será un factor de gran importancia en la duración de vida postcosecha del producto (FAO, 2014).

### **b. Transpiración**

La arveja se compone principalmente de agua (80 % o más) y en la etapa de crecimiento tienen un abastecimiento abundante de agua a través del sistema radicular de la planta. Con la cosecha, este abastecimiento de agua 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 atmósfera, tal como lo hacía antes de la cosecha, por un proceso

conocido como transpiración. La atmósfera interna de la arveja está saturada con vapor de agua, pero a la misma temperatura el aire circundante está menos saturado, por lo que pierde agua (FAO, 2014).

### **c. Humedad**

Para prolongar la vida en postcosecha de cualquier producto fresco debemos controlar los procesos de respiración y transpiración, que consiste en el movimiento de vapor de agua a través de un gradiente. Si la humedad del aire es alta la presión del vapor de agua también será alta. A una temperatura dada la cantidad de vapor de agua que puede contener el aire es limitada. Cuando el aire se satura de agua (100 % de humedad relativa) toda agua.

La extracción de la humedad de la arveja dulce previene el crecimiento y la reproducción de los microorganismos causantes de la pudrición. Produce una disminución sustancial del peso y el volumen, reduciendo empaque, costos de almacenamiento y transporte y permitiendo el almacenamiento del producto a temperatura ambiente por largo tiempo. (FAO, 2014)

### **d. Deshidratación**

Básicamente, el deshidratado consiste en retirar por evaporación el agua de la superficie del producto y trasladarla al aire circundante. Al deshidratar se producen dos fenómenos: transmisión del calor del medio gaseoso externo al medio interno del sólido poroso y transferencia de la humedad interna del sólido al medio externo.

En el sólido, el calor tiene que pasar primero a su superficie y de allí a su interior. La masa húmeda se transfiere desde el interior del sólido hacia su superficie como líquido y/o vapor, y como vapor desde su superficie al medio externo. En este proceso se distinguen dos estados, el estado pendular, que es el de un líquido en un sólido poroso cuando no existe una película continua de líquido alrededor de las partículas discretas y el estado funicular, que es el de un cuerpo poroso cuando absorbe aire dentro de los poros por la succión capilar (FAO, 2014).

### **e. Temperatura.**

Mientras mayor sea el diferencial de temperatura entre el medio calórico y el producto, mayor será la intensidad de transferencia del calor al producto, permitiendo una mayor energía para extraer la humedad. Cuando el medio calórico es el aire, la temperatura juega un rol secundario importante. Mientras el agua se extrae del producto como vapor, éste debe ser transportado afuera.

De lo contrario, la masa de aire se saturará de humedad, retardando la extracción de agua. Mientras más caliente sea el aire, mayor será la humedad que podrá portar antes de saturarse. De ahí que una mayor temperatura del aire alrededor del producto pueda extraer más humedad que un aire más frío. El factor de arrastre es la capacidad del aire para retirar humedad y fluctúa entre un 30% y 50% de la cantidad teórica. También un mayor volumen de aire será capaz de extraer mayor vapor que uno menor (FAO, 2014).

## **H. Métodos de secado de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.)**

### **a. Secado al aire libre**

Tradicionalmente se secan algunos alimentos, tales como, hortalizas entre ellas arveja dulce sin ningún equipamiento especial. Se colocan sobre una manta, lona o tablas de madera o se cuelgan por un hilo al aire libre, en el Sol o en la sombra -según el producto- aprovechando el calor ambiental (FAO, 2014).

## **b. Secadores solares**

El método de secadores solares funciona cuando la radiación solar es transformada en calor a través del efecto invernadero en un llamado colector solar, que tiene los siguientes elementos:

Una superficie metálica oscura, preferiblemente de color negro, generalmente orientada hacia la dirección del sol, que recibe y absorbe los rayos luminosos. El calor producido de esta manera es transferido al aire, que está en contacto con dicha superficie.

Una cobertura transparente (vidrio o plástico), que deja pasarla radiación luminosa y que evita el escape del aire caliente (FAO, 2014).

## **c. Secado a bajas temperaturas**

El método de secado a bajas temperaturas se le denomina así porque se seca en cuartos fríos, ya que los microorganismos en un estado saludable de crecimiento pueden contener más del 80 % de agua. Esta agua la obtienen del alimento en el que proliferan. Si el agua se extrae del alimento, también se extraerá de la célula bacteriana y la proliferación se detendrá. Sin embargo, para algunos microorganismos las bajas temperaturas son suficientes para detener el crecimiento de hongos para evitar que se multipliquen. Este secado se realiza dentro de cuartos fríos con una temperatura de 2 °C donde se pone a escurrir la arveja en bandejas, se libera la humedad producto de la desinfección con cloro a 200 ppm, se empaca y es llevado a los contenedores y así poder llegar a su destino (Agosto, 2015).

## **I. Enfermedades post cosecha de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.)**

### **a. Manchas por *Ascochyta* spp**

La mancha foliar más común en arveja dulce 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 picnidios o cuerpos fructíferos del hongo. Bajo condiciones favorables, las manchas pueden crecer y afectar severamente el follaje de las plantas, pudiendo también provocar manchas en tallos y en vainas (Calderón, 2000).

### **b. *Botrytis* sp**

La presencia de *botrytis* sp puede comenzar desde el cultivo en campo, quedando las esporas latentes hasta que las condiciones son apropiadas y puedan desarrollarse. El hongo se desarrolla en condiciones de alta humedad relativa, crece aún a temperaturas bajas de almacenamiento. Puede desarrollarse en clima templado, en áreas secas y desérticas (Placencia 2011; Espinosa2006).

## **J. Factores que causan deterioro de alimentos no procesados en almacenamiento**

### **a. Cambios enzimáticos**

Las enzimas, que son endógenas al tejido del vegetal, pueden traer consecuencias no deseables tales como: el envejecimiento post-cosecha y la pudrición de las hortalizas, la oxidación de sustancias fenológicas en el tejido del vegetal (causa el pardeamiento) y la conversión azúcar-almidón en el tejido debido a la amilasa. La demetilación de sustancias

pépticas post-cosecha produce ablandamiento de los tejidos durante la maduración y afianzamiento de los tejidos durante el procesamiento. Los factores de control enzimático son: temperatura, acción del agua, pH, químicos inhibidores de la acción enzimática, alteración de sustratos, alteración del producto y el control del pre-procesamiento (Valdéz, 2013).

### **b. Características organolépticas.**

Las características organolépticas son las cualidades que son perceptibles directamente por los sentidos (aspecto, olor, sabor, color). Por lo tanto su determinación es fundamentalmente subjetiva, no permitiendo establecer, en general, métodos concretos y definidos (Guadalupe, 2009).

- Cambio de color

Las antocianinas son un grupo de más de 150 pigmentos rojizos solubles en agua muy difundidos en el reino vegetal. La velocidad de destrucción de antocianinas depende del factor del pH, siendo mayor con pH más elevados. Las antocianinas forman complejos con metales como Al, Fe, Cu y Zn.

Los carotinoides constituyen un grupo de compuestos solubles de muchos de los colores rojos y amarillos de productos vegetales y animales. La principal causa de la degradación carotenoidal es el factor de oxidación, la que es compleja y depende de muchos factores: luz, calor y la presencia de pro-oxidantes (Maskeliunas, 2011).

- Cambios de sabor.

En frutas y vegetales, los compuestos generados enzimáticamente derivados de largas cadenas de ácidos grasos juegan un rol muy importante en la formación de sabores característicos. El rompimiento de ácidos grasos no saturados inducidos por la oxidación enzimática, la cual es un factor que ocurre extensivamente en los tejidos vegetales, produciendo los aromas característicos de algunas frutas maduras y rompimiento de tejidos. La permeabilidad de los materiales de empaque es importante para retener los componentes volátiles deseables dentro del paquete y para impedir que componentes indeseables permeen el material desde fuera (Maskeliunas, 2011).

- Calidad nutritiva

Cuatro factores que afectan la degradación nutritiva pueden ser controlados en grados variables por el empaque: estos factores son luz, concentración de oxígeno, temperatura y acción del agua. El ácido ascórbico (vitamina C) es el más sensible en los vegetales, variando su estabilidad marcadamente como función de condiciones ambientales, como pH y la concentración de trazas de metal y oxígeno. El tipo del material de empaque puede afectar significativamente la estabilidad del ácido ascórbico. La efectividad del material de empaque, como barrera de la humedad y el oxígeno, como también la naturaleza química de la superficie expuesta al alimento son factores importantes. Un material permeable al oxígeno produce una reacción degradativa del ácido ascórbico (Valdéz, 2013).

## 2.2.2 Marco referencial

### A. Información de la agroexportadora Tierra de Árboles S.A.

La investigación se realizó en la agroexportadora Tierra de Árboles S.A., la que se encuentra ubicada en el kilómetro 40 de la Ruta Interamericana CA-1, sobre la carretera que conduce a Santo Domingo Xenacoj. Su producción se basa en productos no tradicionales como arveja dulce (*Pisum sativum* L.), estos productos son exportados principalmente hacia Estados Unidos de América y Europa, certificados como GLOBAL GAP (Buenas Prácticas Agrícolas) BRC (British Retail Consortium) (Agosto, 2015).

