



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD EN EL  
DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN UNA HELADERA GUATEMALTECA**

**Javier Alejandro Aguilera Peña**

Asesorado por la MA. Inga. Flor de María Rodas Olivares

Guatemala, marzo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD EN EL  
DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN UNA HELADERA GUATEMALTECA**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JAVIER ALEJANDRO AGUILERA PEÑA**

ASESORADO POR LA MA. INGA. FLOR DE MARÍA RODAS OLIVARES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO QUÍMICO**

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
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
EXAMINADOR	Ing. Erwin Manuel Ortiz Castillo
EXAMINADOR	Ing. Orlando Posadas Valdez
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 TRAZABILIDAD EN EL  
DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN UNA HELADERA GUATEMALTECA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado, con fecha 20 de febrero de 2013



**Javier Alejandro Aguilera Peña**

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



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

AGS-MGIPP-0046-2013

Guatemala, 20 de febrero de 2013.

Director  
Víctor Manuel Monzón Valdez  
Escuela de Ingeniería Química  
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 **Javier Alejandro Aguilera Peña** con carné número **2001-13305**, 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,

“Id y enseñad a todos”

Flor de María Rodas Olivares  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 8095

  
Msc. Inga Flor de María Rodas O.  
Asesor (a)

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



El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el informe de la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería del estudiante, **JAVIER ALEJANDRO AGUILERA PEÑA**, ha optado por la modalidad de estudios de postgrado para el proceso de graduación de pregrado, que para ello el estudiante ha llenado los requisitos establecidos en el normativo respectivo y luego de conocer el dictamen de los miembros del tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el **Informe del Diseño de Investigación del Programa de Maestría en GESTIÓN INDUSTRIAL** titulado **"DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD EN EL DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN UNA HELADERA GUATEMALTECA"**. Procederé a **VALIDAR** el referido informe, ya que reúne la coherencia metodológica requerida por la Escuela.

*"Id y Enseñad a Todos"*

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, marzo 2013

Cc: Archivo  
Copia: Colegio de Ingenieros Químicos de Guatemala  
VMMV/ale

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

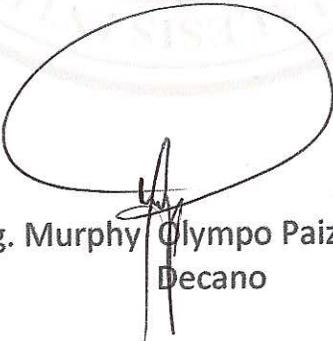


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 161 .2013

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 TRAZABILIDAD EN EL DESPACHO DE PRODUCTO TERMINADO EN UNA HELADERA GUATEMALTECA**, presentado por el estudiante universitario: **Javier Alejandro Aguilera Peña**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 4 de marzo de 2013

//gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la vida, por ser mi guía y bendecir mi camino, por estar a mi lado y darme la oportunidad de disfrutar cada momento.
- La Virgen María** Porque, al igual que su hijo Jesucristo, siempre he sentido conmigo su amor incondicional de madre.
- Mi madre** Ligia Peña, te agradezco por todo tu amor, sacrificio, dedicación y apoyo incondicional, y sobre todo, por hacer de mí la persona que ahora soy. Te llevo en mi corazón.
- Mi esposa** Lucía Molina, por estar siempre a mi lado no importando las circunstancias. Por ser una importante influencia en mi vida, mi principal apoyo y refugio.
- Mis hermanos** Carlos Aguilera y Rossana López, por apoyarme en todo momento. Por compartir alegrías y tristezas.
- Mis abuelos** Gloria Ayala y Fernando Peña, por ser ejemplos de vida. Por sus consejos e incondicional apoyo.

**Mi familia**

Por su apoyo y cariño incondicional.

**Mi nueva familia**

Molina Linares, porque con su amor, hermandad, convivencia y ejemplo, han sido parte fundamental para mi promoción personal.

**Mis sobrinos**

Por quienes lucharé siempre por ser un ejemplo a seguir en todos los aspectos de mi vida y ustedes se puedan sentir siempre orgullosos.

**Mi asesora**

Flor de María Rodas, por todo su apoyo para la elaboración de este trabajo.

**Mis amigos**

Por su apoyo y cariño hacia mi persona.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios y formarme como profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por los conocimientos y experiencias recibidas durante mi carrera.
<b>Mis amigos de la facultad</b>	Por formar parte de esta aventura y siempre se quedarán en mis recuerdos.
<b>Heladera Guatemalteca, S.A.</b>	Por permitirme desarrollar mi carrera profesional y la elaboración de este estudio.
<b>Inga. Yocasta Ortiz</b>	Por su tiempo y dedicación.
<b>Christopher Aparicio</b>	Por su amistad y colaboración a lo largo de los años.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTADO DE SÍMBOLOS.....	VII
RESUMEN.....	IX
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
3. INTERROGANTES .....	7
4. OBJETIVOS .....	9
5. JUSTIFICACIÓN .....	11
6. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	13
7. ALCANCES .....	15
8. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	17
8.1. Proceso de elaboración del helado .....	17
8.1.1. El proceso del helado .....	17
8.1.2. La inocuidad dentro del proceso.....	19
8.2. Trazabilidad.....	20
8.2.1. Objetivos.....	22
8.2.2. Importancia del sistema .....	22

8.2.3.	Principios básicos de la trazabilidad.....	24
8.2.3.1.	Identificación .....	24
8.2.3.2.	Captura y registro de datos .....	24
8.2.3.3.	Administración de conexiones.....	25
8.2.3.4.	Comunicación.....	25
8.2.4.	Tipos de trazabilidad .....	26
8.2.4.1.	Trazabilidad de rastreo.....	26
8.2.4.2.	Trazabilidad de seguimiento.....	26
8.3.	Trazabilidad del proceso .....	26
8.3.1.	Información que conviene registrar .....	27
8.4.	Implementación de un Sistema de Trazabilidad.....	28
8.4.1.	Estudiar los sistemas de archivos previos.....	28
8.4.2.	Consultar con proveedores y clientes .....	29
8.4.3.	Definir ámbito de aplicación .....	29
8.4.3.1.	Trazabilidad hacia atrás .....	29
8.4.3.2.	Trazabilidad interna o de proceso .....	31
8.4.3.3.	Trazabilidad hacia adelante.....	32
8.4.4.	Definir criterios para la agrupación de productos ....	34
8.4.4.1.	Agrupar e identificar los productos .....	34
8.4.4.2.	Tamaño del lote o de la agrupación .....	35
8.4.5.	Establecer registros y documentación necesaria ....	35
8.4.6.	Establecer mecanismos de validación/verificación por parte de la empresa.....	36
8.4.7.	Establecer mecanismos de comunicación entre empresas.....	37
8.4.8.	Establecer procedimiento para localización, inmovilización y, en su caso, retirada de productos.....	38

