



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE  
CARGA PALETIZADA EN CONTENEDORES FRIGORÍFICOS PARA UNA  
EMPRESA GUATEMALTECA EXPORTADORA DE EJOTE FRANCÉS**

**Ruth Noemí Díaz Mancilla**

Asesorado por el Msc. Ing. Aurelio Reyes Meza

Guatemala, marzo de 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE  
CARGA PALETIZADA EN CONTENEDORES FRIGORÍFICOS PARA UNA  
EMPRESA GUATEMALTECA EXPORTADORA DE EJOTE FRANCÉS**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**RUTH NOEMÍ DÍAZ MANCILLA**  
ASESORADO POR EL MSC. ING. AURELIO REYES MEZA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MARZO DE 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor Elizabeth García Tobar
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA PALETIZADA EN CONTENEDORES FRIGORÍFICOS PARA UNA EMPRESA GUATEMALTECA EXPORTADORA DE EJOTE FRANCÉS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado, con fecha 28 de febrero de 2013



**Ruth Noemí Díaz Mancilla**





Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Teléfono 2418-9142

**AGS-MGIPP-0056-2013**

Guatemala, 28 de febrero de 2013.

Director  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Ruth Noemí Díaz Mancilla** carné número **2005-11654**, quien optó la modalidad del **“PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO”**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

Aéreo

ING. AURELIO REYES M.  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COL. 69950

Ma. Ing. Aurelio Reyes Meza  
Asesor (a)

“Id y enseñad a todos”

César Akú Castillo MSc.  
INGENIERO INDUSTRIAL  
COLEGIADO No. 4,073

Msc. Ing. César Augusto Akú Castillo  
Coordinador de Área  
Gestión y Servicios

Dra. Mayra Virginia Castillo Montes  
Directora  
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo  
/la





REF.DIR.EMI.088.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA PALETIZADA EN CONTENEDORES FRIGORÍFICOS PARA UNA EMPRESA GUATEMALTECA EXPORTADORA DE EJOTE FRANCÉS**, presentado por la estudiante universitaria **Ruth Noemí Díaz Mancilla**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2013.

/mgp







El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA PALETIZADA EN CONTENEDORES FRIGORÍFICOS PARA UNA EMPRESA GUATEMALTECA EXPORTADORA DE EJOTE FRANCÉS**, presentado por la estudiante universitaria: **Ruth Noemí Díaz Mancilla**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, marzo de 2013





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser mi único Padre y mentor celestial, bendiciéndome de manera sin igual en cada día de mi vida.
- Mi madre** Aura Violeta Mancilla, por todo su esfuerzo, amor, sacrificio y apoyo incondicional. Mi ejemplo definitivo en la vida. Este triunfo es más tuyo que mío.
- Mi padre** Francisco Díaz, por creer en mí y recordarme todas las cosas grandes que puedo llegar a hacer en mi vida con tan solo tener confianza en mí.
- Mis hermanos** Cada uno por nombre, quienes han sido mis mejores amigos y compañeros durante toda la vida.
- Mi tía** Bertha Lidia Mancilla, por apoyarme de una manera incondicional.





## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por darme la bendición de la vida y formar parte de todo lo que me conforma hoy en día.
- Mi madre** Por ser la mejor mamá y ejemplo que una mujer puede tener en esta vida.
- Mi novio** Por darme su amor y apoyo en cada una de las actividades que iniciamos como pareja.
- Mis amigos** Por compartir tantos buenos momentos y aventuras juntos.
- Mis maestros** Por compartir sus conocimientos y experiencias profesionales.
- Mi familia** Por compartir la alegría de culminar esta meta tan importante en mi vida.
- Mi asesor** Aurelio Reyes, por su compromiso y apoyo en la culminación de mis objetivos.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	III
LISTA DE SÍMBOLOS .....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
1. ANTECEDENTES .....	1
2. OBJETIVOS .....	5
3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	9
5. ALCANCES.....	11
6. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....	13
6.1. Capítulo 1: Productos perecederos.....	13
6.1.1. Control de calidad en alimentos .....	14
6.1.2. Inocuidad en los alimentos.....	14
6.1.2. Manejo y transporte de perecederos .....	15
6.2. Capítulo 2: Transporte frigorífico.....	15
6.2.1. Circulación del aire .....	16
6.2.2. Medio de transporte isoterma.....	18
6.2.3. Medio de transporte refrigerado .....	19

6.2.4.	Medio de transporte frigorífico .....	19
6.3.	Capítulo 3: Preparación y carga de contenedores .....	20
6.3.1.	Límites y distribución de peso .....	21
6.3.2.	Plan de estiba.....	22
6.3.3.	Control de temperaturas en contenedores.....	23
6.4.	Capítulo 4: Círculo de Deming .....	24
6.4.1.	Planear .....	25
6.4.2.	Hacer.....	27
6.4.3.	Verificar .....	27
6.4.4.	Actuar .....	27
6.5.	Capítulo 5: Gráficos de Control por Variables .....	27
6.5.1.	Gráfico de Control de Desviaciones Típicas .....	30
7.	HIPÓTESIS .....	33
8.	CONTENIDO DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
9.	MÉTODOS Y TÉCNICAS .....	41
10.	RESULTADOS ESPERADOS .....	45
11.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	47
12.	RECURSOS NECESARIOS .....	49
	BIBLIOGRAFÍA.....	51

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Circulación del aire dentro de contenedores .....	17
2.	Diseño de distribución de carga .....	18
3.	Círculo de Deming .....	26
4.	Proceso de selección de los Gráficos de Control .....	29

## TABLAS

I.	Variables e indicadores .....	33
II.	Cronograma de actividades .....	47
III.	Presupuesto .....	49



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>°C</b>	Grado centígrado
<b>°F</b>	Grado Fahrenheit
<b>m</b>	Metro
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Tm</b>	Tonelada métrica





## GLOSARIO

<b>Círculo de Deming</b>	Es una estrategia de mejora continua de la calidad basada en cuatro pasos o etapas: planear, hacer, verificar y actuar.
<b>Contenedor</b>	Es un recipiente de carga para el transporte marítimo o fluvial, terrestre y multimodal.
<b>Interfases</b>	Operaciones de traslado de la carga de unos a otros recintos con temperatura controlada.
<b>Logística</b>	Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución.
<b>Medio de transporte</b>	Hace referencia genérica a la forma o al vehículo en el cual se lleva a cabo la acción de transportación o el transporte.
<b>Taninos</b>	Químicamente son metabolitos secundarios de las plantas; es decir, se trata de fenólicos no nitrogenados, solubles en agua y no en alcohol ni solventes orgánicos.



## RESUMEN

La calidad con que se exportan los vegetales frescos es fundamental para la satisfacción del cliente, la cual se debe encontrar presente durante todos los procesos de la empresa. En la etapa de postcosecha la temperatura representa un punto crítico de control, la cual no debe ser descuidada, ya que tendrá como consecuencia que el producto llegue a su destino con defectos por mala calidad. Durante el transporte, el control de la temperatura tiende a ser un factor que se puede descuidar muy fácilmente y que puede afectar un porcentaje o la totalidad del producto exportado.

Para garantizar que la temperatura durante el transporte de los vegetales frescos será la adecuada y no habrá ruptura en la cadena de frío, es necesario contar con un plan estratégico que incluya la correcta circulación del aire en todas las cajas del producto exportado, así como el control y verificación de la temperatura registrada durante todo su recorrido hasta su destino final.

La presente investigación se refiere a la correcta distribución de las cajas paletizadas de ejote francés dentro de los contenedores, garantizando una eficiente circulación del aire en la totalidad de las cajas, con el fin que el producto no sufra de daños causados por la incorrecta temperatura de transporte, aun cuando la cantidad de cajas a exportar no son constantes

La distribución se inicia con una planificación esquemática de la correcta posición de las paletas numeradas y ubicadas dentro del contenedor en función de la cantidad de cajas, según planificación de producción; luego se describen

los diagramas de flujo de proceso del departamento de logística y distribución así como el diagrama de recorrido del aire circulante.