### B. Condiciones climáticas

El municipio de Sumpango, se encuentra a una altura de 1,850 metros sobre el nivel del mar; el clima predominante del municipio de Sumpango es templado y semi-frío. Las temperaturas generales son media de 19 °C, temperatura máxima de 25 °C y temperatura mínima de 13 °C. La precipitación pluvial media anual acumulada es de 1,803.80 mm anuales. En el municipio de Sumpango la zona de Vida está constituida por tres zonas de vida que son: Bosque muy Húmedo Subtropical Cálido bmhS(c), Bosque Húmedo Montano bajo Subtropical bh-MB, Bosque muy Húmedo Montano bajo Subtropical bmh-BM. (Agosto, 2015).

### C. Condiciones de cuartos fríos

La empresa Tierra de Árboles, S.A., cuenta con 5 cuartos fríos de los cuales el número 2 y 5 se mantienen a una temperatura de 0 °C son los cuartos utilizados para el producto final. El cuarto 1 se mantiene a temperatura ambiente ya que es donde se almacena la materia prima y los cuartos 3 y 4 se mantiene a una temperatura de 14 °C, es en donde se encuentra el área de empaque. La investigación se realizó en el cuarto 2 ya que se presenta las mismas condiciones que se tienen en los contenedores en donde se transporta la arveja dulce.

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 Objetivo general

Evaluar tiempos de secado en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) para reducir el rechazo de lotes exportados vía marítima por la empresa Tierra de Árboles, S.A.

### 2.3.2 Objetivos específicos

1. Evaluar cuatro tiempos de secado en arveja dulce (*Pisum sativum* L.).
2. Identificar el tiempo de secado que disminuya la presencia de patógenos y mantenga las características organolépticas de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.), después de 31 días de almacenamiento.
3. Elaborar una propuesta que contribuya a mejorar los procedimientos de secado de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en la empresa Tierra de Árboles, S.A.

## 2.4 HIPÓTESIS

Los tiempos de secado influyen en las características organolépticas e inocuidad de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.), ya que de éstos depende el proceso de deshidratación, creándose con ello ambientes adecuados o inadecuados para la presencia de patógenos y la alteración de las características organolépticas. A mayor tiempo de secado menor presencia de hongos y menos alteración de las características organolépticas.

## 2.5 METODOLOGÍA

### 2.5.1 Metodología experimental

#### A. Localización del área experimental

La investigación se realizó en la planta exportadora Tierra de Árboles, S.A. En el cuarto frío número 2, el cual se mantuvo a una temperatura constante de 0 °C.

#### B. Material experimental

En la investigación se utilizó el fruto de la especie de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) variedad SL3123, la cual se adapta a altitudes comprendidas entre 1,500 - 2,600 tiene resistencia intermedia a patógeno *Erysiphe* spp (Syngenta, 2014).

#### C. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por 5 cajas que contenían 10 libras de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) cada una, almacenadas a granel, las dimensionales de las cajas de cartón fueron de 0.43 m x 0.48 m. Se tuvo 5 repeticiones por cada tratamiento. Para la evaluación de la presencia de hongos y las características organolépticas fue tomada al azar 1 libra de cada unidad experimental.

## D. Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron de 8, 12, 16 y 20 horas de secado a una temperatura de 0 ° C. De cada tratamiento se tuvieron 5 repeticiones, como se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 10.** Tratamientos evaluados, horas de secado de arveja dulce (*Pisum sativum* L.), en la empresa Tierra de Árboles S.A.

CLAVE DEL TRATAMIENTO	TRATAMIENTO (HORAS DE SECADOS)
HS0	0 horas de secado
HS8	8 horas de secado
HS12	12 horas de secado
HS16	16 horas de secado
HS20	20 horas de secado

## E. Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar, el área destinada para la investigación fue un cuarto frío, identificado en la empresa como el cuarto frío 2.

## F. Distribución de los tratamientos

La distribución se realizó al azar mediante la utilización de una calculadora científica. En la figura 11 se muestra la distribución de los tratamientos en el cuarto frío

HS0	HS16	HS20	HS16	HS20
HS8	HS12	HS0	HS12	HS8
HS12	HS0	HS8	HS0	HS12
HS16	HS20	HS16	HS8	HS0
HS20	HS8	HS12	HS20	HS16

**Figura 11.** Distribución de las unidades experimentales del fruto arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en el cuarto frío, empresa Tierra de Árboles S.A.

### G. Modelo estadístico.

En la investigación se utilizó el modelo estadístico de un diseño completamente al azar.

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

Dónde:

$Y_{ijk}$  = valor de la Variable respuesta

$\mu$  = Media general de la variable de respuesta.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$  .....ésima

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

$n_{ijk}$  = Error de muestreo

## 2.5.2 Variables de respuesta

### A. Presencia de hongos

Para observar la presencia de hongos se evaluó la presencia o ausencias de *Ascochyta* o *Botrytis*.

#### a. Presencia de *Botrytis sp.*

Se tomaron las 10 vainas de cada tratamiento y se observó en cada tratamiento si existía presencia del hongo *Botrytis sp*, esta observación se realizó de forma directa, y se procedió a establecer la severidad mediante una escala que se presenta en el cuadro 11 y se ilustra en la figura 12, estos datos fueron consignados en una hoja de registros que se muestra en el cuadro 7A.

**Cuadro 11.** Escala para evaluar la presencia de *Botrytis sp.* en vainas de arveja dulce en la empresa Tierra de Árboles S.A.

ESCALA	VALOR EN PORCENTAJE
1	0
2	20
3	30
4	40
5	50 o más



Fuente: Archivo fotográfico Tierra de Árboles S.A.

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

### b. Presencia de *Ascochyta* sp.

Se tomaron las 10 vainas de cada tratamiento y se observó en cada tratamiento si existía presencia del hongo *Ascochyta* sp, esta observación se realizó de forma directa, y se procedió a establecer la severidad mediante una escala la cual se muestra en el cuadro 12 y se ilustra en la figura 13. Estos datos fueron consignados en una hoja de registros que se muestra en el cuadro 7A.

Cuadro 12. Escala para evaluar la presencia de *Ascochyta* en vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en la empresa Tierra de Árboles S.A.

ESCALA	VALOR EN PORCENTAJE
1	0
2	20
3	30
4	40
5	50 o más



Fuente: Archivo fotográfico Tierra de Árboles S.A.

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

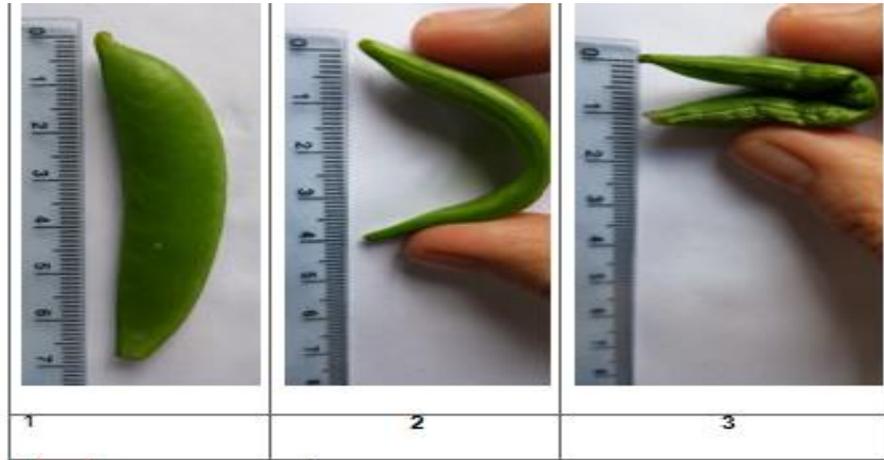
## B. Características Organolépticas

### a. Turgencia

Para observar la turgencia se tomaron 10 vainas de cada tratamiento, luego se midió con una regla la flexibilidad; para ello se empleó una escala, la cual se muestra en el cuadro 13 y se ilustra en la figura 14.

**Cuadro 13.** Características y escala para evaluar la turgencia de la vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en la empresa Tierra de Árboles S.A.

CARACTERÍSTICA	ESCALA
Turgente	1
Semiflácida	2
Flácida	3



Fuente: Archivo fotográfico Tierra de Árboles S.A.

**Figura 14.** Escala diagramática para evaluar la turgencia en vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

#### b. Olor

Para evaluar el olor de la arveja se utilizó el sentido del olfato, se tomó una libra de cada tratamiento, luego los olores a percibir se determinaron oliendo la arveja de cada tratamiento, en el cuadro 14 se muestra la escala utilizada para evaluar el olor.

**Cuadro 14.** Características y escala de olor de la vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en la empresa Tierra de Árboles S.A.