9.	HIPÓTESIS .....	41
10.	METODOLOGÍA.....	43
	10.1.1.    Estimación Interna de Varianza (Within Estimate)	
	$S_w^2$ .....	44
	10.1.2.    Estimación Intermediante de Varianza (Between	
	Estimate) $S_x^2$ .....	46
	10.1.3.    La Razón F .....	48
	10.1.3.1.    Características de la distribución F.....	49
	10.1.4.    Determinación de los grados de libertad .....	50
	10.1.5.    Uso de la tabla de F del análisis de variancia	
	(ANOVA).....	50
	10.1.6.    Cálculo de la razón F a partir de datos	
	muestrales .....	51
11.	PLAN DE ACCIÓN .....	55
12.	RECURSOS NECESARIOS.....	57
	12.1.    Humanos .....	57
	12.2.    Físicos .....	58
13.	BIBLIOGRAFÍA .....	59



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Distribución de Fisher .....	51
2.	Cronograma de actividades .....	55

### TABLAS

I.	Criterios e indicadores .....	41
II.	Costo de honorarios por participación.....	57
III.	Costo de equipo y materiales de oficina .....	58



## LISTADO DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
$\sigma_x^2$	Desviación estándar de la población
$\sigma_{\bar{x}}^2$	Desviación estándar del muestreo de distribución de medias
$F$	Distribución de Fisher
$S_w^2$	Estimación interna de la varianza
$S_x^2$	Estimación intermedia de la varianza
$\infty$	Infinito
$\bar{X}$	Media aritmética
$Q.$	Moneda quetzal
$X_i$	Muestra
%	Porcentaje
$k$	Número de muestras
$n$	Tamaño de la muestra
$S^2$	Varianza de la muestra
$\sigma_n^2$	Varianza de la población



## **RESUMEN**

En la presente investigación se describe el proceso de implementación de un sistema de trazabilidad en el despacho de producto terminado en una heladera guatemalteca, desde la fase de diseño, hasta la fase de evaluación.

Utilizando la metodología descrita en la Norma ISO 22005:2007 se diseña un sistema de trazabilidad que cumpla con las necesidades actuales de la empresa. Teniendo en cuenta que la capacidad de localizar las unidades producidas de un lote, es vital para mejorar la eficacia del sistema de control de la inocuidad de los alimentos a lo largo de la cadena alimentaria.

Tener dicha capacidad puede disminuir el tiempo de respuesta ante una crisis y puede evitar que producto no conforme llegue a manos de los consumidores. La magnitud de la crisis puede ser desde una no conformidad en alguna de las características físicas del helado, que no representa un peligro al consumirse el producto, hasta la presencia de microorganismos patógenos, que pueden llegar a afectar la salud de las personas que consuman nuestro producto.



# 1. INTRODUCCIÓN

En enero del 2005, la Unión Europea (UE) aprobó la Ley General de Alimentos, la cual incluye requerimientos de trazabilidad obligatorios; con la aprobación de estas leyes, un programa que se consideraba como recomendable, ahora es reglamentario. En diciembre de ese mismo año, en los Estados Unidos los sistemas de trazabilidad se convirtieron en parte de la Ley de Seguridad de Salud Pública, Preparación y Respuesta ante el Bioterrorismo ocurrido en el 2002, conocido comúnmente como la Ley de Bioterrorismo, dentro del componente de Establecimiento y Mantenimiento de Registros.

Un Programa de Trazabilidad está diseñado para trazar materiales a través de una operación. Funciona como un programa que monitorea materiales, incluyendo los ingredientes, empaques, ayudas de procesamiento, productos en proceso, reproceso y los productos terminados, es decir, la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapas específicas de la producción, transformación y distribución del producto.

La trazabilidad implica identificar cualquier producto dentro de la empresa, desde la adquisición de las materias primas o mercancías de entrada, a lo largo de las actividades de producción, transformación y/o distribución que se desarrolle, hasta el momento en que el operador realice su entrega al siguiente eslabón en la cadena.

Esto permite encontrar los puntos críticos que vulneran la seguridad en el consumo, como por ejemplo controlar el ingreso de materia prima en las

condiciones adecuadas, el procesamiento, las condiciones de almacenamiento, y el salvaguardo de los registros del producto terminado.

Entonces, puede decirse, que la finalidad de la trazabilidad es mejorar la eficacia del sistema de control de la inocuidad de los alimentos a lo largo de la cadena alimentaria. Así cuando surgen problemas o atrasos, se dispone de la información necesaria para proceder a su localización dentro de la cadena, identificar las causas, adoptar las medidas correctivas y, de ser necesario, el retiro del producto del mercado.

Heladera Guatemalteca, S.A. es una empresa transnacional dedicada a la búsqueda de entregar a su consumidor un helado Premium. Esta empresa inicia en San José, Costa Rica en 1968, que tras su éxito en este país decide ampliar sus fronteras hacia otros países de la región, incluyendo a Guatemala. Esta empresa fabrica cuatro tipos de helados para su consumidor, el helado cremoso Premium, Nieves, Frizz y Light.

En busca de la mejora de la calidad de la organización se desea mejorar el sistema de trazabilidad actual, debido a que es muy rudimentario e incompleto, el cual ha desencadenado una serie de problemas dentro del proceso de producción y envío de los lotes terminados a tiendas, supermercados y restaurantes.

La metodología de esta investigación se basa en las etapas para el Diseño del Sistema de Trazabilidad según la Norma 22005:2007. Esta norma establece los principios generales y requerimientos básicos para el diseño e implementación de un sistema de trazabilidad a través de la cadena de abastecimiento del procesador.