A continuación se pretende crear control y verificación de la temperatura registrada en los termógrafos mediante gráficos estadísticos de control por variables, más específicamente, gráficos de control de desviaciones típicas, los cuales demostrarán los puntos críticos de control de la temperatura durante su transporte.

## INTRODUCCIÓN

Los alimentos perecederos son aquellos que comienzan una descomposición de forma sencilla en los cuales agentes como la temperatura, la humedad o la presión, son determinantes para que el alimento comience su deterioro. La pérdida de calidad depende tanto del tiempo, como del mal uso de la temperatura; siendo esta un agravante más durante el transporte y la descarga.

La temperatura manipulada en los vegetales frescos, una vez inician la etapa postcosecha es un eslabón primordial para ser tratado con la mayor delicadeza y responsabilidad posible por parte del exportador.

Posterior al empaque y paletización, se planifica la distribución de la carga dentro del contenedor, para evitar la ruptura de la cadena de frío y como consecuencia, pérdida en la calidad de los productos; es por ello que el presente trabajo de investigación tiene como enfoque central la correcta distribución de las cajas paletizadas de ejote francés dentro de los contenedores frigoríficos, las cuales son producidas y exportadas por una empresa agroexportadora de Guatemala ubicada en el departamento de Chimaltenango, Guatemala. Los principios básicos en la distribución de la carga dentro de los contenedores que toman en cuenta las empresas agroexportadoras de ejote francés son los siguientes:

- Mayor aprovechamiento del espacio dentro de los contenedores.
- Equilibrio de la carga dentro del contenedor.

- Más importante aún, lograr transportar el producto perecedero con la temperatura y porcentaje de ventilación óptimos, con el objetivo principal que el producto llegue a su lugar destino con la calidad requerida por los clientes.

Si se considera la etapa postcosecha en 3 estaciones distintas hasta la entrega del producto a su lugar destino, se tendrán las siguientes:

- Del campo a la empacadora
- De la empacadora al contenedor refrigerado
- Del contenedor a la bodega del cliente

La delimitación para el estudio del presente trabajo de investigación se dará en la tercera estación, del contenedor refrigerado a la bodega del cliente, debido a que se lanza como hipótesis que una mala distribución de las cajas paletizadas dentro del contenedor impedirá que la temperatura y la circulación del aire no sea continua en el 100% de las cajas transportadas, provocando a la vez deficiencia en la calidad del producto, aun cuando los controles necesarios para mantener dicha temperatura en las empacadora y en la bodega del producto terminado y cuartos fríos, ha sido analizada, monitoreada y controlada por rigurosos estándares de calidad dentro de la empresa.

Es importante señalar que la cantidad de cajas de ejote a exportar no son constantes; la producción de los vegetales está sujeta a muchos factores para cumplir al 100% con la programación de exportación, tales factores el clima, plagas en las cosechas, desastres naturales, incumplimiento en las especificaciones del producto, para considerarlos producto de exportación, entre otros.

Debido a los factores considerados anteriormente, si no se cuenta con la cantidad exacta de cajas para exportación, semanalmente, no se aprovechará el 100% del espacio del contenedor, para lo cual resulta necesario contar con la correcta distribución de las cajas a paletizar y cargar en el contenedor cuya importancia se expuso con anterioridad.

El presente estudio se iniciará con la creación de diagramas de flujo de proceso y diagramas de recorrido estudiados y autorizados por el departamento de producción y elaborados por el departamento de logística; se realizará la implementación de una lista de chequeo como inspección de los contenedores al momento de su llegada, y de acuerdo con la cantidad de cajas a ser exportadas, se indicará esquemáticamente la colocación y carga correcta de las paletas dentro del contenedor, con las cantidades adecuadas en los espacios adecuados, mediante un análisis físico del sistema de distribución a ser implementado.





## 1. ANTECEDENTES

La optimización de la distribución del aire en los contenedores asegura mantener una temperatura de aire uniforme a través del contenedor/tráiler, mayor utilización del flujo de aire frío de la unidad de refrigeración e inhibir el paso del aire frío directo hacia los ventiladores. La Escuela de Comercio Exterior de Guatemala, mediante la exposición del Módulo de Transporte y almacenamiento de vegetales frescos, realiza una capacitación acerca del procedimiento de carga e inspección de contenedores frigoríficos en los cuales recomienda:

- La carga de los primeros dos *pallets* colocados en el fondo del contenedor opuestas uno con otro contra las paredes de contenedor, debe crearse entre ellas un espacio de 8 centímetros aproximadamente.
- Bloquear el espacio entre los bordes superiores de la hilera más alta de las cajas, con una especie de barrera de espuma de goma, por ejemplo una tira de 7"x 2".
- Crear en la parte superior de los *pallets* como un techo de un túnel que previene que el aire frío circulante vaya directamente hacia arriba.
- Una vez que el espacio superior ha sido bloqueado y el último par de plataformas ha sido cargado, bloquear el espacio vertical que quedó entre las dos plataformas opuestas en el fondo del contenedor, con una tira de espuma de goma de 7"x2" y ajustar apretadamente usando una escalera.

- Cubrir el espacio abierto que esté debajo de los dos *pallets* del fondo del contenedor, con cartón grueso, engrapado a la base de madera de los dos pallets. El cartón debe cubrir todo el espacio libre del piso, y ser asegurado con tiras de madera.
- Asegurarse de que la circulación del aire hacia la parte superior desde el borde del piso no esté bloqueada.

La naviera Crowley de Guatemala expone en la capacitación Carga de Contenedores que las pallets cargadas correctamente permiten el flujo de aire alrededor y a través del producto.

El procedimiento de carga al medio de transporte de los productos perecederos debe ser rápido, seguro y adaptable a las contingencias que puedan surgir. Moura & Oliveira (2008) realizaron un estudio acerca del tiempo óptimo de carga de los contenedores y cómo este afecta directamente en el mantenimiento de la cadena de frío de los productos perecederos.

En mayo del 2002, el Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos (FSIS, por sus siglas en inglés) publicó las pautas de seguridad para los procesadores de alimentos, en las cuales se destacan los lineamientos y pasos a seguir para lograr transportar y almacenar productos inocuos para el consumo.

Las estadísticas en las exportaciones de Guatemala del ejote del 2011 demuestran que se exportaron 237,751 kilos a Estados Unidos; 21,186 kilos a Francia y 2,964 kilos a Honduras. (Banco de Guatemala, 2012).

Durante el primer ciclo de exportación de ejote francés hacia Estados Unidos, en la empresa agroexportadora La Floresta Crops de Guatemala, S.A., se presentaron en las 25 semanas de exportación, costos asociados a reclamos y rechazos del cliente por la mala calidad del producto, concluyendo mediante datos expuestos por los clientes en el AQL (Analysis Quality Level, por sus siglas en inglés) enviado de frecuencia semanal, al momento de recibir la totalidad del producto en sus bodegas que los defectos más comunes causantes de rechazo del producto eran por deshidratación y oxidación.

Durante el primer ciclo mencionado anteriormente, se han obtenido datos preocupantes del registro de la temperatura en los contenedores, una vez es cargado el producto hasta su destino final. En promedio, se registra temperatura de 45°F cuando la requerida para transportar el ejote es de 40°F-42°F.



## **2. OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un sistema de distribución de cajas paletizadas dentro de los contenedores frigoríficos para una empresa guatemalteca dedicada a la exportación del ejote francés.