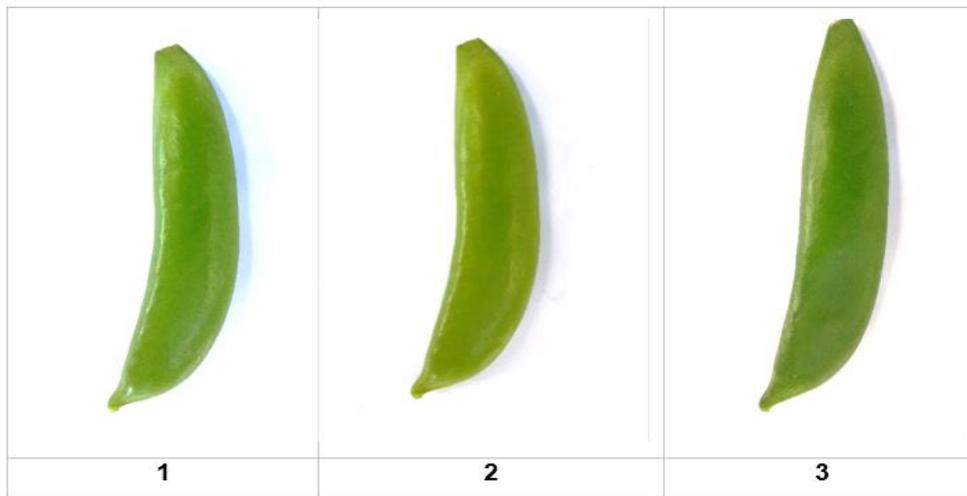
CARACTERÍSTICA	ESCALA
Agradable	1
Indiferente	2
Desagradable	3
Muy desagradable	4

### c. Color

Para observar el color se utilizó una escala que se muestra en el cuadro 15 donde se muestra a que número correspondía el color y en la figura 15 se observa los colores que podría tener la arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

**Cuadro 15.** Características y escala de color de la vaina de arveja dulce (*Pisum sativum* L.), empresa Tierra de Árboles S.A.

CARACTERÍSTICA	ESCALA
Verde	1
Verde- amarillento	2
Amarillo	3



Fuente: Archivos fotográficos Tierra de Árboles S.A.

**Figura 15.** Escala diagramática para evaluar el color de vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

### C. Contenido de humedad

El contenido de humedad se determinó usando la fórmula que se muestra a continuación:

$$\%H = \left( \frac{P_i - P_f}{P_i} \right) * 100$$

Donde:

% H= Porcentaje de humedad

P<sub>i</sub>= Peso inicial (producto húmedo)

P<sub>f</sub>= Peso final (producto seco)

Se tomó una libra de cada tratamiento y fue secada en horno en las instalaciones de laboratorio de la Facultad de Agronomía, a una temperatura de 89 ° C. Se mantuvo en el horno 24 horas. Si la humedad estuvo arriba del 80 % se consideró aceptable, se asignó el valor de 1 en la escala. Si el contenido de humedad se encontraba por debajo de este porcentaje se consideró no aceptable se asignó la escala 2.

- **Contenido de humedad de la arveja secada**

Para conocer el nivel de humedad que se alcanzó con los tiempos de 8, 12, 16 y 20 horas de secado, se utilizó un horno en el cual se colocaron 5 muestras de 1 libra de cada tratamiento. La temperatura del horno fue de 89 ° C, después de 24 horas se pesaron las muestras, luego se colocaron nuevamente en el horno por 1 hora, si el peso de la muestra no variaba se consideró la muestra seca posteriormente se utilizó para el cálculo de la humedad. Se expresó en porcentaje del peso inicial menos el peso final dividido el peso inicial de la muestra. Debido a que las muestras fueron trasladadas a la Facultad de Agronomía para el secado, estas se introdujeron en una bolsa plástica y se conservaron en una hielera.

### **2.5.3 Toma de datos**

La toma de datos se realizó en las 4 fechas, cada unidad experimental tuvo 5 muestras, se extrajo una al azar para cada lectura, esto para evitar la contaminación por la manipulación de las unidades experimentales.

#### **A. Análisis de datos**

Los datos se analizaron y para ello se utilizó el programa INFOSTAT se realizaron conversiones de escalas ya que la presencia de hongos y las características organolépticas no son variables cuantitativas sino cualitativas, con el mismo programa se realizó la prueba de Tukey.

#### **B. Elaboración de flujograma**

Se elaboró un flujograma en el cual se describe el proceso de lavado de arveja dulce (*Pisum sativum* L.), con el tiempo de secado identificado para alcanza el periodo más largo de vida en anaquel.

#### **C. Manejo del experimento**

##### **a. Proceso de preparación de la arveja y desinfección.**

En la empresa Tierra de Árboles S.A., el proceso inicia con la recepción, pesado y análisis de calidad. Se constató que la arveja cumplía con los criterios de calidad. Se almacenó en cuartos fríos a 2 ° C, para luego ser clasificada y descalizada manualmente y por último se realizó un lavado en el tanque 1. Se aplicó una mezcla de agua y cloro a 200 ppm a una temperatura de 0 ° C.

### **b. Montaje en cuarto frío**

El montaje del experimento se realizó en el cuarto frío número 2, el cual se mantuvo a una temperatura de 0 ° C y una humedad relativa no mayor del 85 %. Se alineó los ángulos de las bandejas, posteriormente se aleatorizaron las cajas que contenían las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.); éstas estaban debidamente etiquetadas de acuerdo al tratamiento que les correspondía y el código de trazabilidad de la empresa.

### **c. Control de temperaturas**

La temperatura y humedad se controlaron replicando las condiciones del transporte marítimo, debió a que el producto es expuesto a estas condiciones ambientales en el tránsito hacia donde se exporta. La temperatura se determinó mediante un termómetro cada hora durante el tiempo de secado.

## 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.6.1 Condiciones de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) después de lavada.

#### A. Presencia de *Ascochyta* sp y *Botrytis* sp.

##### a. Siete días de almacenamiento

A los 7 de almacenamiento hubo presencia de *Ascochyta* sp. en la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) no secada (0 horas de secado, testigo); el 20 % de vainas presentó la presencia de esta enfermedad, en los otros tratamientos no se observó presencia de *Ascochyta* sp.

No se observó a los 7 días de almacenamiento, presencias de *Botrytis* sp. en los diferentes tratamientos.

##### b. Quince días de almacenamiento

A los 15 días de almacenamiento la mayor presencia de *Ascochyta* sp. (30 % de vainas) se observó en el tratamiento de 8 horas de secado. El 20 % de vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) presentó *Ascochyta* en los tratamientos de 0 horas de secado, 16 horas de secado y 20 horas de secado. En los otros tratamientos no se observó *Ascochyta* sp.

No se observó en la evaluación realizada a los 15 días de almacenamiento, *Botrytis* sp. en los diferentes tratamientos.

##### c. Veintiún días de almacenamiento

A los 21 días de almacenamiento los tratamientos de 0 y 8 horas de secado presentaron el mayor porcentaje de vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) con *Ascochyta* sp, el cual fue el 30 %. Así también en el tratamiento de 12 horas de secado se observó un 20 % de vainas

de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) la presencia de *Ascochyta* sp.. En los otros tratamientos (16 y 20 horas de secado) no se observó la presencia de *Ascochyta* sp.

Después de 21 días de almacenamiento no se observó la presencia de *Botrytis* sp. en algunos de los tratamientos evaluados.

#### **d. Treinta y un días de almacenamiento**

A los 31 días de almacenamiento el mayor porcentaje de vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) con *Ascochyta* sp. se observó en el tratamiento con 0 horas de secado (testigo), el cual tuvo un 30 %. Los tratamientos de 8 horas de secado y 16 horas de secado presentaron 20 % de vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) con presencia de *Ascochyta* sp. Los tratamientos de 12 y 20 horas de secado no mostraron presencia de *Ascochyta* sp.

Después de 31 días de almacenamiento se observó la mayor presencia de *Botrytis* sp. (20 %) los tratamientos de cero (testigo) y 8 horas de secado. Los tratamientos de 12, 16 y 20 horas de secado no mostraron presencia de *Botrytis* sp.

Entre los diferentes tratamientos y tiempos de almacenamiento con un nivel de significancia de 5 % si existe diferencia estadística significativa para el hongo *Ascochyta* sp (cuadro 10A). Los mejores tratamientos para fines de exportación, con tiempo de tránsito de 21 días son los tratamientos con 16 y 20 horas de secado.

Sin embargo entre los tratamientos y tiempos de almacenamiento no existió diferencia estadística significativa para la presencia del hongo *Botrytis* sp (cuadro 11A).

Si se considera la distribución de la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en lugares de importación (30 días), los tratamientos que mostraron los mejores resultados son los de 12 y 20 horas de secado; no obstante lo anterior se debe considerar para este fin, el tratamiento de 20 horas de secado, debido a que los tratamientos de 12 horas de secado a los 21 días de almacenamiento se ubica en un grupo inferior (de acuerdo a prueba de Tukey) al de 12 horas de secado por 30 días.