En la industria alimentaria, una diversidad de esquemas de calidad, de *retail* y privados, generan desiguales niveles de seguridad, confusión sobre los requerimientos, costos elevados y complicación para los proveedores obligados a conformarse con múltiples programas. La ISO 22005 ofrece una solución única para la buena práctica sobre la base mundial y de esta forma contribuye a disminuir las barreras comerciales.

Dentro de los objetivos de la investigación se encuentra la creación de una base de datos en la cual se disponga en forma detallada la información necesaria para hacer posible el rastreo de cada uno de los lotes producidos. Medir el tiempo de respuesta en la localización y retiro de producto no conforme. E identificar proveedores y materias primas utilizadas partiendo de un lote de producto terminado.

Por lo que la finalidad de este estudio es Diseñar un Sistema de Trazabilidad para el despacho de producto terminado en Heladera Guatemalteca, S.A. de forma práctica y eficiente.

En el primer capítulo se explica el proceso de elaboración del helado dentro de la planta de producción, incluyendo las etapas del proceso y la inocuidad como requisito principal dentro de la industria alimenticia. En el segundo capítulo se desarrolla el tema de la trazabilidad, su definición, objetivos, importancia y sus principios básicos, así como los tipos de trazabilidad. En el tercer capítulo se define la trazabilidad de proceso y la información que conviene registrar. A continuación, en el cuarto capítulo, se describe el proceso de la implementación del sistema de trazabilidad, lo cual incluye el estudio de los sistemas de archivos previos, consultar con clientes y proveedores, definición del ámbito de aplicación, definición de criterios para la agrupación de productos en relación con la trazabilidad, establecer registros y

documentación necesaria para el sistema, establecer mecanismos de validación/verificación por parte de la empresa, establecer mecanismos de comunicación entre empresas, establecer procedimiento para la localización, inmovilización y, en su caso, retiro de productos.

## 2. ANTECEDENTES

En Heladera Guatemalteca, S.A. uno de los problemas recurrentes es la mala rotación de inventarios, ya que en el almacenamiento y despacho del producto terminado, tanto en la bodega central como en las heladerías no se aplica el método PEPS (Primero en Entrar - Primero en Salir), generando que unidades de lotes recientes se despachen antes que unidades de lotes antiguos. Factores que se traducen en un aumento de los costos dentro de la cadena de suministros, sin mencionar que no se logra asegurar la identificación de los productos desde la recepción hasta la expedición, de forma que se pueda reconstruir documentalmente el historial de un producto para comprobar las verificaciones a las que ha sido sometido. Como por ejemplo: el monitoreo de la temperatura adecuada, tanto de transporte como de almacenamiento en las tiendas, las evaluaciones fisicoquímicas y sensoriales que se realizan al producto terminado.

En la empresa no existe la comunicación abierta y en ambas vías entre los diferentes departamentos. Actuando cada departamento a su conveniencia, es decir que no se encuentran alineados con los objetivos generales de la empresa. El Departamento de Logística por ejemplo no tiene identificado de forma correcta qué producto está enviando a qué tienda. Además, las encargadas de cada una de las tiendas, al momento de presentarse un problema, se comunican directamente con el coordinador del departamento de operaciones. Por ello es necesario un flujo de información rápida y confiable entre departamentos.

El Departamento de Logística por un lado, no cumple con un adecuado registro de la materia prima que ingresa a bodega. Una vez en planta, no hay una cadena continua que enlace la materia prima con el producto terminado.

En la etapa de distribución, se llevan registros incompletos de qué producto es despachado a cada heladería. Por lo que al decidir retirar un lote del mercado no se sabe la ubicación del mismo, se procede a hacer una verificación manual en cada tienda para determinar si poseen producto del lote problema. Muchas veces la indicación de retirar x lote no llega a todas las tiendas, provocando que el producto siga vendiéndose y consumiéndose.

En Heladera Guatemalteca S.A. no se utilizan plataformas tecnológicas que permitan recopilar la información generada en el proceso de producción y logística de transporte desde la planta de producción hasta las tiendas y/o distribuidores. Únicamente se hace un registro manual de la producción que posteriormente es trasladado a una base de datos en Excel para proyectar las demandas de la producción en base a las solicitudes realizadas por el Departamento de Operaciones.

Dentro de los diferentes departamentos no existe una comunicación abierta que permita el diálogo y la solución pronta de los conflictos. El flujo de información es parcial, dependiendo de las buenas o malas relaciones que se tengan entre los responsables de los diferentes departamentos involucrados en la cadena de suministros.

Diariamente se realiza una revisión de los inventarios (no siempre actualizados) para planificar la producción, según las demandas inmediatas de cada tienda o distribuidor.

### **3. INTERROGANTES**

¿Cómo localizar las unidades producidas enviadas a heladerías y demás clientes?

¿De dónde se puede obtener la información necesaria para localizar un producto?

¿Qué parámetro puede reflejar la capacidad del sistema de trazabilidad de evitar una crisis?

¿Cómo presentar la propuesta del diseño del sistema de trazabilidad?



## **4. OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un sistema que asegure la identificación y trazabilidad para el despacho de producto terminado en Heladera Guatemalteca, S.A.

### **Específicos**

- 1.** Crear una base de datos en la cual se encuentre disponible y en forma detallada la información necesaria, para hacer posible el rastreo de cada uno de los lotes producidos en Heladera Guatemalteca, S.A.
- 2.** Medir el tiempo de respuesta en la localización y retiro de producto no conforme.
- 3.** Describir el modelo del sistema de trazabilidad, para la localización de unidades de forma efectiva en los puestos de venta.



## 5. JUSTIFICACIÓN

En Heladera Guatemalteca surge la necesidad de establecer las bases para el desarrollo de un sistema de trazabilidad considerándose ésta como una herramienta, para establecer las mejoras necesarias dentro de la cadena de suministros, que lleven a solución de la falta de información en el proceso, permita la definición de los responsables, y le agregue valor al producto que es ofrecido a los clientes.

En esta sociedad no existen registros que logren una línea continua de información. Muchas veces el traslado de materiales, de un departamento hacia otro, se convierte en un vacío informático. Un obstáculo para el proceso de rastreo que quiere llevarse a cabo. Estos vacíos se traducen en un aumento en los errores al momento del despacho, retiro y descarte del producto de las heladerías debido al inadecuado proceso de gestión. Entonces surge el reto de realizar una serie de modificaciones en el actual proceso de recolección de la información.