### **Específicos**

1. Planificar esquemáticamente y de acuerdo con la cantidad de cajas a exportar, la posición correcta de las paletas dentro de los contenedores para mayor aprovechamiento de espacio dentro de los mismos, garantizando equidad en la circulación del aire y temperatura de transporte en la totalidad de las cajas paletizadas.
2. Realizar diagrama de ubicación de las paletas y diagrama de recorrido del aire circulante dentro del contenedor.
3. Verificar la temperatura inicial del transporte y de carga, mediante una lista de chequeo e inspección de contenedores; así como las estadísticas de la temperatura registrada en cada termógrafo colocado dentro del contenedor, mediante gráficos de control por variables.
4. Evaluar la influencia de las mejoras en el proceso de carga y ubicación de las cajas paletizadas dentro de los contenedores sobre el registro de temperatura durante el transporte.



### 3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En el plan de producción de la empresa agroexportadora guatemalteca en la cual se realiza la presente investigación, las cantidades de cajas de ejote para exportar no son constantes y la capacidad del contenedor está siendo desaprovechada; para lo cual es necesario diseñar un sistema de distribución de las *pallets* dentro del contenedor para la eficiente distribución y equilibrio de la carga; pero más importante aún, para lograr uniformidad en la circulación del aire y ventilación en la mayor cantidad de cajas paletizadas para reducir los reclamos e inconformidades de los clientes, debido a una mala calidad del producto, lo cual generará para la empresa mayor rentabilidad e incremento en las ventas, contribuyendo en su competitividad a nivel nacional e internacional.

Se utiliza como herramienta metodológica el denominado círculo de Deming, ya que representa que el diseño de la investigación seguirá un curso de “mejora continua” buscando siempre la calidad en producto y servicio de la empresa, para lo cual dicha herramienta será complementada con los “gráficos de control”, para la verificación estadística de la temperatura con la que el producto es exportado.

La presente investigación servirá del mismo modo como aporte metodológico de los procedimientos de carga y distribución de los productos perecederos de exportación para otras empresas agroexportadoras, tanto guatemaltecas como extranjeras, garantizando la seguridad sanitaria exigida por normas internacionales y cumpliendo con los requerimientos del cliente final en cuanto a calidad y servicio, con el fin de incrementar las ventas y disminuir la pérdida por los rechazos de producto defectuoso.





## 4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo a datos obtenidos de reclamos de los clientes en cada contenedor de ejote embarcado con destino a Estados Unidos, los principales defectos motivos de rechazo por el cliente son deshidratación y oxidación del producto, problema que se da cuando la temperatura manipulada en los ejotes es demasiada alta o demasiada baja, respectivamente, y que según trazabilidad de la carga dichos defectos son detectados frecuentemente en las *pallets* 17-18-19-20 colocadas en la parte trasera del contenedor, en un 67%, las *pallets* 6-7-8 en un 18% y las primeras 3 *pallets* en un 15%; lo cual provoca pérdidas monetarias, de calidad y satisfacción del cliente, derivados de una deficiente cadena de frío durante el transporte del ejote.

Ante dicha problemática es necesario responder la siguiente interrogante: ¿Cómo se puede diseñar un sistema fiable y eficaz de la distribución de la carga dentro del contenedor que permita controlar la variación de temperatura que se da en el transporte del producto hasta su lugar destino?

La empresa guatemalteca agroexportadora en la cual se realizará la presente investigación, iniciará segundo ciclo de exportaciones del ejote francés hacia Estados Unidos en octubre del 2012 y culminará dichas exportaciones en el mes de marzo del 2013; por lo tanto, la principal limitante de la presente investigación es el tiempo disponible para realizar las pruebas de distribución de la carga dentro de los contenedores y los costos asociados para lograr optimizar la circulación del aire y ventilación que garanticen la temperatura adecuada del producto durante su transporte.

Ante la deficiencia actual del control en los procesos de carga y ubicación de las cajas dentro de los contenedores, así como el control del registro de la temperatura de transporte, surgen las siguientes preguntas de investigación:

- Si la cantidad de cajas a exportar no son constantes en cada embarcación, ¿de qué manera se planificará la distribución de las cajas paletizadas dentro de los contenedores?
- ¿Cómo se realizará la distribución de paletas certificando la correcta circulación del aire dentro de los contenedores?
- ¿De qué forma se verificará que las cajas de ejote fueron cargadas al contenedor y transportadas dentro de los mismos con la correcta temperatura de transporte?
- ¿Qué impacto tendrá la eficiencia del proceso de carga y distribución sobre el registro de temperatura de transporte?

## **5. ALCANCES**

Con el diseño de un sistema de distribución de carga paletizada en contenedores frigoríficos se beneficiará a la empresa agroexportadora y sus operaciones, mediante la reducción de costos por rechazos y reclamos de los clientes debido a una mala calidad del ejote exportado que en promedio pondera un 17% de producto defectuoso a un 3% con la implementación de dicho sistema.

Tomando como reto que los procesos de carga y distribución sean procesos sistemáticos con el uso del patrón o ciclo llamado ciclo de Deming, teniendo como factores limitantes, el tiempo e instrumentos más sofisticados para el registro de la temperatura durante el transporte del ejote francés hacia Estados Unidos.



## **6. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

### **6.1. Capítulo 1: Productos perecederos**

Cuando se habla de productos perecederos se hace referencia a frutas, vegetales, carne fresca, alimentos obtenidos de gabinetes de refrigeración y comida cocinada; para ser consumida tiempo después. Por lo general, estos productos son guardados en un refrigerador, aunque algunas frutas y verduras, pueden estar fuera de él, siempre y cuando estén en un lugar fresco (Logística del frío, S.A. 2012).

Este tipo de productos exige una calidad alta que viene determinada por la conjunción de distintos factores relacionados todos ellos con la aceptabilidad del alimento. “conjunto de atributos que hacen referencia de una parte a la presentación, composición y pureza, tratamiento tecnológico y conservación que hacen del alimento algo más o menos apetecible al consumidor, y por otra parte, al aspecto sanitario y valor nutritivo del alimento (Tellez, 2009).

Tellez (2009) indica que para apreciar la calidad es preciso hacer una valoración del alimento por: métodos objetivos y subjetivos, parámetros físicos y fisicoquímicos. El autor además expone que hay muchas medidas de tipo fisicoquímico utilizadas según el alimento: peso, humedad, densidad, contenido de azúcar, valoración de peróxidos, contenido de taninos, entre otros. Nunca debe precipitarse una prueba objetiva única para afirmar algo sobre la garantía de los alimentos.

Un alimento es un resultado de factores diversos y su armonización depende de la calidad del mismo. Se debe analizar factores de apariencia, organolépticos; es decir, factores relativos al tamaño, grado de maduración, viscosidad, elasticidad, tenacidad.

#### **6.1.1. Control de calidad en alimentos**

Son los métodos de inspección de análisis y de actuación que se aplican en un proceso de fabricación de alimentos de tal modo que a partir de una muestra pequeña pero representativa del alimento, se está en condiciones de juzgar la calidad del mismo (Tellez, 2009).

#### **6.1.2. Inocuidad en los alimentos**

Es la protección de los alimentos contra una contaminación accidental no intencional. Los alimentos son la fuente principal de exposición a agentes patógenos tanto químicos como biológicos (virus, parásitos y bacterias) a los cuales nadie es inmune (Téllez, 2009).

La inocuidad alimentaria es un proceso que asegura la calidad en la producción y elaboración de productos alimentarios y su preservación implica la adopción de metodologías que permitan identificar y evaluar los potenciales peligrosos de contaminación de los alimentos en el lugar que se producen o se consumen, así como la posibilidad de medir el impacto que una enfermedad transmitida por un alimento contaminado pueda causar a la salud humana (Téllez, 2009).