Los tratamientos que muestran mayor presencia de hongos en almacenamiento fueron los de 0 horas secado (testigo) y 8 horas. En los tratamientos de 7 y 15 días de almacenamiento se observó la presencia de hongos.

Los resultados obtenidos muestran que para 21 días de almacenamiento el rango de 16 y 20 horas de secado son los más adecuados, estos tratamientos se observan en el primero grupo, de acuerdo a la prueba de Tukey, ver cuadro 12A.

El análisis de Tukey muestra que el tratamiento con 20 horas de secado fue el mejor, el cual se presenta en el cuadro 14A, ya que en el producto no se observa presencia de hongos, debido a que en las condiciones que éstas estuvieron no son las adecuadas para el desarrollo de *Ascochyta* y *Botrytis*. La temperatura es uno de los factores que influyó en este resultado, puesto que se logra el mayor porcentaje de germinación de los conidios, cuando la temperatura está entre los 15 °C y 20 °C, y la arveja evaluada estuvo bajo condiciones controladas, donde la temperatura oscilaba entre los 0 °C a 1 °C (Martinez, 2008).

## **B. Características organolépticas**

### **a. Siete días de almacenamiento**

A los 7 días de almacenamiento la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) presentó turgencia semiflácida en un 20 % de las vainas en el tratamiento de 0 horas de secado (testigo). Se puede observar en la figura 14, que en los tratamientos de 8, 12, 16 y 20 horas no hubo cambios en la turgencia. Además, no hubo cambios en el color de la arveja dulce en algunos de los tratamientos.

Entre los tratamientos y tiempos de almacenamiento no existió diferencia estadística significativa para la variable olor.

### **b. A los quince días de almacenamiento**

A los 15 días de almacenamiento la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) presentó en los tratamientos de 0 horas de secado (testigo) y 8 horas de secado una turgencia semiflácida (figura 14), en el 20 % de las vainas. En los tratamientos de 12, 16 y 20 horas de secado las vainas se mantuvieron turgentes.

El tratamiento con 0 horas de secado (testigo) presentó en el 20 % de las vainas un color verde amarillento, según escala propuesta por la empresa (figura 15). En los tratamientos de 0, 12 16 y 20 de secado se observó el verde característico de la arveja.

Entre los tratamientos y tiempos de almacenamiento no existió diferencia estadística significativa para la variable olor.

### **c. A los veintiuno días de almacenamiento**

A los 21 días de almacenamiento el tratamientos de 0 horas de secado (testigo), presentó en el 30 % las vainas en estado flácido. El 20 % de las vainas de los tratamientos de 8 y 12 horas de secado se mostraron semiflácidas y los tratamientos de 16 y 20 horas no presentaron cambios, éstos se mantuvieron turgentes.

El 20 % de las vainas mostraron color verde amarillento en los tratamientos de 0, 8 y 12 horas de secado y los tratamientos de 16 y 21 horas de secado no presentan cambio de color.

Entre los tratamientos y tiempos de almacenamiento no existió diferencia estadística significativa para la variable olor.

#### **d. A los treinta y un días de almacenamientos**

A los 31 días de almacenamiento se observó que el 20 % de las vainas se mostraron semiflacas en el testigo (0 horas de secado), en los tratamientos 8, 12, 16 y 20 horas no se muestran cambios en la turgencia, en ellos se observa la característica “krunch”.

En los tratamientos de 0 y 12 horas de secado se observó un color amarillento en el 30 % de las vainas (figura 1). En el tratamiento de 12 horas de secado se observó un color amarillento en el 20 % de las vainas, 5por otra parte los tratamientos de 16 y 20 horas de secado no presentaron cambios en el color.

Entre los diferentes tratamientos y tiempos de almacenamiento con nivel de significancia del 5 % si existe diferencia estadística significativa para turgencia (cuadro 24A) y color (cuadro 25A). Los mejores tratamientos para fines de exportación, con tiempo de tránsito de 21 días, son los tratamientos con 16 y 20 horas de secado.

Entre los tratamientos y tiempos de almacenamiento no existió diferencia estadística significativa para la variable olor a los treinta y un días.

La prueba de Tukey que se presenta en los cuadros 26A y 28A muestra que el tratamiento con 20 horas de secado, evaluado a los 21 días de vida de anaquel presenta características organolépticas adecuadas para la exportación del producto, ya que presenta vainas turgentes, sin olor y de color verde. Con este tratamiento el producto no fue afectado por la deshidratación, que provocara la perdida de turgencia y el cambio de color, esto se demuestra con los resultados del contenido de humedad observados en las muestras, a las que se les determinó la humedad, cuyo resultados se muestran en el cuadro 16.

**Cuadro 16.** Contenido de humedad de las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.).

DIAS	HORAS DE SECADO	PESO HUMEDO (G)	PESO SECO (G)	HUMEDAD DEL PRODUCTO (%)
7	0	453.59	84.62	81.34
	8	453.59	82.14	81.89
	12	453.59	79.01	82.58
	16	453.59	77.39	82.94
	20	453.59	65.65	85.53
15	0	453.59	77.67	82.88
	8	453.59	76.02	83.24
	12	453.59	75.19	83.42
	16	453.59	70.17	84.53
	20	453.59	70.12	84.54
20	0	453.59	64.40	85.80
	8	453.59	67.30	82.58
	12	453.59	66.20	82.94
	16	453.59	62.69	85.53
	20	453.59	60.78	85.80
31	0	453.59	68.89	85.16
	8	453.59	65.29	81.89
	12	453.59	62.11	82.58
	16	453.59	58.79	82.94
	20	453.59	58.04	85.53

## **2.6.2 Propuesta de proceso para acondicionamiento y empaque de las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.)**

### **A. Recepción de materia prima**

Se realiza en la planta de la empresa Tierra de Árboles S.A. ubicada en Santo Domingo Xenacoj en donde se recibe el producto, que proviene de fincas propias y de agricultores.

### **B. Pesado de materia prima**

Luego de la recepción de la materia prima se procede a pesarla utilizando pesas convencionales, esto se realiza para registrar la cantidad de materia prima que es ingresada a la planta y la cantidad de materia prima que se rechaza.

### **C. Análisis de calidad**

Luego de ser pesadas las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) se colocan en las mesas para que se realice análisis de calidad, se determina si el producto cumple con las normas establecidas por la planta, si las cumple el producto sigue el proceso, de lo contrario se toma como rechazo y saca de la planta.

### **D. Almacenamiento en cuartos fríos**

El producto después de pasar el análisis de calidad es transportado a los cuartos fríos.

### **E. Clasificación y descalizado de la materia prima**

Del almacenamiento en cuartos fríos las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) son llevadas a las mesas donde se realiza la clasificación y se procede a quitar el cáliz de las vainas.

### **F. Lavado**

Se procede a lavar las vainas, para ello se utiliza agua potable y cloro a 200 ppm.

### **G. Escurrimiento y secado de las vainas**

Las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) son colocadas en estanterías y luego estas estanterías colocadas en cuartos fríos por 20 horas, para secado a una temperatura de 0 a 1 °C.

### **H. Segundo análisis de calidad**

Se realiza un segundo análisis de calidad, con el fin de rechazar las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) que se pudieron haber mezclado con las vainas de buena calidad y se dejan únicamente las vainas que cumplen con las normas establecidas para ser empacadas y exportadas.

### **I. Empaque**

Se realiza una última selección de las vainas y se empacan en cajas de 4.5 kilogramos.

### **J. Pesado y encajado**

Las cajas son pesadas en una pesa analítica, las cuales deben pesar 4.5 kilogramos, que equivalen a 10 libras, si éste se excede, se rechaza hasta lograr su peso adecuado, luego de esto estas cajas son introducidas en cajas para su transporte.

### **K. Trazabilidad**

Se le asigna un código de trazabilidad para tener una referencia al momento de ser transportado y recibido en el lugar de destino, este lleva el día de la semana que se empaca, número de contenedor, la semana que corresponde y las iniciales del cliente.