Con un buen sistema de trazabilidad se logra de forma ordenada un mejor y más eficiente registro de los procesos. Este costo a largo plazo es una inversión inteligente, evitando el retiro de lotes completos al momento de surgir un inconveniente con el producto. Debido a que al momento de detectar dónde está el problema, el resto de la producción se mantiene a salvo, por lo que se requiere documentar los procedimientos que se realizan para orientarlos hacia la identificación de un producto, lo que permite definir bajo quién está la responsabilidad en cada fase del proceso de la producción del helado, desde la recepción de la materia prima hasta el/los clientes.



## **6. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En la empresa Heladera Guatemalteca, S.A. el sistema de trazabilidad utilizado actualmente es rudimentario e incompleto, provocando dificultades y atrasos al momento de querer localizar las unidades producidas que comprenden un lote determinado. La actual forma de hacerlo consiste en comunicar el lote problema por vía telefónica a todos los puntos de venta, donde cada encargada de tienda verifica si tienen en inventario producto con ese número de lote, luego las encargadas se comunican de vuelta para confirmar si hay o no producto en su tienda y esperan instrucciones. Ha pasado en repetidas ocasiones en que producto que ha sido declarado en retención sigue siendo vendido al público.

La capacidad de localizar todas las unidades de un lote producido de forma rápida y exacta es vital si se presentare una crisis. El tiempo de respuesta ante dicho evento puede evitar que producto no conforme llegue a manos de los consumidores. La magnitud de la crisis puede ser desde una no conformidad en alguna de las características físicas del helado, que no representa un peligro al consumirse el producto, hasta la presencia de microorganismos patógenos, que pueden llegar a afectar la salud de las personas que consuman nuestro producto.

Está por demás decir que si un producto que no cumple con los estándares de calidad establecidos por la empresa llega a manos de los consumidores repercutirá directamente en el detrimento de la imagen de la marca y las utilidades de la empresa.



## **7. ALCANCES**

Se aplica a todos los productos terminados elaborados en la planta local, clasificándolos por categorías. Debe permitir la identificación de los productos, los lotes de productos terminados, proceso y registro de despacho.

La información recopilada y registrada debe almacenarse por un período definido para valorar la calidad del sistema y permitir el manejo de productos inseguros o retención de los mismos. Debe contarse con el personal, documentación adecuada y situaciones como reclamos de calidad, retiros de producto; de forma que permitan la identificación de ineficiencias e irregularidades en el proceso evaluado; para tomar las medidas correctivas necesarias.



## **8. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

A continuación se desarrollan diversos temas relacionados con la trazabilidad aplicada al proceso de elaboración de helado cremoso, la inocuidad y el sistema de gestión de la calidad.

### **8.1. Proceso de elaboración del helado**

El helado es un producto obtenido por congelación, previo mezclado con agitación para la incorporación de aire y uniformidad en la textura, de una mezcla compuesta de productos lácteos, grasa, edulcorantes o sustitutos de edulcorantes, huevo, saborizantes, acidulantes, estabilizadores y emulsivos, (Quiminet.com/2010).

#### **8.1.1. El proceso del helado**

El equipo mínimo necesario para la elaboración de la base para helado es: mezclador de Batch o pasteurizador lent, pasteurizador HTST, homogenizador, enfriador (cortina, tubos o placas de enfriamiento si no se contara con el parteurizador HTST), tanque de maduración, batidora de helado o máquina para helado, cuartos de congelación, camiones de distribución, (Quiminet.com/2010).

En el proceso del helado los ingredientes se mezclan en los tanques provistos de agitadores. El orden en el que se adicionan los ingredientes está determinado por la temperatura y la solubilidad de los mismos. Durante el proceso de mezclado es recomendable establecer un circuito de circulación

manteniendo esta operación de 10 a 15 minutos, esto es con el objetivo de garantizar la total disolución de los ingredientes, (Quiminet.com/2010).

Esta etapa es importante debido a que muchos problemas de manufactura y defectos de producto final resultan por errores cometidos en el procesamiento, (Quiminet.com/2010).

También es muy importante, antes de procesar la mezcla, seleccionar los productos lácteos que se van a utilizar y calcular la composición deseada de ingredientes para producir la calidad y sabor deseados. Posteriormente el helado pasa a una pasteurizadora en batch o HTST, que permite la reducción del contenido microbiano, (Quiminet.com/2010).

El proceso de homogenización es un proceso básico en la formación de la estructura del helado, con el objetivo de obtener un glóbulo graso de tamaño uniforme en la emulsión, distribuir los emulsificantes y proteínas de la leche en la superficie de glóbulo de grasa, mejorar el batido en la incorporación de aire y producir una textura suave y mejorar el derretimiento. Las mezclas homogenizadas tienen mejor cuerpo que las mezclas no homogenizadas, (Quiminet.com/2010).

Una vez homogenizada la mezcla se enfría de 2 - 4°C para permitir su maduración para poder lograr la cristalización de las grasas, absorber parcialmente el agua libre como agua de hidratación por las proteínas y estabilizadores y la desorción de la proteína de la superficie del glóbulo de grasa. La temperatura es importante debido a que la grasa debe cristalizar totalmente. El congelar la mezcla con grasas en estado líquido provocará su pérdida en proceso de batido y congelación, (Quiminet.com/2010).

El congelamiento y batido de la mezcla se efectúan para transformarla de un estado líquido a un estado semisólido. Durante este proceso la formación final de la estructura toma lugar, se incorpora el aire en forma de diminutas celdas y parte de los glóbulos de grasa sufren una ruptura de sus paredes por la acción mecánica, (Quiminet.com/2010).

Las temperaturas de salida del helado fluctuarán alrededor de  $-5^{\circ}\text{C}$  y esta temperatura prácticamente el 50% del agua de la mezcla estará en estado sólido, (Quiminet.com/2010).