En los últimos veinte años, la logística ha tomado un papel muy importante en “la elaboración de mejoras competitivas y sostenibles fundamentadas en la construcción de valor agregado para el cliente” (Chopra y Meindl, 2007).

La “cadena del frío” es el conjunto de elementos, medios y actividades necesarios para garantizar la calidad de un producto refrigerado hasta su consumo/utilización por el usuario final (Renedo, 2011).

### **6.1.3. Manejo y transporte de perecederos**

Existe una gran variedad de prácticas para el manejo de los productos que son esenciales para una distribución adecuada. Desafortunadamente, es común el maltrato del producto durante la distribución. Esto puede ser debido a problemas laborales, al uso de instalaciones viejas, mal mantenidas y de poca capacidad y a prácticas de mal manejo. Todos estos factores son importantes para el subsiguiente embarque de productos en cargas mixtas a otros mercados.

## **6.2. Capítulo 2: Transporte frigorífico**

El transporte es un eslabón esencial de la cadena de frío. Debe ser rápido, seguro y adaptable a las contingencias que puedan surgir. Los costes logísticos son determinantes para vender o no un producto. Se debe garantizar conservación propiedades productos de forma continua y eficaz. Una buena elección y diseño transporte frigorífico exige conocer características de los productos a manipular (Renedo, 2011).

Buen diseño y elección de transporte frigorífico:

- Mantenimiento de temperatura de la cámara a la óptima
- Cálculo de ventilación en función de las tasas de etileno emitidas
- Considerar la compatibilidad de olores entre productos
- Protección física de los envases

Debe cumplir los siguientes requisitos:

- Estado higiénico del transporte
- Condiciones salubres, no existencia de contaminantes Q/B
- Protección de los productos mediante adecuados embalajes
- Hermeticidad de la cámara para que conserve constante la temperatura
- Dimensiones normalizadas de la cámara favorece almacenamiento
- Materiales de revestimiento óptimos

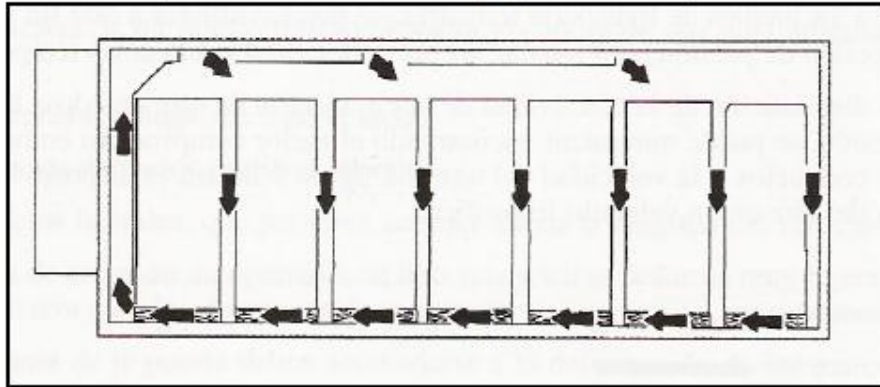
### **6.2.1. Circulación del aire**

El aire del recinto es el encargado de absorber el calor exterior e interior y del desescarchado; así también de mantener la humedad conveniente, evacuar los residuos del metabolismo de respiración.

La circulación de aire debe ser homogénea y producir pérdidas de presiones bajas que pueden ser a través de conductos. Resulta preciso introducir renovación de aire (emisión de dióxido de carbono y etileno) (Renedo, 2011).



Figura 1. **Circulación del aire dentro de contenedores**



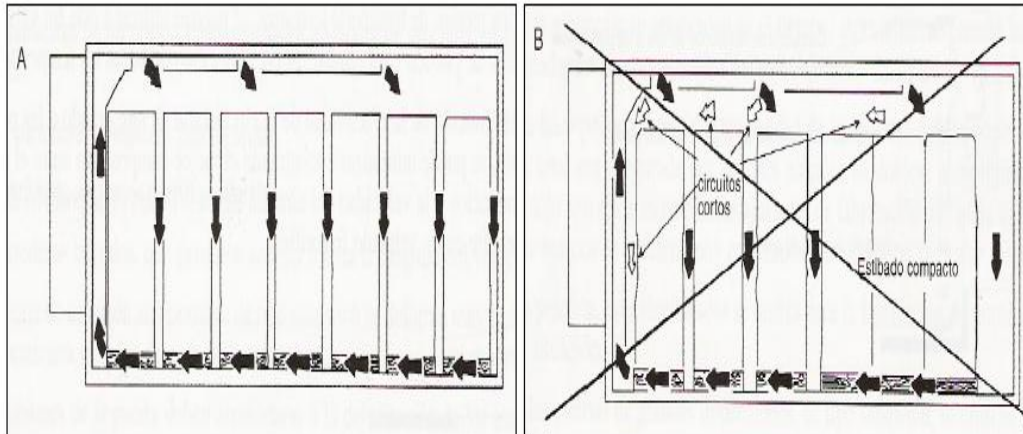
Fuente: RENODO, Carlos. Tecnología frigorífica. p.7.

Los transportes de larga duración de frutas y verduras (producen calor, humedad y gas), y para los productos a enfriar durante el transporte, los envases deben ser apilados para que el aire circule entre ellos.

Cuando el aire circula de abajo a arriba, las unidades de carga son apiladas sobre dispositivos que permiten la circulación del aire a nivel del suelo, cuando el aire circula de arriba abajo, las unidades de carga se apilan en palés acondicionados para permitir la circulación del aire entre la carga y el suelo del vehículo y su difusión en la carga, en todos los casos, la altura de la carga debe ser limitada para no dificultar la circulación del aire al techo (Renedo, 2011).

Las pérdidas de presión a través de cargas paletizadas son en general débiles, un buen reparto del aire introducido y de retorno, no es suficiente para asegurar una buena homogeneidad de la circulación del aire y por tanto de la temperatura, es importante asegurar una pérdida de presión tan homogénea como sea posible (Renedo, 2011).

Figura 2. **Diseño de distribución de carga**



Fuente: RENODO, Carlos. Tecnología frigorífica. p.8.

### 6.2.2. **Medio de transporte isoterma**

Es aquel que la caja está construida con: paredes, suelo, techo y puertas aislantes, que permiten limitar los cambios de calor entre el interior y el exterior de la caja (Renedo, 2011).

En función del coeficiente global de transmisión térmica, se clasifican en:

- IN: Medio de transporte isoterma normal, caracterizado por un coeficiente igual o inferior a  $0,7 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- IR: Medio de transporte isoterma reforzado, caracterizado por un coeficiente igual o inferior a  $0,4 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

### **6.2.3. Medio de transporte refrigerado**

Es aquel medio de transporte isoterma que con la ayuda de una fuente de frío (hielo, nieve carbónica, etc.) distinta de un equipo mecánico, permite bajar la temperatura en el interior de la caja vacía y mantenerla después para una temperatura media exterior de 30°C (Renedo, 2011).

- A 7°C máximo para la clase A
- A -10°C máximo para la clase B
- A -20°C máximo para la clase C

### **6.2.4. Medio de transporte frigorífico**

Es aquel medio de transporte isoterma provisto de un dispositivo de producción de frío individual o colectivo para varias cajas.

El aislamiento de la cámara debe de impedir la entrada de calor en la cámara; se pueden utilizar materiales aislantes: poliuretano, poliestireno, cloruro de vinilo, paneles sándwich, entre otros. Se debe garantizar la estanqueidad, incluidas las puertas para conservar su elasticidad y propiedades con el tiempo (Renedo, 2011).