### **L. Empaletizado**

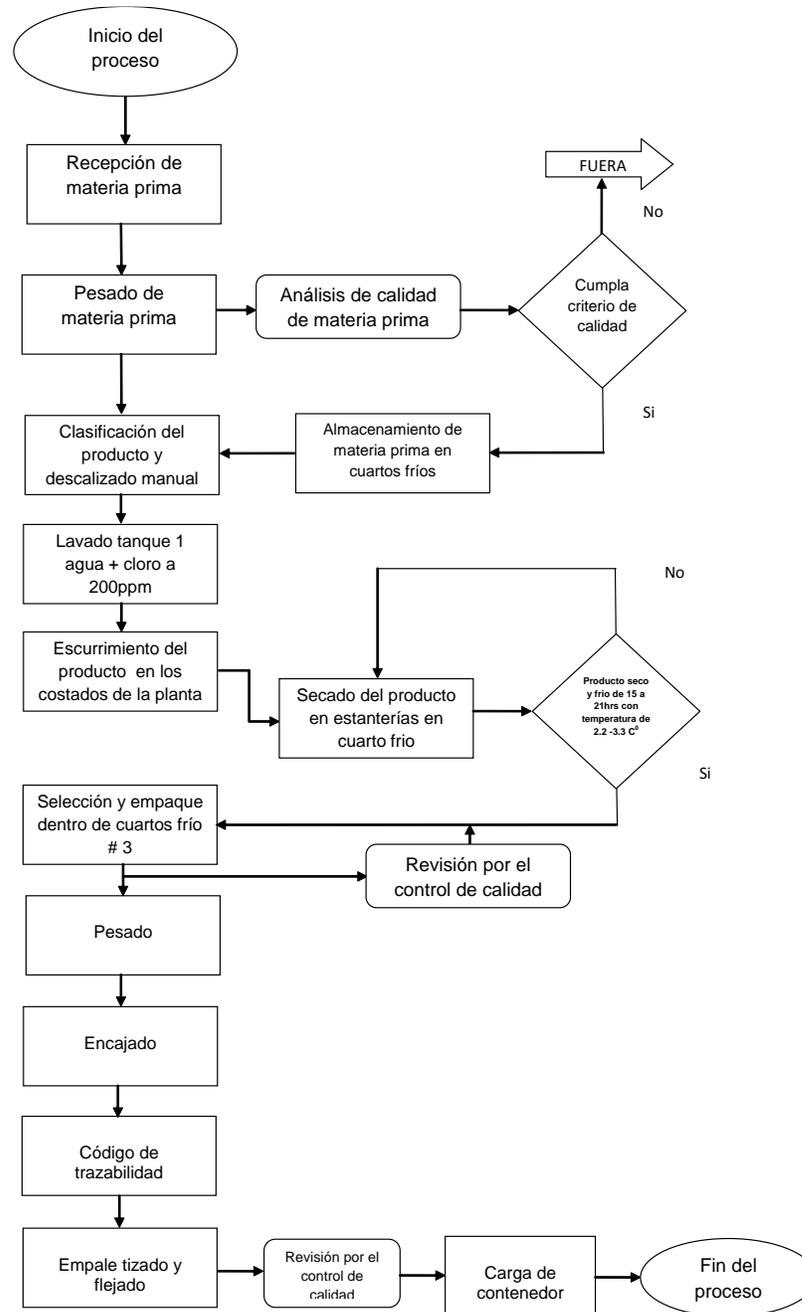
Las cajas son colocadas en pallets para luego ser introducidas dentro del contenedor.

### **M. Revisión y Carga del Contenedor**

Se realiza una última revisión de calidad de las cajas con pallets. Si alguna no cumple con las normas se rechaza, las que si cumplen las normas son introducidas al contenedor y finaliza el proceso.

El diagrama de flujo que representa el proceso desde la recepción, acondicionamiento, empaque y secado de las vainas de arveja dulce para luego ser exportado se presenta en la figura 16.

**Figura 16.** Flujoograma del proceso de recepción, acondicionamiento, empaque y secado de las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.).



## 2.7 CONCLUSIONES

1. En arveja dulce (*Pisum sativum* L.) para exportación requiere como mínimo 20 horas de secado, es un tiempo adecuado para reducir la presencia de patógenos y mantener las características organolépticas por un periodo de 31 días.
2. Se elaboró un flujograma que indica el proceso más apropiado para la recepción, acondicionamiento, empaque y secado del producto arveja dulce (*Pisum sativum* L.) con ello podrá ser exportada manteniendo sus características organolépticas, disminuyendo la proliferación de enfermedades fungosas y manteniendo una vida en anaquel de al menos de 31 días.

## 2.8 RECOMENDACIONES

1. Llevar una hoja de registro para anotar las horas de secado y persona responsable del proceso.
2. Al secar la arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en canastas supervisar que no se rebase la mitad de la canasta, ya que así se mantiene un flujo de aire.
3. Capacitar al personal que analiza la calidad de las vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) para que estén al tanto de los rangos que cumplan con las normas de calidad establecidas por la empresa y aquellas que no se encuentren dentro de los rangos establecidos sean rechazadas.
4. Se recomienda un tiempo de secado de vainas de 20 horas para arveja dulce (*Pisum sativum* L.) de exportación.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. AGEXPORT. 2007. Arveja china (en línea). Guatemala, AGEXPORT. Ficha Técnica 31. Consultado 9 set 2015. Disponible en <http://www.export.com.gt/Portal/Documents/Documents/2008-10/6250/2090/Ficha31%20-%20Arveja%20China.pdf>
2. Agosto, IA. 2015. Empresa Tierra de Árboles (entrevista). Guatemala, Tierra de Árboles, Gerencia de Producción.
3. Almada, M; Cáceres, MS; Machaín-Singer, M; Pulfer, JC. 2005. Guía de uso de secaderos solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes (en línea). Montevideo, Uruguay, UNESCO / Fundación Celestina Pérez de Almada. 42 p. Consultado 20 feb 2013. Disponible en <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Guiasecaderosolar.pdf>
4. Calderón, L; Dardón, D; Márquez, M; Cid, M Del. 2000. Manejo integrado del cultivo de arveja china (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, URL, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Consultado 20 feb 2013. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/17/Morales-Arminda.pdf>
5. Castillo Orrego, AG. 2009. Evaluacion de la calidad de margarinas expandidas en los supermercados de la ciudad capital de Guatemala (en línea). Tesis Lic. Quim. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 66 p. Consultado 14 set 2015. Disponible en [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_2754.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2754.pdf)
6. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2014. Arveja china (en línea). Guatemala. Consultado 8 set 2015. Disponible en <http://web.maga.gob.gt/download/Perfil%20arveja%20china.pdf>
7. Martínez, M. Estandarización de una metodología para la evaluación de presencia de productos para la protección de cultivos preventivos para el control de *Botrytis* sp. en condiciones semicontroladas (en línea). Colombia, Universidad Javeriana. 71 p. Consultado 11 abr 2016. Disponible en <http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis104.pdf>
8. Nolasco, JS. 2004. Evaluación de diferentes densidades de siembra de haba (*Vicia faba* L.) como cultivo trampa para trips (*Triphs* sp.) en el cultivo de arveja china (*Pisum sativum* L.) en la aldea Xeabaj, Santa Apolonia, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 82 p. Consultado 9 set 2015. Disponible en [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2099.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2099.pdf)
9. Placencia-Tenorio, RI. 2011. Bacterias antagónicas aisladas de fresa, como controladoras de *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer* en frutos de fresa post cosecha. Tesis MSc. Jiquilpan, Michoacán, México, Instituto Politécnico Nacional. 64 p.

10. Sitún Alvizurez, M. 2004. Investigación agrícola, guía de estudios. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 137 p. Consultado 20 feb 2015. Disponible en <http://libcatalog.cimmyt.org/download/cim/448256.pdf>
11. SYNGENTA. 2013. Semilla híbrida de arveja china (en línea). Guatemala. Consultado 12 set 2015. Disponible en [http://www3.syngenta.com/country/gt/sp/Soluciones/Semillas/Semillas\\_Vegetales/Arveja/Paginas/SL3123.aspx](http://www3.syngenta.com/country/gt/sp/Soluciones/Semillas/Semillas_Vegetales/Arveja/Paginas/SL3123.aspx)
12. The Paker. 2013. Vegetables (en línea). Kansas, US, Lenexa. Consultado 14 set 2015. Dipsonible en <http://www.thepacker.com/vegetables>
13. Valdés Marín, P. 2013. Manual de deshidratación (en línea). Manualdehidratacion.blogspot.com. Consultado 20 feb 2015. Disponible em <http://manualdehidratacion.blogspot.com/>

## 2.10 ANEXOS

Cuadro 17A. Matriz de la toma de datos para los siete días

Horas de secado (Tratamiento)	Días de vida en anaqueo (toma de datos)	Cajas de empaque (repeticiones)	hongos		Turgencia	Olor	Color	Contenido de humedad	
			Botrytis	Ascochyta					
0	7 (02/02/16)	H0C1	1	2	2	1	1	1	
		H0C2	1	1	1	1	1	1	
		H0C3	1	2	2	1	1	1	
		H0C4	1	2	2	1	1	1	
		H0C5	1	1	2	1	1	1	
Promedio				1	2	2	1	1	1
8		H1C1	1	1	1	1	1	1	1
		H1C2	1	1	1	1	1	1	1
		H1C3	1	2	1	1	1	1	1
		H1C4	1	2	1	1	1	1	1
		H1C5	1	1	1	1	1	1	1
Promedio				1	1	1	1	1	1
12		H2C1	1	2	1	1	1	1	1
		H2C2	1	1	1	1	1	1	1
		H2C3	1	1	1	1	1	1	1
		H2C4	1	2	1	1	1	1	1
		H2C5	1	1	1	1	1	1	1
Promedio				1	1	1	1	1	1
16		H3C1	1	2	1	1	1	1	1
		H3C2	1	1	1	1	1	1	1
	H3C3	1	1	1	1	1	1	1	
	H3C4	1	1	1	1	1	1	1	
	H3C5	1	1	1	1	1	1	1	
Promedio			1	1	1	1	1	1	
20	H4C1	1	1	1	1	1	1	1	
	H4C2	1	1	1	1	1	1	1	
	H4C3	1	1	1	1	1	1	1	
	H4C4	1	1	1	1	1	1	1	
	H4C5	1	1	1	1	1	1	1	
Promedio			1	1	1	1	1	1	