El congelamiento rápido del helado es básico para obtener un helado cremoso debido a que se forman cristales de hielo más pequeños. Una vez salido del freezer y envasado, el helado debe estabilizarse procediendo al congelamiento, con el objetivo de endurecer y cristalizar la mayor parte del agua que aún permanece en estado líquido para lograr el endurecimiento del mismo. La rapidez con la cual se logre llegar a la temperatura de almacenamiento es importante ya que, al efectuarse de forma rápida, los cristales de hielo serán más pequeños y por ende, la textura del helado será agradable. Se recomienda almacenar el helado  $-35$  a  $-45^{\circ}\text{C}$ , (Quiminet.com/2010).

### **8.1.2. La inocuidad dentro del proceso**

La inocuidad es uno de los cuatro grupos básicos de características que junto con las nutricionales, las organolépticas, y las comerciales componen la calidad de los alimentos. Es la condición de los alimentos que garantiza que no causaran daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso al que se destinan, (Morón, C./2001).

Las enfermedades transmitidas por los alimentos son una prioridad de la salud pública, porque suponen una importante carga para la salud. La inocuidad de los alimentos engloba acciones encaminadas a garantizar la máxima seguridad posible de los alimentos. Las políticas y actividades que persiguen dicho fin deberán de abarcar toda la cadena alimenticia, desde la producción al consumo, (Morón, C./2001).

La inocuidad alimentaria se ha convertido en un tema de suma importancia y muchos productos del mercado se han visto impactados por diversas crisis de inocuidad alimentaria. Cuando se realiza un retiro de producto del mercado y, en particular, cuando los consumidores se enferman al consumir productos frescos del mercado, toda la industria sufre los efectos, (Morón, C./2001).

La trazabilidad y el etiquetado del producto son herramientas indispensables para proteger al consumidor, y darle un valor agregado, (Morón, C./2001).

## **8.2. Trazabilidad**

La trazabilidad según el Codex Alimentarius, puede definirse: “Trazabilidad es la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapa(s) especificada(s) de la producción, transformación y distribución”. Este concepto implica identificar cualquier producto dentro de la empresa, desde la adquisición de las materias primas o mercancías de entrada, a lo largo de las actividades de producción, transformación y/o distribución que desarrolle, hasta el momento en que el operador realice su entrega al siguiente eslabón en la cadena. Esto permite encontrar los puntos críticos que vulneran la seguridad en el consumo, (SENASA/2010).

Por ello puede decirse que la finalidad de la trazabilidad es mejorar la eficacia del sistema de control de la inocuidad de los alimentos a lo largo de la cadena alimentaria.

De esta forma cuando surgen problemas o atrasos, se dispone de la información necesaria para proceder a su localización dentro de la cadena, identificar las causas, adoptar las medidas correctoras y, de ser necesario el retiro del producto del mercado, (SENASA/2010).

Al definir la trazabilidad es necesario diferenciar entre *tracking* y *tracing*. Definiendo el seguimiento o *tracking* como la capacidad de seguir la ruta de una unidad y/o lote de artículos específicos durante su curso dentro de la cadena de abastecimiento, a medida que se traslada entre los socios comerciales, (Katrin Springob/2003).

Esto permite conocer su disponibilidad, administración de inventario, contribuir a la logística del producto y administración del inventario, (Katrin Springob/2003).

El rastreo o *tracing* es la capacidad de identificar el origen de una unidad particular ubicada dentro de la cadena de abastecimiento, haciendo referencia a los registros que se mantienen de ella, siguiendo su curso hacia atrás en la cadena de abastecimiento. Rastreándose las unidades por ejemplo cuando se realizan reclamos o quejas de los clientes, (Katrin Springob/2003).

### **8.2.1. Objetivos**

Entre sus principales objetivos tenemos:

- Control de la inocuidad: es utilizado para ayudar a reducir o detener la producción o distribución de productos con problemas de inocuidad, con el propósito de minimizar el impacto negativo en la salud de los consumidores. Evitando una pérdida de confianza del comprador, una posible imagen negativa de la marca, (Nicolás Urrea/2006).
- Control de la calidad: es utilizado para identificar un problema en la calidad, evitando su producción y distribución, con el propósito de minimizar el impacto negativo en la imagen de la marca, evitando una posible pérdida de confianza del comprador, (Nicolás Urrea/2006).
- Atributos para el mercadeo: entre estos tenemos:
  - Atributos de contenido: valores nutricionales, contenido de agua, bajo colesterol, libre de azúcar, etc;
  - Atributos de procesos: origen de procedencia, tipo de cultivo, ecológico, fecha de empaque, fecha de proceso, fecha de distribución, etc, (Nicolás Urrea/2006).

### **8.2.2. Importancia del sistema**

La implementación de un buen sistema de trazabilidad no debe necesariamente estar asociada a grandes costos. Siendo necesario considerar los cambios que son necesarios para asegurar la trazabilidad en la empresa. El

coste de estos cambios puede ser compensado con los beneficios que ofrece el disponer del sistema de trazabilidad, (SENASA/2010).

El sistema de trazabilidad cumple diversas funciones de gran importancia entre las que se encuentran las siguientes:

- Servir de instrumento para lograr un nivel elevado de protección de la vida y la salud de las personas, (SENASA/2010).
- Proporcionar información dentro de la empresa para facilitar el control de procesos y la gestión (por ejemplo, el control de *stocks*)”, (SENASA/2010).
- Contribuir al aseguramiento de la calidad y la certificación de producto, (SENASA/2010).
- Apoyar la localización, inmovilización y, en caso de ser necesario, retirada efectiva y selectiva de los productos, (SENASA/2010).
- Demostrar con información válida el origen de un problema, especialmente importante con el objetivo de depuración de responsabilidades. Siendo una oportunidad para demostrar la inocencia o culpabilidad en caso de supuestos delitos contra la salud pública o infracciones relativas a la calidad comercial de los productos, contra la lealtad en las transacciones comerciales y los intereses de los consumidores, (SENASA/2010).
- Tomar acciones dirigidas a prevenir la repetición de los errores cometidos, (SENASA/2010).

- Prestar ayuda para hacer frente a las reclamaciones de los clientes (intermediarios en la cadena o consumidores) sobre los productos que se entregan, pudiendo proporcionar información sobre sus causas, detectadas en cualquier punto de la cadena, desde su producción en origen hasta la venta al consumidor, (SENASA/2010).
- Potenciar el mercado, promoviendo la seguridad comercial de los alimentos y ganando o recuperando, en caso de ser necesario, la confianza de los consumidores, (SENASA/2010).