### 6.3. Capítulo 3: Preparación y carga de contenedores

Se debe de contar con los siguientes controles previos a la carga:

- Comprobar el buen estado del producto, manteniendo temperatura adecuada.
- Control de la instalación eléctrica
- Espacio de mercancías limpio y en buen estado
- Existencia de personal técnico de acompañamiento en caso necesario
- Arranque de la instalación frigorífica para comprobar su funcionamiento y puesta régimen del transporte (Renedo, 2011).

Para el envasado se debe tomar en cuenta:

- Protección física, ante riesgos exteriores
- Protección térmica, contra recalentamiento/enfriamiento
- Resistencia mecánica, para su manipulación
- Circulación adecuada de aire (Renedo, 2011).

En relación con la manipulación:

- Agrupación de envases en unidades de carga
- Mejora de su colocación y manipulación en *pallets* (Renedo, 2011).

Para los controles de carga será necesario:

- Funcionamiento de la instalación frigorífica
- Control de la instalación eléctrica
- Buen estado del interior de la cámara

- Formación técnica del personal
- Transporte multimodal, entre diferentes medios
- Plataformas de agrupación y desagrupación, en una misma modalidad y con almacenamiento intermedio.
- Cuidado con la exposición del producto a focos de calor (Renedo, 2011).

### **6.3.1. Límites y distribución de peso**

El peso bruto permisible para la mayoría de los contenedores estándar de 20' y 40', es de 30.480 kg. Algunos contenedores más recientes tienen un peso bruto mayor. Dependiendo de las series de diseño, la carga útil se deriva del peso bruto menos el peso vacío, lo cual varía (Hapag-Lloyd AG, 2010).

Las barras transversales de la superficie de un contenedor son los elementos de soporte de la carga para soportar el peso de la misma. Si se alcanza el límite de carga permisible por completo, todas las barras transversales de la superficie deben ser igualmente cargadas. El peso de la carga debe, de esta manera, distribuirse sobre toda la longitud del contenedor.

El piso no está diseñado para cargas pesadas en un solo punto. Si la carga es más pequeña, o se coloca en una longitud más corta sobre el piso, la carga permisible se reduce. La carga máxima del piso es de 4,5 t por escora longitudinal para un contenedor de 20', y 3 t por escora para un contenedor de 40'. Para corroborar la carga en el piso, la longitud de la carga (m) se divide entre el peso de la carga (t). Ejemplo: peso de la carga 10 t, longitud de soporte 4 m, carga por metro:  $10/4=2,5$  t/m (Hapag-Lloyd AG, 2010).

Un artículo relativamente pesado o una carga con puntos de soporte pequeños, se deben posicionar sobre el piso del contenedor, de tal manera que no se exceda la carga máxima del piso. La longitud del soporte se puede ampliar si es necesario.

Esto se logra colocando vigas de madera (cama) longitudinalmente sobre el piso y posteriormente colocando la carga sobre ellas, o colocando otra capa de vigas de madera transversalmente si la carga lo necesita.

Si se extiende la longitud de soporte, los extremos libres de cada costado, en donde no hay carga, no deben exceder la longitud máxima de 1m. (Hapag-Lloyd AG, 2010).

### **6.3.2. Plan de estiba**

Existen tres razones principales para saber por qué es importante preparar un plan de estiba previo al embalaje:

- Conseguir una utilización óptima de la capacidad del contenedor
- Simplificar e incrementar la velocidad de embarque y desembarque
- Estimar rápidamente el material de amarre necesario por anticipado

Antes de preparar un plan de estiba es necesario precisar los detalles del embalaje, peso y dimensiones de la carga, al igual que las dimensiones internas del contenedor y las restricciones. Se puede preparar el plan de estiba de diferentes maneras. Se puede utilizar un software para estiba para disponer de un plano a escala con varias perspectivas, o llevar a cabo un estibaje previo sobre un área libre con las dimensiones registradas del contenedor.

Debe tomarse en cuenta que las dimensiones de la puerta y el techo normalmente son más pequeñas que las del interior del contenedor (Hapag-Lloyd AG, 2010).

### **6.3.3. Control de temperaturas en contenedores**

En los contenedores con control de temperatura existen dispositivos de almacenamiento de datos integrados registran la temperatura y otros eventos cada hora. El contenedor refrigerador estándar ofrece temperaturas ajustables de entre  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Hapag-Lloyd AG, 2010).

Los contenedores refrigerados están diseñados únicamente para mantener la temperatura necesaria para una embarcación. Para mantener la calidad de la mercancía, los artículos sensibles a la temperatura deben alcanzar la temperatura del transporte antes de estar a bordo (Hapag-Lloyd AG, 2010).

En las secciones del contorno del piso, el aire se expulsa desde debajo de la carga hacia la puerta y el aire caliente regresa por debajo del techo. La manera en que se estiban y embalan los artículos en un contenedor refrigerado puede influir sobre el cálculo del aire. Para garantizar una distribución óptima de la temperatura en toda la carga se deben tomar en cuenta los siguientes puntos al estibar:

- Modalidad en frío: cargas en y por encima del punto de congelación; la mercancía debería estibarse libremente de manera que el aire se pueda mover por encima y entre los paquetes. Esto se logra con material de estiba para separar, o cajas de cartón con agujeros para la ventilación.

Por otro lado, si la estiba está muy suelta, el flujo del aire no podrá llegar adecuadamente a la mercancía en el lado de la puerta.

- Modalidad de congelado: carga por debajo del punto de congelación. Todo el piso debe cargarse de igual manera (fijar la estiba). Si esto no es posible, se debe tender sobre el piso, cartón o material similar, en las áreas libres para garantizar un flujo óptimo del aire. Esto incluye grandes espacios vacíos que se crean entre las tarimas o como resultado de paquetes que no se han estibado correctamente uno sobre otro.

En cualquiera de los casos, se debe dejar un espacio libre de por lo menos 12 cm entre el techo y la carga.

Hay marcas en las paredes laterales que indican la altura máxima permisible de la carga.

El material de embalaje debe ser lo suficientemente fuerte para soportar la carga apilada, y proteger el contenido y corresponder a las características del producto: por ejemplo, se deben utilizar las cajas de cartón con agujeros de ventilación para los artículos que generan calor y/o necesitan cambio de aire (Hapag-Lloyd AG, 2010).

#### **6.4. Capítulo 4: Círculo de Deming**

El ciclo “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” fue desarrollado inicialmente en la década de 1920 por Walter Shewhart, y fue popularizado luego por W. Edwards Deming, razón por la cual es frecuentemente conocido como “Ciclo de Deming”.



Dentro del contexto de un SGC, el PHVA es un ciclo dinámico que puede desarrollarse dentro de cada proceso de la organización y en sistema de procesos como un todo. Está íntimamente asociado tanto con la planificación del producto, como en otros procesos del sistema de gestión de la calidad (Pérez y Múnera, 2007).

Deming impulsó a los japoneses a adoptar un enfoque sistemático para la solución de problemas. El enfoque conocido como el Círculo de Deming o PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), impulsó también a la alta gerencia a participar más activamente en los programas de mejora de la calidad de la compañía (Guajardo, 2003).