**Cuadro 18A.** Matriz de la toma de datos para los quince días

Horas de secado (Tratamiento)	Días de vida en anaqueo (toma de datos)	Cajas de empaque (repeticones)	hongos		Turgencia	Olor	Color	Contenido de humedad
			Botritys	Ascochyta				
0	15 (10/02/16)	H0C1	1	2	1	1	2	1
		H0C2	1	2	1	1	2	1
		H0C3	1	3	2	1	1	1
		H0C4	2	3	2	1	1	1
		H0C5	1	2	2	1	2	1
Promedio			1	2	2	1	2	1
8		H1C1	2	3	1	1	1	1
		H1C2	1	2	2	1	2	1
		H1C3	1	2	1	1	2	1
		H1C4	1	3	2	1	1	1
		H1C5	1	3	2	1	1	1
Promedio			1	3	2	1	1	1
12		H2C1	1	1	1	1	1	1
		H2C2	1	1	1	1	1	1
		H2C3	1	1	1	1	1	1
	H2C4	1	2	1	1	1	1	
	H2C5	1	1	1	1	1	1	
Promedio		1	1	1	1	1	1	
16	H3C1	1	1	1	1	1	1	
	H3C2	1	1	1	1	1	1	
	H3C3	1	1	1	1	1	1	
	H3C4	1	1	1	1	1	1	
	H3C5	1	1	1	1	1	1	
Promedio		1	1	1	1	1	1	
20	H4C1	1	1	1	1	1	1	
	H4C2	1	1	1	1	1	1	
	H4C3	1	1	1	1	1	1	
	H4C4	1	1	1	1	1	1	
	H4C5	1	2	1	1	1	1	
Promedio		1	1	1	1	1	1	

**Cuadro 19 A.** Matriz de la toma de datos para los veintiún días

Horas de secado (Tratamiento)	Días de vida en anaqueo (toma de datos)	Cajas de empaque (repeticones)	hongos		Turgencia	Olor	Color	Contenido de humedad
			Botritys	Ascochyta				
0	21 (22/02/16)	H0C1	1	3	2	1	1	1
		H0C2	1	3	3	1	1	1
		H0C3	1	2	2	1	2	1
		H0C4	1	2	3	1	3	1
		H0C5	1	3	3	1	1	1
Promedio			1	3	3	1	2	1
8		H1C1	1	2	2	1	2	1
		H1C2	1	3	2	1	2	1
		H1C3	1	2	3	1	3	1
		H1C4	1	3	1	1	3	1
		H1C5	1	3	1	1	2	1
Promedio			1	3	2	1	2	1
12		H2C1	1	2	1	1	1	1
		H2C2	1	2	3	1	3	1
		H2C3	1	1	2	1	1	1
		H2C4	1	2	1	1	2	1
		H2C5	1	1	1	1	1	1
Promedio			1	2	2	1	2	1
16		H3C1	1	1	1	1	2	1
		H3C2	1	1	1	1	1	1
	H3C3	1	1	1	1	1	1	
	H3C4	1	1	2	1	2	1	
	H3C5	1	1	1	1	1	1	
Promedio		1	1	1	1	1	1	
20	H4C1	1	1	1	1	1	1	
	H4C2	1	1	1	1	1	1	
	H4C3	1	1	1	1	1	1	
	H4C4	1	1	1	1	2	1	
	H4C5	1	1	1	1	1	1	
Promedio		1	1	1	1	1	1	

**Cuadro 20 A.** Matriz de la toma de datos para los treinta y un días.

Horas de secado (Tratamiento)	Días de vida en anaqueo (toma de datos)	Cajas de empaque (repeticones)	hongos		Turgencia	Olor	Color	Contenido de humedad	
			Botritys	Ascochyta					
0	31 (02/03/16)	H0C1	1	1	2	1	3	1	
		H0C2	2	2	1	1	3	1	
		H0C3	1	4	2	1	1	1	
		H0C4	4	4	2	1	3	1	
		H0C5	1	4	2	1	3	1	
Promedio				2	3	2	1	3	1
8		H1C1	1	4	1	1	3	1	
		H1C2	4	3	1	1	3	1	
		H1C3	1	3	1	1	2	1	
		H1C4	1	1	1	1	3	1	
		H1C5	1	1	1	1	2	1	
Promedio				2	2	1	1	3	1
12		H2C1	1	1	1	1	2	1	
		H2C2	1	1	1	1	2	1	
		H2C3	1	2	1	1	1	1	
		H2C4	1	2	1	1	2	1	
		H2C5	1	1	1	1	1	1	
Promedio				1	1	1	1	2	1
16		H3C1	1	2	1	1	1	1	
		H3C2	1	3	1	1	2	1	
	H3C3	1	1	1	1	2	1		
	H3C4	1	1	1	1	1	1		
	H3C5	1	1	1	1	1	1		
Promedio			1	2	1	1	1	1	
20	H4C1	1	3	1	1	1	1		
	H4C2	1	1	1	1	2	1		
	H4C3	1	1	1	1	2	1		
	H4C4	1	1	1	1	1	1		
	H4C5	1	1	1	1	1	1		
Promedio			1	1	1	1	1	1	

- **Análisis de varianza en la presencia de hongos *Botrytis Sp.* y *Ascochyta Sp.***

**Cuadro 21 A.** Análisis de varianza para el hongo *Ascochyta sp*, en vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en almacenamiento después de secado en la empresa Tierra de Árboles S.A.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC ti

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	40.96	19	2.16	4.96	<0.0001
DVA	5.36	3	1.79	4.11	0.0092
HS	28.66	4	7.17	16.47	<0.0001
DVA*HS	6.94	12	0.58	1.33	0.2187
Error	34.80	80	0.44		
Total	75.76	99			

**Cuadro 22 A.** Análisis de varianza para el hongo *Ascochyta sp*, en vainas de arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en almacenamiento después de secado.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.59	19	0.24	1.24	0.2492
DVA	1.31	3	0.44	2.24	0.0900
HS	1.24	4	0.31	1.59	0.1851
DVA*HS	2.04	12	0.17	0.87	0.5782
Error	15.60	80	0.20		
Total	20.19	99			

- **Análisis de medias para la presencia del hongo *Ascochyta Sp.***

**Cuadro 23 A.** Análisis de media para la presencia del hongo *Ascochyta sp*

Error: 0.4350 gl: 80

HS	Medias	n	E.E.	
HS20	1.15	20	0.15	A
HS16	1.20	20	0.15	A
HS12	1.40	20	0.15	A
HS8	2.25	20	0.15	B
HS0	2.40	20	0.15	B

- **Análisis de varianza en las características organolépticas**

**Cuadro 24A** Análisis de varianza para la variable turgencia en arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19.00	19	1.00	6.67	<0.0001
DVA	3.96	3	1.32	8.80	<0.0001
HS	12.00	4	3.00	20.00	<0.0001
DVA*HS	3.04	12	0.25	1.69	0.0848
Error	12.00	80	0.15		
Total	31.00	99			

**Cuadro 25 A.** Análisis de varianza para la variable color en arveja dulce (*Pisum sativum* L.)

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26.64	19	1.40	5.61	<0.0001
DVA	13.04	3	4.35	17.39	<0.0001
HS	7.94	4	1.99	7.94	<0.0001
DVA*HS	5.66	12	0.47	1.89	0.0484
Error	20.00	80	0.25		
Total	46.64	99			

- **Análisis de pruebas de medias en las características organolépticas**

**Cuadro 26A** Prueba de medias para la variable turgencia en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) en almacenamiento.

DVA	Medias	n	E.E.	
DVA7	1.16	25	0.08	A
DVA30	1.16	25	0.08	A
DVA15	1.24	25	0.08	A
DVA21	1.64	25	0.08	B

**Cuadro 27 A.** Prueba de medias para la variable turgencia en arveja dulce (*Pisum sativum* L.) después desecado.

HS	Medias	n	E.E.		
HS20	1.00	20	0.09	A	
HS16	1.05	20	0.09	A	B
HS12	1.15	20	0.09	A	B
HS8	1.35	20	0.09		B
HS0	1.95	20	0.09		C

**Cuadro 28 A.** Prueba de medias para el variable color en arveja dulce (*Pisum Sativum* L.) en almacenamiento después de secado.