### **8.2.3. Principios básicos de la trazabilidad**

Entre los principios básicos de la trazabilidad se encuentran:

#### **8.2.3.1. Identificación**

La administración de la trazabilidad incluye la identificación de todas las entidades pertinentes en el proceso de transformación, lotes de manufactura y unidades logísticas de forma inequívoca. El identificador es la clave para acceder a toda la información relacionada y disponible, (Katrin Springob/2003).

Cada vez que la unidad se procesa o transforma, es necesario asignar un nuevo código identificador. Puede incluir lotes de materias primas, envoltorios, unidades comerciales y logísticas, (Katrin Springob/2003).

#### **8.2.3.2. Captura y registro de datos**

La administración de la trazabilidad incluye la predefinición de información para poder registrarla a lo largo de toda la cadena de

abastecimiento. Los datos rastreados abarcan elementos variables en el proceso de transformación; la información puede estar directamente relacionada con los identificadores del grupo de producto o lote, conectada con el número de producto de fabricación, tiempo o cualquier otra información que permita crear una conexión con los lotes de productos correspondientes, (Katrin Springob/2003).

Los datos deben estar representados por los portadores de datos, como los símbolos de códigos de barras. Permitiendo que cada parte de la cadena de abastecimiento recoja los datos de los de manera simultánea, precisa y eficiente, (Katrin Springob/2003).

#### **8.2.3.3. Administración de conexiones**

La trazabilidad incluye la administración de las sucesivas conexiones entre los lotes de manufactura y las unidades de logísticas a lo largo de toda la cadena de abastecimiento. El control de estas conexiones dentro de la empresa permite que se produzcan conexiones entre lo que se ha recibido y se ha producido y/o embarcado (y viceversa). Si uno de los socios comerciales de la cadena no administra estas conexiones en ambos sentidos, hacia adelante o hacia atrás, se produce una ruptura (pérdida) de la trazabilidad, (Katrin Springob/2003).

#### **8.2.3.4. Comunicación**

La administración de la trazabilidad incluye la asociación de un flujo de información con el flujo físico de mercaderías. Para asegurar la continuidad del flujo de información, cada socio debería enviar los códigos de las unidades logísticas o lotes rastreados a los socios siguientes de la cadena de producción.

Una trazabilidad de punto a punto es la manera más aceptada de administrar la trazabilidad, cada socio almacena la información relacionada a su fase, (Katrín Springob/2003).

#### **8.2.4. Tipos de trazabilidad**

Existen principalmente dos tipos de trazabilidad cuyo objetivo primordial es la identificación individual y no la trazabilidad individual: trazabilidad de rastreo o trazabilidad hacia atrás y trazabilidad de seguimiento o trazabilidad hacia delante, (Nicolás Urrea/2006).

##### **8.2.4.1. Trazabilidad de rastreo**

Este sistema es utilizado para conocer el origen de una unidad, de un lote definido, etc. Por medio de sistemas de información. Es importante conocer detalladamente cuantos pasos hacia atrás se requieren para conocer el origen, (Nicolás Urrea/2006).

##### **8.2.4.2. Trazabilidad de seguimiento**

Se utiliza para seguir el comportamiento de un producto, lote, etc. a través de una ruta o cadena de abastecimiento por medio de sistemas de información, (Nicolás Urrea/2006).

#### **8.3. Trazabilidad del proceso**

Se trata de relacionar los productos que se han recibido en la empresa, las operaciones o procesos que éstos han seguido (equipos, líneas, cámaras,

mezclado, división, etc.) dentro de la misma y los productos finales que salen de ella, (SENASA/2010).

Una gran parte de las empresas, en el acuerdo comercial con sus proveedores, solicitan garantías relacionadas con la aplicación de un mecanismo de trazabilidad interna.

Esta parte del sistema relativa al proceso interno al que es sometido el producto dentro de cada empresa puede ayudar en la gestión del riesgo y aportar beneficios para la empresa y para los proveedores, (SENASA/2010).

### **8.3.1. Información que conviene registrar**

Cuando los productos sufren algún tipo de modificación, se dividen, cambian su estado o mezclan, conviene generar registros, (SENASA/2010).

El número de puntos en los que se necesite hacer registros depende de la actividad, (SENASA/2010).

- Qué información es la que se registra: la identificación de los productos intermedios, durante la actividad realizada (quizás esta identificación sea solo temporal); identificación del producto final al cliente, mediante el código o información que corresponda como por ejemplo el número de lote. Este código debe acompañar al producto en el momento de la entrega, (SENASA/2010).
- Qué productos se registran: piensos, alimentos, ingredientes y aditivos, especias, y todo producto incorporado, pudiendo utilizarse los registros de control de *stocks*, (SENASA/2010).

- Cómo se crean los registros: las operaciones de transformación, elaboración, almacenaje, división, etc. a que han sido sometidos los productos, generan datos de distintos tipos (temperatura, pH, aW, etc.), que deben ser registrados en un sistema creado a tal efecto por el operador, (SENASA/2010).
- Cuánto/cantidad de producto: es importante saber la cantidad de tal o cual producto se elabora no solo desde el punto de vista comercial sino para evitar en los pasos posteriores problemas como el almacenaje o depósito de lo elaborado, entre otros, (SENASA/2010).
- Cuándo: se deberá adoptar un sistema que garantice la identidad de los productos incorporados, la fecha u hora en la que se produjo la modificación. En general se deberá relacionar esta información con los datos de control de procesado tales como registros de temperatura, etc. Pudiendo en algunas ocasiones identificar las causas de cualquier problema que surja, (SENASA/2010).

#### **8.4. Implementación de un Sistema de Trazabilidad**

Las fases para la implantación del sistema pueden establecerse en los numerales siguientes, (SENASA/2010).

##### **8.4.1. Estudiar los sistemas de archivos previos**

El mejor sistema de trazabilidad para una empresa debe estar diseñado para acoplarse y no entorpecer las actividades habituales de trabajo. Debe registrar la información necesaria para luego acceder a ella de forma fácil y rápida, (SENASA/2010).