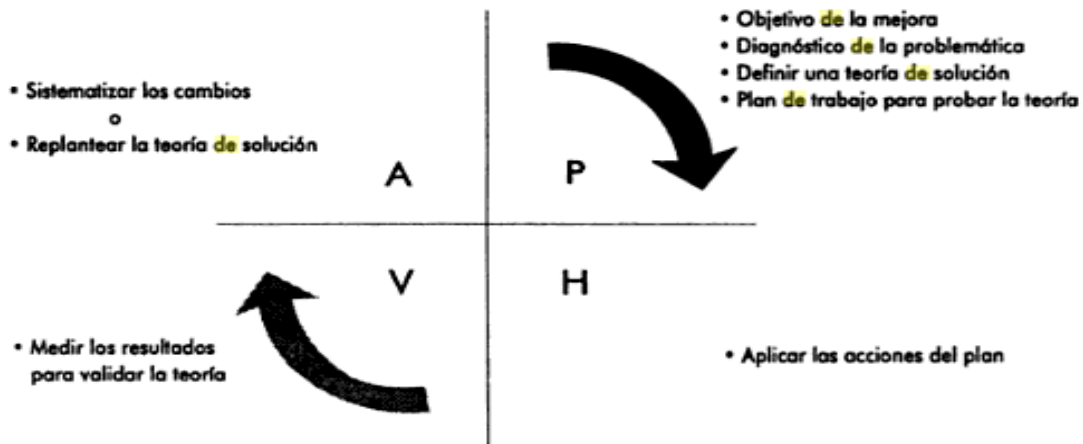
El Círculo de Deming representa los pasos de un cambio planeado, donde las decisiones se toman científicamente, y no con base en apreciaciones (Guajardo, 2003). El círculo de calidad consiste en cuatro etapas: planear, hacer, verificar y actuar.

#### **6.4.1. Planear**

En ella se desarrollan las siguientes actividades:

- Primero se define la visión o metas: dónde se quiere estar en un tiempo (lugar, posición de la compañía o ingresos); en otras palabras, se establece como el objetivo de mejora.

Figura 3. El Círculo de Deming



Fuente: GUAJARDO, Esteban. Administración de la calidad total. p.42.

- Establecido el objetivo, la persona realiza un diagnóstico para determinar su situación actual en todos los aspectos y definir su problemática o áreas de mejora, seleccionando las más importantes o las que más impacto tengan en su vida.
- Posteriormente, se define una teoría de solución que permite llevar a la variable a mejorar a un punto óptimo.
- Finalmente, se define un plan de trabajo a implementar y se prueba la teoría de solución (Guajardo, 2003).

#### **6.4.2. Hacer**

En esta etapa, básicamente se pone en práctica el plan de trabajo planeado, estableciendo algún control de seguimiento para asegurar el apego al programa.

Para llevar el control de la implementación, existen herramientas como la Gráfica de Gantt o la lista de verificación de tareas realizadas, que permiten observar claramente el avance del proceso (Guajardo, 2003).

#### **6.4.3. Verificar**

Verificar = medición, análisis/mejoría: verificación de las reglas preestablecidas y evaluación para “iniciar mejoramiento” (Pérez y Múnera, 2007).

#### **6.4.4. Actuar**

Actuar = (medición), análisis/mejoría + responsabilidad gerencial: ajustar las reglas preestablecidas, es decir, “iniciar cultura de mejoramiento continuo” (Pérez y Múnera, 2007).

### **6.5. Capítulo 5: Gráficos de control por variables**

Existen fundamentalmente dos tipos de gráficos de control: gráficos de control por variables y gráficos de control por atributos. Se utilizarán los gráficos de control por variables cuando la característica a estudiar sea de tipo

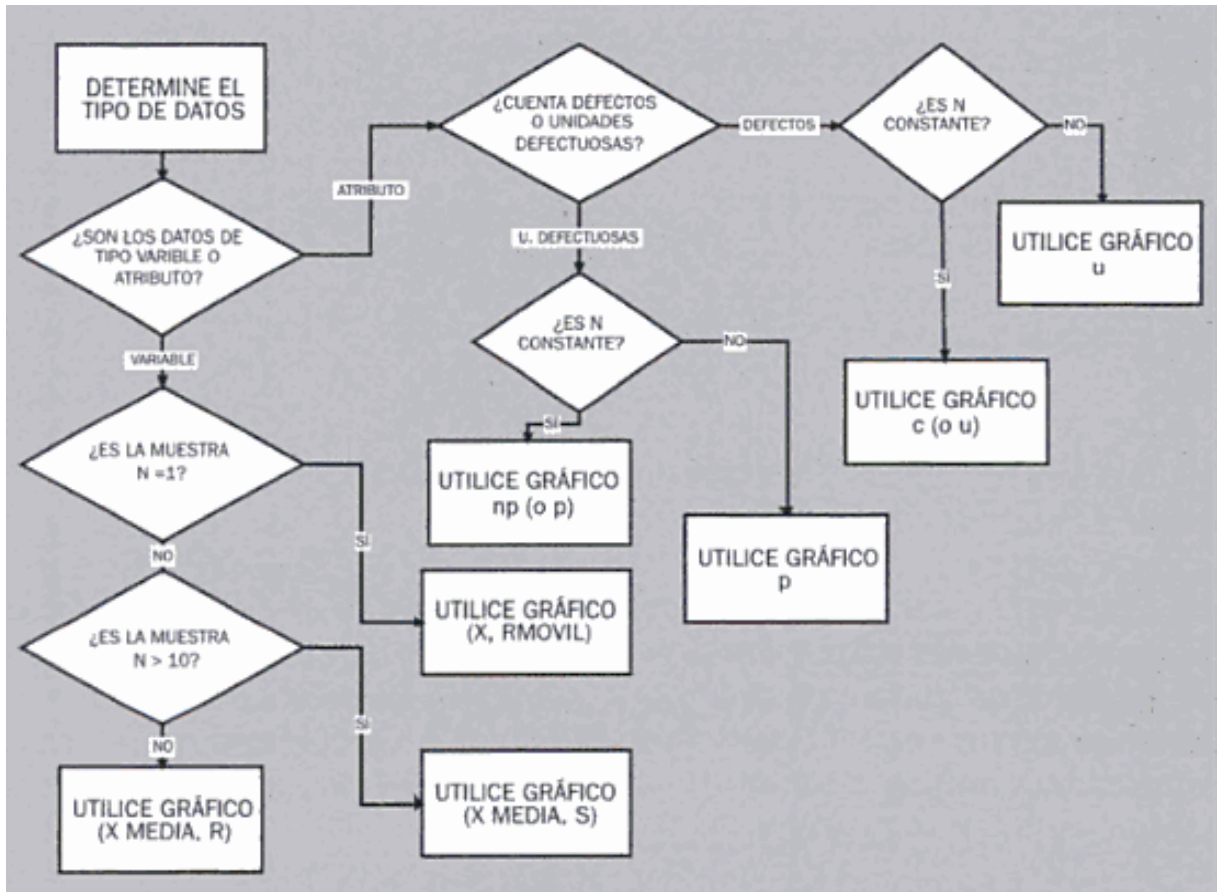
cuantitativo (intervalo o ratio) mientras que si la característica es de tipo cualitativo (nominal u ordinal), se utilizan los gráficos de control por atributos (Vilar & Delgado, 2005).

Se denomina así los gráficos de control para características continuas del producto o del proceso tales como: contenido en centímetros cúbicos de un líquido, peso de un saco de pienso, viscosidad de una resina, intensidad de una tinta, temperatura de un horno, etc., las cuales, cuando el proceso está en estado de control, se distribuyen en general según la ley normal, es decir, si no se distribuyen las observaciones individuales, si lo hacen las medias para tamaño suficientemente grande (teorema central del límite) (Verdoy, 2006).

En el caso de gráficos de control por variables, el criterio fundamental es el tamaño de la muestra utilizado. Existen situaciones de fabricación en la que no es posible conseguir un grupo de elementos representativos de una sola fabricación:

- Procesos de fabricación lentos en los que se plantean inconvenientes para acumular muestras con las que analizar el proceso.
- Procesos que exigen el análisis 100% de las piezas.
- Ensayos destructivos (Vilar & Delgado, 2005).

Figura 4. Procesos de selección de los Gráficos de Control



Fuente: VILAR, Juan. Control estadístico de los procesos SPC. p.57.

Quando el tamaño de muestra sea superior a 10 ( $n > 10$ ), el recorrido deja de proporcionar una estimación correcta de la variación, siendo necesario utilizar los gráficos de medias muestrales y desviaciones típicas. Los denominados gráficos  $(\bar{X}, \bar{S})$  (Vilar & Delgado, 2005, p. 58).