Error: 0.2500 gl: 80

DVA	HS	Medias	n	E.E.		
DVA7	HS0	1.00	5	0.22	A	
DVA7	HS16	1.00	5	0.22	A	
DVA7	HS20	1.00	5	0.22	A	
DVA7	HS12	1.00	5	0.22	A	
DVA7	HS8	1.00	5	0.22	A	
DVA15	HS12	1.00	5	0.22	A	
DVA15	HS16	1.00	5	0.22	A	
DVA15	HS20	1.00	5	0.22	A	
DVA21	HS20	1.20	5	0.22	A	
DVA30	HS16	1.40	5	0.22	A	B
DVA30	HS20	1.40	5	0.22	A	B
DVA21	HS16	1.40	5	0.22	A	B
DVA15	HS8	1.40	5	0.22	A	B
DVA30	HS12	1.60	5	0.22	A	B C
DVA21	HS0	1.60	5	0.22	A	B C
DVA21	HS12	1.60	5	0.22	A	B C
DVA15	HS0	1.60	5	0.22	A	B C
DVA21	HS8	2.40	5	0.22		B C
DVA30	HS0	2.60	5	0.22		C
DVA30	HS8	2.60	5	0.22		C



### 3.1 PRESENTACIÓN

La calidad en el pre-empaque y empaque de arveja dulce consiste en obtener inocuidad en el producto ya que este es un producto para el consumo humano, aunque la industria acuerde que la estandarización de dicho empaque es una manera de reducir costo, la tendencia en años recientes nos ha llevado hacia toda una amplia gama de tamaños de paquetes para acomodar las diversas necesidades de mayoristas, consumidores, compradores. (IICA, 2001).

La inspección de calidad en pre-empaque y empaque es un proceso que se lleva a cabo en una faja donde ordenadamente se lleva un proceso en línea, se verifica la calidad del producto a exportar, en donde se comprueba que el producto presente una temperatura adecuada, producto ordenado, que no presente daños mecánicos y que esté libre de hongos y que las características organolépticas sean las adecuadas.

El pre-empaque y empaque consiste en colocar el producto en bandejas y ser selladas por film (plástico), este plástico está libre de pvc. El empaque consiste en armar una caja donde se colocan 12 bandejas. En cada presentación a exportar se debe observar la inocuidad, el código de trazabilidad del producto, así como el peso exacto.

El sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) se focaliza en la identificación, análisis y control de peligros en los procesos productivos. Dicho análisis, que implica un conocimiento detallado de la totalidad del proceso y de las etapas que lo componen, permite seleccionar metódicamente aquellos puntos donde es posible realizar mediciones u observaciones inequívocas que demuestren que el proceso está siendo controlado, este proceso es demostrado con los registros los cuales son llenados según los requisitos del proceso y de la empresa en la empresa en la Empresa Tierra de Árboles S.A. son llenados 30 registros los cuales indican quienes son las personas responsables de los procesos así como el uso de materiales, cantidades, horas y observaciones. Los registros utilizados en la empresa se muestran en el cuadro 29.

## 3.2 INSPECCIÓN DE CALIDAD EN PRE-EMPAQUE Y EMPAQUE

### 3.2.1 OBJETIVOS

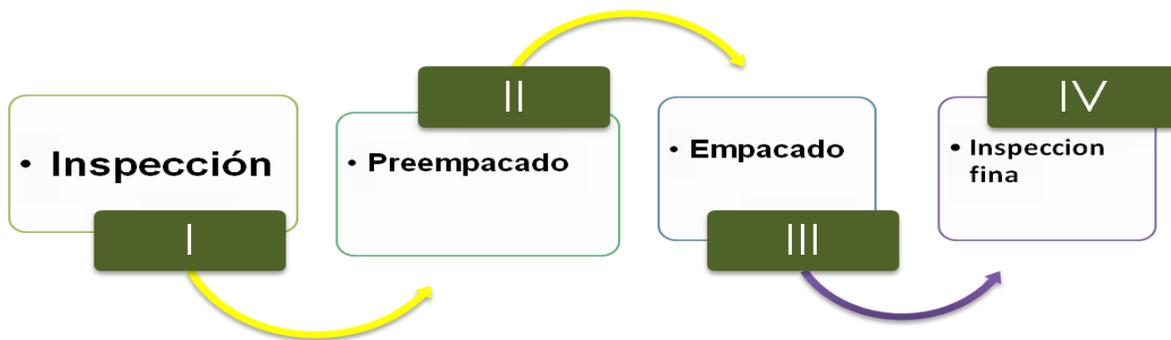
#### A. General

Observar que cada bandeja esté libre de hongos y que las características organolépticas sean adecuadas para que el producto sea inocuo.

#### B. Específicos

1. Eliminar producto con mal aspecto o que no cumpla con los estándares de calidad dados por la empresa
2. Realizar inspecciones a cada bandeja y caja del producto para que presenta las características de calidad e inocuidad.

### 3.2.2 METODOLOGÍA



**Figura 17** Metodología de pre empaqueo y empaqueo

Se realizó la inspección durante el proceso de pre-empaque (bandejas de arveja dulce y china) dicha inspección se llevaba a cabo diariamente en un lapso de ocho horas. En donde se observó minuciosamente cada bandeja y caja; para identificar si el producto presenta daño mecánico que sus características organolépticas sean las adecuadas y que esté libre de hongos, si este lleva cáliz o flor, cualquier otro contaminante (cabello humano, insectos) que sea afectada por la inocuidad y no puede ser exportada, en el caso de la caja es inspeccionado el código de trazabilidad donde indica el día de la semana que se está empacando, la semana en que estamos, iniciales del cliente y por último en número de contenedor (5/34/N/18) esto es muy importante ya que identifica la inocuidad del producto.

### 3.2.3 RECURSOS

- Epesista asignado a la inspección de calidad de pre-empaque y empaque.

### 3.2.4 RESULTADOS

Se inspecciono cada uno de los empaques, identificando los que no cumplían con los estándares de calidad eliminándolos. Se hace en mesas de inspección antes de que pase a la faja donde será pre empacada y empacada. Se instruyó al trabajador sobre los estándares de calidad, para que en el proceso de llenado de bandejas, se seleccione el mejor producto y se elimine el que no cumpla con la calidad. En la figura 18 se observa el proceso de clasificado y llenado de bandejas.



**Figura 18** Clasificado y llenado de bandejas.

Las bandejas pre-empacada pasa el proceso de observación en faja transportadora, en donde cada bandeja es inspecciona para comprobar que cumpla con los requisitos de calidad e inocuidad, ver figura 19.



**Figura 19** Inspección del producto pre-empacado y empacado en la faja transportadora.

Si el pre-empacado se muestra desordenado, producto con enfermedad y características organolépticas no adecuadas, este es rechazado pasando nuevamente al área de clasificación, este debe de estar bien sellado. La figura 20 muestra el producto que no cumple con calidad de empaque y el que si cumple con la calidad.



Producto desordenado

**No aceptable**



Producto con características  
no adecuadas

**No aceptable**



Producto de  
Calidad

**Aceptable**

**Figura 20** Calidad del producto en pre-empaque.

### 3.2.5 EVALUACIÓN

A final de la temporada agosto 2015 – junio 2016 la empresa logro exportar 1, 359,394.5 libras de arveja china y arveja dulce en las diferentes presentaciones de pesos de bandejas con un rechazo del 1 %.

### **3.3 LLENADO DE REGISTROS BAJO LA NORMA APPCC (HACCP)**

#### **3.3.1 OBJETIVOS**

##### **A. General**

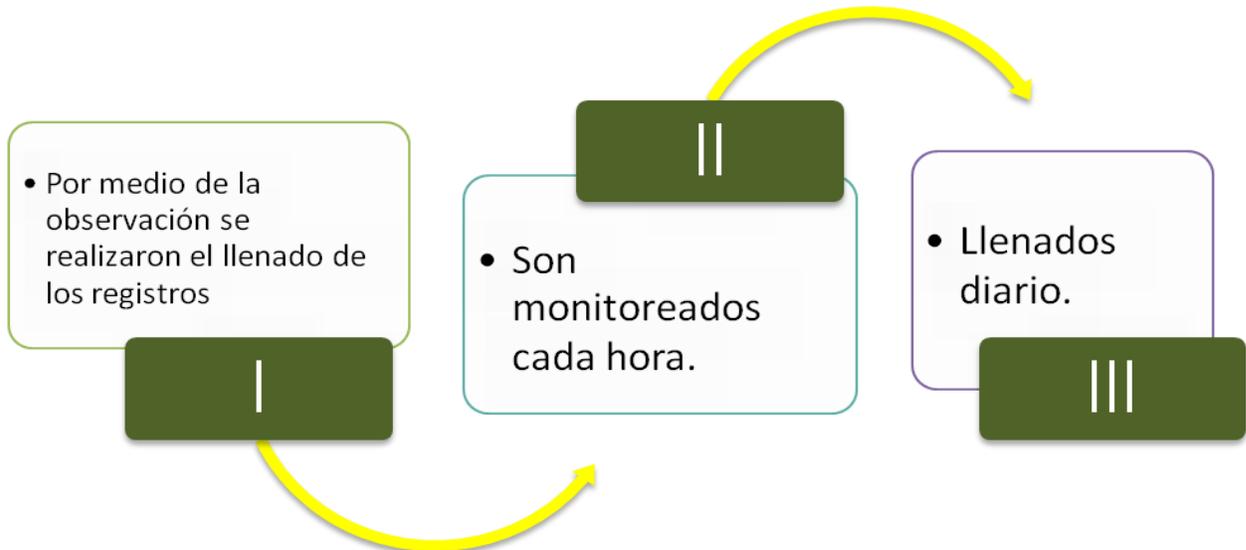
Elaborar los registros de la verificación de APPCC (HACCP) de las actividades que se realizan en la planta empacadora y exportadora de hortalizas Tierra de Árboles S.A.