Como primer paso debe realizarse un análisis minucioso de los procesos que intervienen en la cadena de suministro. La documentación que esté llevándose en el proceso actual podría ser suficiente para cumplir con el objetivo de la trazabilidad. De lo contrario, deberán generarse nuevos registros de control o adaptar los procesos existentes, (SENASA/2010).

#### **8.4.2. Consultar con proveedores y clientes**

Es recomendable que se consulte con las demás partes implicadas: proveedores, clientes, consultoras, etc. Además de informarse de si existen recomendaciones o guías de trazabilidad para empresas del sector, (SENASA/2010).

#### **8.4.3. Definir ámbito de aplicación**

La función de un sistema de trazabilidad es la de mantener la trazabilidad durante toda la cadena alimentaria, desde el eslabón anterior hasta el posterior, (SENASA/2010).

La actividad de la empresa dentro de la cadena alimentaria dictará el uso de:

##### **8.4.3.1. Trazabilidad hacia atrás**

La recepción de productos y materia prima. Los registros son necesarios para rastrear los movimientos del producto hasta su origen. La información que conviene registrar:

- Proveedores de quien se reciben los productos, el origen de los mismos, detalles del contrato. Es conveniente tener una ficha de información del proveedor (nombre, dirección y teléfono), (SENASA/2010).
- Lo que se ha recibido exactamente: registrar el lote y/o número de identificación de productos que entran a la empresa. Pueden ser de utilidad la fecha de caducidad, la fecha de consumo preferente o información que permita delimitar el tamaño de las mismas. De igual forma deberá archivarse cualquier otra información sobre los productos, como son los ingredientes, tratamientos a que han sido sometidos, controles de calidad, etc, (SENASA/2010).
- La fecha en la que se recibieron los productos ya que puede ser otro medio de identificación, (SENASA/2010).
- Lo que se hizo con los productos cuando se recibieron. Por ejemplo, almacenarlos en la bodega A, mezclarlos con los productos del proveedor Z, etc, (SENASA/2010).

Entre los factores que pueden dificultar este trabajo:

- Nuevas recepciones de producto que se utilicen para completar un cargamento (por ejemplo un tanque de leche o un barril de glucosa), (SENASA/2010).
- Recepciones cuando no hay algún operario responsable, (SENASA/2010)
- Dificultades para obtener la información por parte de los proveedores, (SENASA/2010).

- Información limitada. Por ejemplo, en casos de extracción en continuo o producciones de lotes muy grandes, (SENASA/2010).
- Dificultades para diferenciar individualmente pequeños volúmenes de entrega, para preservar la calidad de los productos o por disponibilidad de almacenamiento, envases, transporte o de la propia organización de la recepción, (SENASA/2010).
- Dificultades para compatibilizar la identidad del producto entregado y sus características con el proceso de producción continua o diferida con almacenamiento previo, (SENASA/2010).

#### **8.4.3.2. Trazabilidad interna o de proceso**

Relaciona los productos que se han recibido en la empresa, las operaciones o procesos llevados (equipos, líneas, cámaras, mezclado, división, entre otros) dentro de la misma y los productos que salen de ella. Esta parte del sistema relaciona al proceso interno al que es sometido el producto dentro de cada empresa, puede ayudar en la gestión del riesgo y aportar beneficios para la empresa y para los proveedores, (SENASA/2010).

La información que conviene registrar:

- Conviene registrar cuando los productos se dividan, cambien o mezclen. El número de puntos en los que se necesite hacer registros depende de la actividad, (SENASA/2010).
- Identificación de los productos intermedios, durante la actividad realizada (quizás esta identificación sea solo temporal), (SENASA/2010).

- Identificación del producto final que se entrega al cliente, mediante el código o información que corresponda. Este código debe acompañar al producto en el momento de la entrega, (SENASA/2010).
- Operaciones (transformación, elaboración, almacenaje, entre otros) a las que los productos han sido sometidos, (SENASA/2010).
- La fecha u hora en la que la modificación se produjo puede ser importante para ayudar a trazar el camino de los productos a lo largo de la actividad realizada, (SENASA/2010).
- Relacionar la información con los datos de control de procesado (registros de temperatura) esto supone beneficios posteriores, por ejemplo en control de calidad, o como ayuda para identificar las causas de cualquier problema. Algunas de las dificultades que pueden presentarse: Procesos continuos sin interrupciones evidentes, reprocesos, períodos de demora para sólidos y líquidos continuos, almacenamiento de productos intermedios y finales en depósitos a granel (grandes tanques o silos), (SENASA/2010).

#### **8.4.3.3. Trazabilidad hacia adelante**

Trazabilidad de los productos para la distribución y del cliente al que se le entrega. A partir de este punto los productos quedan fuera del control de la empresa.

Los registros deben ser un vínculo con el sistema de trazabilidad de los clientes cuando los productos se despachan. Sin un adecuado sistema de

registros de los productos entregados, la trazabilidad de la cadena podría perderse completamente, (SENASA/2010).

La información que conviene registrar:

- La empresa o responsable de la recepción física del producto, (SENASA/2010).
- Forma de contactar con el cliente (nombre, dirección y teléfono, mail), en caso de que haya problemas, (SENASA/2010).
- El producto vendido exactamente. Deberá registrarse el número de lote y/o número de identificación de las agrupaciones de productos que salen de la empresa, (SENASA/2010).
- Aportar información sobre los datos relativos al número de cajas y las referencias que la integran. Por ejemplo, los lotes de las mismas, las fechas de caducidad, propiedades fisicoquímicas, etc, (SENASA/2010).
- La fecha en la que los productos se entregaron es importante como medio de identificación, (SENASA/2010).
- Medio de transporte. Los datos de transporte que se consideren indispensables para garantizar la trazabilidad (por ejemplo, transportista, matrícula del vehículo o contenedor, temperatura de transporte, etc.), (SENASA/2010).

#### **8.4.4. Definir criterios para la agrupación de productos**

Al aplicar cualquier sistema de trazabilidad, la empresa debe agrupar el conjunto de unidades que produce y la agrupación debe ser identificada. La empresa debe asociar las unidades de producto elaborado con las materias primas y los ingredientes que se han utilizado, (SENASA/2010).

En la cadena las agrupaciones de producto anteriores a la obtención del lote y las agrupaciones que combinan distintos lotes de uno o más productos también necesitan ser identificados con un código o una referencia, (SENASA/2010).