### 6.5.1. Gráfico de Control de Desviaciones Típicas

En aquellos casos en los que sea necesario aumentar la sensibilidad del gráfico de control de recorridos muestrales, es necesario reemplazar este gráfico por un gráfico de desviaciones típicas.

Estos gráficos necesitan tamaños muestrales superiores a los utilizados por los gráficos de recorrido, siendo normal utilizar un tamaño de subgrupo mayor de 10 o 12. Usualmente se le denomina gráfico  $\bar{S}$ , aunque algunas bibliografías lo denominan gráfico  $\sigma$  (Vilar, 2007).

Los gráficos  $\bar{X}$  y  $\bar{S}$  se construyen utilizando un procedimiento exactamente igual al empleado en los gráficos  $\bar{X}$  y  $\bar{R}$ . A partir de los datos muestrales se calculan las medias y desviaciones típicas de los subgrupos, la media general, y la desviación típica media. Las constantes de proporcionalidad utilizadas en este caso, en lugar de las conocidas  $A_2$ ,  $D_3$  y  $D_4$ , son  $A_3$ ,  $B_3$  y  $B_4$ , respectivamente (Vilar, 2007).

Este gráfico se construye del siguiente modo:

- Dado el tamaño muestral  $n$  y el valor medio de las desviaciones típicas muestrales, se obtendrán los valores tabulados  $B_3$  y  $B_4$  que señalarán el Límite de Superior de Control ( $LSC=B_4\bar{S}$ ) y el Límite Inferior de Control ( $LIC=B_3\bar{S}$ ).
- La línea central del gráfico (LC) se sitúa en el valor  $\bar{S} = \sum_{i=1}^k \frac{S_i}{k}$

- Si la desviación típica de alguna de las muestras queda fuera de los límites de control del gráfico, se eliminará dicha muestra y se volverán a definir los parámetros del gráfico de control. (Miranda, Chamorro & Rubio, 2007, P. 103).

Dado que los gráficos de control de medias muestrales y de desviaciones típicas muestrales se suelen construir conjuntamente, se realizará el análisis del proceso, examinando si los valores muestrales aparecen dentro de los límites de control de ambos gráficos, concluyendo entonces que el proceso se encuentra bajo control estadístico. En caso contrario, se eliminarán las muestras que aparecen fuera de control y se reformulará cada uno de los gráficos (Miranda, Chamorro y Rubio, 2007).





## 7. HIPÓTESIS

La circulación del aire y la distribución de la ventilación dentro de un contenedor frigorífico seteado a la temperatura y porcentaje de ventilación estandarizado del ejote francés será ineficiente en ciertas áreas del contenedor, debido a una mala distribución de las cajas paletizadas lo cual impide que dicha circulación y ventilación no sea homogénea y no se alcance una temperatura óptima, dando como resultado oxidación y/o deshidratación del producto durante su transporte.

Tabla I. **Variables e indicadores**

VARIABLE	SUBVARIABLE	INDICADOR	HERRAMIENTA
Temperatura	Temperatura de transporte del campo-cuarto frío Temperatura de preenfriado Temperatura de carga al contenedor Temperatura de transporte del contenedor	Trazabilidad de temperatura	Termógrafo láser Termógrafo digital Gráficos de control

Continuación tabla I.

<b>VARIABLE</b>	<b>SUBVARIABLE</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>HERRAMIENTA</b>
Tiempo de transporte y carga	Tiempo de transporte del campo-cuarto frío	Control de tiempo de transporte y carga	Cronómetro
	Tiempo de preenfriado		Gráficos de control
	Tiempo de carga al contenedor		
	Tiempo de transporte del contenedor		
Inspección de contenedores	Inspección inocua	Limpieza de contenedores	Lineamientos BPM
	Inspección técnica	Temperatura de seteo del contenedor	Lista de chequeo
	Inspección de recursos humanos	Seguridad de transporte	Gráficos de control
		Horarios de llegada y salida del contenedor	

Continuación tabla I.

<b>VARIABLE</b>	<b>SUBVARIABLE</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>HERRAMIENTA</b>
Almacenamiento	Área de almacenaje	Limpieza del área	Lineamientos BPM
		Condiciones técnicas de almacenaje	Programa 5S
Proceso de Empaque	Área de empaque	Limpieza del área	Lineamientos BPM
	Personal de empaque	Seguridad e higiene personal	Programa 5S

Fuente: elaboración propia.



## 8. CONTENIDO DE LA INVESTIGACIÓN

LISTADO DE ILUSTRACIONES

RESUMEN

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

PROBLEMAS

INTRODUCCIÓN

### 1. CAPÍTULO 1: CONCEPTOS

- 1.1. Productos perecederos
  - 1.1.1. Control de calidad en alimentos
  - 1.1.2. Inocuidad en los alimentos
  - 1.1.3. Manejo y transporte de perecederos
- 1.2. Transporte frigorífico
  - 1.2.1. Circulación del aire
  - 1.2.2. Medio de transporte isoterma
  - 1.2.3. Medio de transporte refrigerado
  - 1.2.4. Medio de transporte frigorífico
- 1.3. Preparación y carga de contenedores
  - 1.3.1. Límites y distribución de peso
  - 1.3.2. Plan de estiba
  - 1.3.3. Control de temperaturas en contenedores
- 1.4. Círculo de Deming
  - 1.4.1. Planear
  - 1.4.2. Hacer
  - 1.4.3. Verificar

- 1.4.4. Actuar
  - 1.5. Gráficos de Control por Variables
    - 1.5.1. Gráfico de Control de Desviaciones Típicas
- 2. **CAPÍTULO 2: PLANIFICACIÓN DE LA PREPARACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA**
  - 2.1. Esquema piloto
  - 2.2. Seteo de temperaturas
  - 2.3. Preenfriado del equipo
  - 2.4. Paletizar
  - 2.5. Flejar
  - 2.6. Estibar
- 3. **CAPÍTULO 3: DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN**
  - 3.1. Distribución de la carga dentro del contenedor
  - 3.2. Sistema de ventilación
  - 3.3. Sistema de circulación del aire
  - 3.4. Diagrama del flujo del proceso
  - 3.5. Diagrama de recorrido de la circulación del aire
- 4. **CAPÍTULO 4: CONTROL Y MONITOREO DE TEMPERATURAS**
  - 4.1. Lista de chequeo e inspección de contenedores
  - 4.2. Gráfico de Control de Desviaciones Típicas de Temperaturas
- 5. **CAPÍTULO 5: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**
  - 5.1. Establecimiento de plan de seguimiento
  - 5.2. Definición de nuevos proyectos de mejora
  - 5.3. Presentación de resultados

CONCLUSIONES  
RECOMENDACIONES  
BIBLIOGRAFIA  
APÉNDICES  
ANEXOS





## 9. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Para llevar a cabo el presente estudio se dividirá el procedimiento experimental en 5 fases tomando como proceso sistemático el círculo de Deming o PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar):

- Fase 1. Análisis y recolección de datos: para la recolección de datos, la empresa iniciará exportaciones en la semana 40 que comprende del 01 al 07 de octubre del 2012, semana en la cual se iniciará con la recolección de datos de temperatura de carga y descarga. La temperatura de carga es la correspondiente a la temperatura de las cajas al momento de ser paletizadas, dato puntual que se obtendrá del termómetro láser utilizado por producción; el número de caja corresponderá al número de trazabilidad. La temperatura de descarga se obtendrá en la Bodega de Producto ubicada en el puerto de Miami, Estados Unidos.