##### **B. Específicos**

1. Proporcionar la documentación escrita que sea necesaria en la etapa de evaluación del proceso y para la verificación de APPCC (HACCP).
2. Elaborar los registros de las actividades que se realizan en la empresa exportadora de hortalizas Tierra de Árboles S.A
3. Demostrar cuando ha ocurrido un desvío del PCC y llevarse a cabo una acción correctiva.

#### **3.3.2 METODOLOGÍA**

Por medio de la observación se realizaron el llenado de los registros, si existía una inconformidad se anotaba en el momento de la inspección, estos eran llenados, monitoreados cada hora los siete días de la semana.



**Figura 21** Metodología de llenado de registros bajo la normas de APPCC (HACCP).

### 3.3.3 RECURSOS

Los recursos que se utilizaran para la realización de llenado de registros bajo la norma APPCC (HACCP) son:

- Epesista asignado a la inspección
- Fotocopias
- Hojas de registro
- Tiempo
- Lápices
- Folder

### 3.3.4 RESULTADOS

El listado de los registros que fueron llenados durante los diez meses se muestra en el cuadro 29.

**Cuadro 29** Listado maestro

No.	<b>LISTADO MAESTRO</b>
1	LIMPIEZA AREA DE RECEPCION
2	LIMPIEZA AREA DE CLASIFICADO Y DESPUNTE
3	LIMPIEZA AREA DE PRE-EMPAQUE
4	LIMPIEZA DE CUARTOS FRIOS
5	LIMPIEZA BODEGA DE EMPAQUE
6	LIMPIEZA DE AREA DE LAVADO DE MANOS
7	LIMPIEZA DE AREA DE RECHAZO
8	LIMPIEZA DEL AREA DE SANITARIOS
9	LIMPIEZA DEL AREA DE VESTIDORES
10	LIMPIEZA DEL AREA DE COMEDOR
11	LIMPIEZA DEL PEDILUVIO
12	PROGRAMA PRE REQUISITO FORMACION DEL PERSONAL
13	INORMACION DE LA CAPACITACION
14	EVALUACION DE LA CAPACITACION
15	ASISTENCIA DE CAPACITACION
16	PROGRAMA PRE REQUISITO HIGIENE DEL PERSONAL
17	INSPECCION DE LA EVALUACION DE HIGIENE
18	HIGIENE DEL PERSONAL
19	SALUD DEL PERSONAL
20	PROGRAMA PRE REQUISITO CONTROL DE PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA Y MATERIALES DE EMPAQUE
21	PROCEDIMIENTO DE APROBACION Y SEGUIMIENTO DE PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA
22	FICHA TECNICA DEL PROVEEDOR DE MATERIA PRIMA
23	FORMULARIO PARA LA VERIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DE BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS PARA PROVEEDORES
24	PROCEDIMIENTO DE APROBACION Y SEGUIMIENTO DE PROVEEDORES DE MATERIALES DE EMPAQUE

25	FICHA TECNICA DEL PROVEEDOR DE MATERIAL DE EMPAQUE Y SERVICIOS
26	ACEPTACION DE MATERIALES DE EMPAQUE
27	PROGRAMA PRE REQUISITO ABASTECIMIENTO DE AGUA
28	REVISION DE LA CISTERNA DE AGUA
29	LIMPIEZA Y DESINFECCION DE LA CISTERNA DE AGUA
30	PROGRAMA PRE REQUISITO CONTROL DE QUIMICOS
31	INVENTARIO DE JABONES Y DESINFECTANTES
32	PLAN MAESTRO DE DILUCIONES DE JABONES Y DESINFECTANTES
33	PROGRAMA PRE REQUISITO CONTROL DE TEMPERATURAS
34	CONTROL DE TEMPERATURA
35	PROGRAMA PRE REQUISITO CONTROL DE PLAGAS
36	CONTROL INTERNO DE PLAGAS
37	PROGRAMA PRE REQUISITO TRAZABILIDAD
38	PROGRAMA PRE REQUISITO CALIBRACION DE EQUIPOS
39	VERIFICACION DE BASCULAS
40	CALIBRACION DE TERMOMETROS
41	PROGRAMA PRE REQUISITO TRANSPORTE
42	LIMPIEZA DEL TRANSPORTE
43	PROGRAMA PRE REQUISITO ALERGENOS
44	PROGRAMA DE CONTROL DE PLASTICOS DUROS
45	CONTROL DE LAMPARAS Y PLASTICOS DUROS
46	PROGRAMA DE CONTROL DE LIMPIEZA DE CANASTA
47	REGISTRO DE LIMPIEZA DE CANASTA
48	ANALISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRITICS DE CONTROL APPCC DE LA EMPRESA TIERRA DE ARBOLES. S.A
49	MATRIZ DE RIESGOS
50	LIMPIEZA DE MESAS
51	PROCEDIMIENTO DE ELABORACION Y CONTROL DE DOCUMENTOS
52	AUDITORIA INTERNA

53	ACCIONES CORRECTIVAS
54	ACCIONES CORRECTIVAS
55	PRODUCTO NO CONFORME
56	REPORTE DE NO CONFORMIDADES
57	RECLAMACIONES Y SUGERENCIAS
58	FORMATO DE RECLAMACIONES Y SUGERENCIAS
59	RETIRO DEL PRODUCTO
60	REGISTRO DE RETIRO DE PRODUCTO
61	CODIGO DE TRAZABILIDAD DE LAS FINCAS
62	MUESTREO DE MESA DE EJOTE
63	MUESTREO EN MESA DE ARVEJA
64	INVENTARIO DE MATERIALES DE EMPAQUE
65	MINUTA DE REUNIONES CON GERENCIA
66	COMPROMISO DE LOS PROVEEDORES
67	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS PRODUCTOS
68	SOLICITUD DE EMPLEO
69	RECEPCION DE MATERIA PRIMA
70	CONTROL DE GUANTES
71	PROGRAMACION DE CAPACITACIONES
72	INSPECCION DE LOS MATERIALES DE EMPAQUE

### 3.4 BIBLIOGRAFÍA

1. Calvo Bruzos, S; Alonzo Ibáñez, MB; Cabello Tarres, MB; Mans Hesse, B; Nadal Martín, MA; Nouvillas Palleja, E; Pérez palleja, FJ; Rubio Montejano, M; Ruiz Ureña, MT; Sandoval Valdemoro, E; Serrano Gil, A; Serrano Molina, M del P. 1992. Educación para la salud en la escuela (en línea). Madrid, España, Díaz de Santos. Consultado 20 feb 2015. Disponible en <https://books.google.com.gt/books?id=X6BNLw8P680C&printsec=frontcover&dq=Educa+ci%C3%B3n+para+la+salud+en+la+escuela,+D%C3%ADaz+de+Santos.&hl=es-419&sa=X&ved=0CBsQ6AEwAGoVChMIsdPtmKTmxwIVhKoeCh3UAQ77#v=onepage&q=Educaci%C3%B3n%20para%20la%20salud%20en%20la>
2. Carro Paz, R; González Gómez, D. 2013. Normas HACCP sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (en línea). Argentina, Universidad Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. 16 p. Consultado 20 feb 2015. Disponible en [http://nulan.mdp.edu.ar/1616/1/11\\_normas\\_haccp.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1616/1/11_normas_haccp.pdf)
3. IICA, CR. 2001. Tecnología del manejo de postcosecha de frutas y hortalizas (en línea). Colombia. 242 p. Consultado 20 feb 2015. Disponible en <https://books.google.com.gt/books?id=IYDGhOLOgPoC&printsec=frontcover&dq=Tecno+logia+del+Manejo+de+Postcosecha+de+Frutas+y+Hortalizas,+IICA+Biblioteca+Venezuela.&hl=es-419&sa=X&ved=0CBwQ6AEwAGoVChMImeOApKPxwIVhqQeCh2RCQYt#v=onepage&q=Tecnologia%20del%20Ma>
4. Jiménez, SM; Gonzáles, RJ. 1999. Lavado de manos, un punto crítico en la seguridad alimentaria; revisión y recomendaciones (en línea). Santa Fé, Argentina, Universidad Nacional del Litoral. 67 p. Consultado 20 feb 2015. Disponible en <https://books.google.com.gt/books?id=PC1vRbvLdbQC&pg=PP4&dq=Lavado+de+Mano+s,+Universidad+Nac.+del+Litoral.&hl=es-419&sa=X&ved=0CCUQ6AEwAGoVChMI3eTyvaLmxwIVqW0eCh0WwAsG#v=onepage&q=Lavado%20de%20Manos%2C%20Universidad%20Nac.%20del%20Litoral.&f=false>