Para el análisis de datos, se consolidará los datos obtenidos en los primeros 4 contenedores para la cual se esquematizará los puntos críticos de temperatura de descarga promedio por paleta. Con un diagrama de código de colores, se consolidará la información de las paletas por código de color verificando deficiencia en la temperatura en las cajas exportadas. La presente fase culminará en la semana número 43, que comprende del 22 al 28 de octubre del 2012. Para las 4 semanas de exportación en esta primera fase se realizará un muestreo del 100% de las cajas enviadas.

- Fase 2. Diseño de técnicas de distribución: de acuerdo a los datos obtenidos en la primera fase se iniciará el experimento de distribución de las cajas priorizando los puntos críticos de deficiente temperatura. Para dicho proceso es necesario el apoyo de datos gráficos y estadísticos de termógrafos digitales, enviando 4 colocados en las paletas que presenten mayor deficiencia de temperatura, obteniendo el registro de la temperatura de transporte por cada contenedor. La presente fase dará inicio en la semana 44 a la semana 50, que comprende del 29 de octubre al 16 de diciembre del 2012, obteniendo no solo el registro de las temperaturas si no también un histórico de la cantidad de cajas enviadas por paleta estudiada.
- Fase 3. Propuesta y evaluación de un sistema de distribución: según datos obtenidos de la fase 2 se propondrá proporcionalmente la colocación del número de cajas por paleta con el fin de evitar bloqueos de circulación del aire debido a una mala estiba de las cajas. La presente fase dará inicio el 17 de diciembre del 2012, finalizando el 06 de enero del 2013
- Fase 4. Implementación: la evaluación del nuevo sistema de distribución capaz de indicar la cantidad de cajas estibadas por paleta dará inicio a su implementación en la semana 02, que comprende del 07 al 13 de enero del 2012. La fase de implementación se apoyará de la fase 5 para control y seguimiento de resultados, la cual culminará en la semana 03, correspondiente del 14 al 20 de enero del 2013.
- Fase 5. Control y seguimiento de resultados: la presente fase servirá de apoyo a las fases 2, 3 y 4 en la cual se estudiarán los resultados obtenidos en cada fase y propondrá medidas preventivas y correctivas en cada una de ellas. Será capaz de proponer mejoras y rediseño en una de ellas si el

caso lo ameritara, debido a resultados no esperados. La verificación de los resultados obtenidos se llevará a cabo por medio de un gráfico de control estadístico por variables, con promedio de temperatura conocida de recorrido, que se obtendrá de los datos reportados por el software del termógrafo digital. El tipo de gráfico a utilizar será el de control de desviaciones típicas.



## 10. RESULTADOS ESPERADOS

De acuerdo con la metodología propuesta anteriormente se pretende lograr lo siguiente:

- Contando con el dato de la cantidad de cajas a exportar poseer un modelo de sistema de distribución capaz de indicar la cantidad de cajas a estibar por paleta, evitando de esta manera el bloqueo de la circulación del aire dentro del contenedor.
- Evitar rechazos y reclamos del producto por mala calidad por parte de los clientes.
- Mayor control y seguimiento de los registros de temperatura de carga, descarga y de transporte en el proceso de exportación.
- Que el producto exportado por esta empresa guatemalteca sea de excelente calidad y logre posicionarse en el mercado estadounidense a mayor paso del esperado.



## 11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla II. Cronograma de actividades

	oct-12				nov-12				dic-12				ene-13				feb-13			mar-13							
Semana No.	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Actividad																											
FASE 1. ANÁLISIS Y RECOLECCIÓN DE DATOS	■	■	■	■																							
FASE 2. DISEÑO DE TÉCNICAS DE DISTRIBUCIÓN					■	■	■	■	■	■	■	■	■														
FASE 3. PROPUESTA Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN												■	■	■													
FASE 4. IMPLEMENTACIÓN															■	■											
FASE 5. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Fuente: elaboración propia.





## 12. RECURSOS NECESARIOS

Los costos desglosados a continuación forman parte de los costos directos y administrativos presupuestados al inicio del proyecto de exportación, cargados directamente a los Departamentos Contables de Producción, Distribución y Logística de la Compañía.

Tabla III. Presupuesto

<b>Recurso humano</b>	<b>Cantidad por mes</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Total semestral</b>
Registrador de temperaturas en Guatemala	2.00	Q2 000,00	Q4 000,00
Registrador de temperaturas en USA	1.00	Q4 000,00	Q4 000,00
Asesoría profesional	1.00	Q6 000,00	Q6 000,00
Total recurso humano			Q14 000,00
<b>Materiales y herramientas</b>	<b>Cantidad por mes</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Total semestral</b>
Termómetro láser	2.00	Q450,00	Q900,00
Termógrafo digital	18.00	Q95,00	Q1 710,00
Papelería y útiles	1.00	Q500,00	Q500,00
Total materiales y herramientas			Q3 110,00
<b>COSTO TOTAL PREVISTO</b>			<b>Q17 110,00</b>

Fuente: elaboración propia.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Banco de Guatemala. (2011). *Comercio general (comercio T.A. + decreto 29-89+ zonas F.)* Página: 31 De: January / 2011 a November / 2011. [En línea]. [Consulta: 10 de febrero de 2012]. Disponible en: [http://www.banguat.gob.gt/estaeco/ceie/hist/pdfs/2011/CG/kG-116\\_2011.pdf](http://www.banguat.gob.gt/estaeco/ceie/hist/pdfs/2011/CG/kG-116_2011.pdf)
2. Guajardo, E. (2003). *Administración de la calidad total: Conceptos y enseñanzas de los grandes maestros de la calidad*. México: Pax de México.
3. Hapag-Lloyd AG. *Embalaje para contenedor*. (2010). [En línea]. [Consulta: 13 de septiembre de 2012]. Disponible en: [http://www.hapag-lloyd.de/downloads/press\\_and\\_media/publications/Brochure\\_Container\\_Packing\\_es.pdf](http://www.hapag-lloyd.de/downloads/press_and_media/publications/Brochure_Container_Packing_es.pdf).
4. Logística del frío, S.A. (2012). *Cuidados de los productos perecederos*. [En línea]. [Consulta: 3 de septiembre de 2012]. Disponible en: <http://logisticadefrio.com/blog/cuidados-de-los-productos-perecederos/>
5. Miranda, F.J., Chamorro, A. y Rubio, S. (2007). *Introducción a la gestión de calidad*. 1a ed. México: Publicaciones universitarias.
6. Moura, A. y Oliveira, J.F. (2008). *An integrated approach to the vehicle routing and container loading problems*. 31:775–800. Regular Article. DOI 10.1007/s00291-008-0129-4.

7. Pérez, P.E. y Múñera, L.N. (2007). *Reflexiones para implementar un sistema de gestión de la calidad (ISO 9001: 2000) en cooperativas y empresas de economía solidaria*. 1a ed. Colombia: Editorial Universidad Cooperativa de Colombia.
8. Renodo, C.J. (2011). *Tecnología frigorífica: Transporte frigorífico*. [En línea]. [Consulta: 9 de marzo de 2013]. Disponible en: <http://personales.unican.es/renedoc/index.htm> Mayo-Junio 2010.
9. Tellez, J. y José A. (2009). *Implementación de un sistema de gestión de inocuidad en una empresa de alimentos en Polvo*. Tesis de maestría. Universidad Iberoamericana. Ciudad de México.
10. Verdoy, P.J. (2006). *Manual de control estadístico de calidad: teoría aplicaciones*. 1a ed. México: Publicaciones universitarias.
11. Vilar, J.F. (2007). *Cómo mejorar los procesos en su empresa: El control Estadístico de procesos (SPC): herramienta fundamental en el incremento de la Competitividad*. México: Fundación Confemetal.
12. Vilar, J.F. y Delgado, T. (2005). *Control estadístico de los procesos SPC*. México: Fundación Confemetal.