##### **8.4.4.1. Agrupar e identificar los productos**

La empresa del sector primario y la transformadora de la materia prima, pueden configurar sus agrupaciones según diferentes criterios, entre los que se pueden encontrar uno o varios de los siguientes: período de tiempo: horario, diario, semanal. Línea de producción. Planta. Al realizar operaciones de almacenamiento y distribución, se forman nuevas agrupaciones como resultado de la combinación de productos identificados con sus propios códigos de agrupación, (SENASA/2010).

Los productos se almacenan dentro de locales o establecimientos de la misma o distinta empresa, según el criterio que se establezca. Por ejemplo, la fecha de consumo preferente. Y cuando se entregan al siguiente eslabón se reagrupan (agrupación de expedición), en la mayoría de los casos, según las exigencias de los clientes. Esto genera una combinación de distintos lotes y/o agrupaciones, (SENASA/2010).

En relación con la identificación, existe una gran variedad de sistemas disponibles, desde etiquetas escritas a mano, hasta códigos de barras y etiquetas de radio frecuencia. Dentro de una misma empresa puede ser conveniente utilizar diferentes tipos de identificación, (SENASA/2010).

#### **8.4.4.2. Tamaño del lote o de la agrupación**

Cuanto más acotada esté una agrupación menor es la cantidad de producto que hay que inmovilizar o retirar en caso de problemas de seguridad alimentaria. En la práctica: si una empresa elige la fecha de fabricación como sistema de identificación del lote o agrupación, todos los productos que lleven tal fecha deberían ser localizados, inmovilizados o retirados en caso de un incidente de seguridad alimentaria. Si una empresa elige fecha de fabricación, máquina en la que se ha fabricado y hora de fabricación, sólo la producción de esa hora, fecha y máquina debería ser localizada, inmovilizada o retirada, en caso de un problema. Al plantear la agrupación de productos en una empresa deben considerarse las ventajas y desventajas encontrarse el equilibrio entre el beneficio económico del manejo de agrupaciones y la complejidad y el coste económico que supone esta mayor precisión. La mayoría de la industria alimentaria adopta un enfoque que se encuentra entre estos dos extremos, (SENASA/2010).

#### **8.4.5. Establecer registros y documentación necesaria**

La documentación del sistema de trazabilidad implantado en una empresa debe incluir: ámbito de aplicación del sistema, descripción y características del mismo, registro de las operaciones efectuadas, procedimiento de revisión y actualización del sistema, (SENASA/2010).

Entre empresas es necesario trasladar la información necesaria y los sistemas de identificación para poder lograr el objetivo de la trazabilidad que se persiga en cada situación, (SENASA/2010).

Las acciones o la información del producto útil para la trazabilidad pueden registrarse:

- En hojas de datos sobre papel que acompañan a cada agrupación a lo largo de todos los procesos con carácter interno dentro de una misma empresa, (SENASA/2010).
- Mediante las tecnologías de información, que tienen gran capacidad de archivo en menor espacio y que, además, pueden incluir: recogida automática de datos y equipamiento, como impresoras de etiquetas y lectores de códigos de barras, que llevan consigo otras eficiencias operacionales, (SENASA/2010).

#### **8.4.6. Establecer mecanismos de validación/verificación por parte de la empresa**

Revisar de forma periódica el funcionamiento del sistema y llevar registro de la misma. El sistema debe evaluarse teniendo en cuenta:

- La exactitud de la información almacenada, (SENASA/2010).
- El tiempo de respuesta, (deberá ser el mínimo posible) debido a que pueden existir riesgos para la salud de las personas, (SENASA/2010).

Realizar simulacros de demanda de la información sobre trazabilidad puede ser de gran utilidad. También conviene valorar la posibilidad de nombrar a un tercero independiente, para la comprobación de que el sistema de trazabilidad de la empresa funciona. La comprobación del sistema de trazabilidad debe hacerse con clientes y proveedores. Es decir, trazar desde un lote o agrupación de un producto recibido en la empresa hacia delante, así como desde un producto o agrupación que se va a expedir hacia atrás, (SENASA/2010).

#### **8.4.7. Establecer mecanismos de comunicación entre empresas**

Lograr la trazabilidad a lo largo de toda la cadena compete a todos los eslabones. Es responsabilidad de cada uno evitar que se rompa la trazabilidad en el eslabón que representa, porque si ello ocurriese pueden verse perjudicados operadores que estén cumpliendo suficientemente con el desarrollo del sistema de trazabilidad en su establecimiento, (SENASA/2010).

Muchas empresas ya piden que sus proveedores compartan con ellos la información sobre trazabilidad. Es muy positivo establecer protocolos o mecanismos comunes sobre cómo compartir la identificación y la información. Siendo útil mantener conversaciones con los proveedores y clientes para acordar entre todos qué información (composición, origen, entre otros), es crítica, debe asegurarse que se proporciona de una forma clara y comprensible, (SENASA/2010).

#### **8.4.8. Establecer procedimiento para localización, inmovilización y, en su caso, retirada de productos**

Los operadores económicos de empresas alimentarias tienen como objetivo y obligación legal, poner en el mercado productos seguros que cumplan los requisitos legales. Sin embargo, a pesar de tomarse todas las precauciones, hay ocasiones en que se producen incidentes. En estos casos los operadores deben actuar rápidamente para conocer la naturaleza del incidente, tomar las medidas correctoras necesarias para proteger la salud de los consumidores y el prestigio de su empresa, eliminar la causa del incidente y evitar que vuelva a producirse, (SENASA/2010).

Cuando se produce un incidente se deben considerar las siguientes actuaciones, en la mayoría de ocasiones de forma simultánea:

- Informar a las autoridades competentes, (SENASA/2010)
- La legislación europea y española obliga al operador económico a informar a las autoridades competentes en caso de que un producto importado, procesado, transformado, fabricado o distribuido no cumpla los requisitos de seguridad, (SENASA/2010).
- Por ética profesional es importante colaborar con las autoridades competentes proporcionándoles información y coordinando con ellas las actuaciones, (SENASA/2010).
- Conocer la naturaleza del incidente, (SENASA/2010)

- Trabajar buscando cuál puede ser el motivo del incidente, si éste está en alguno de los procesos que realiza la empresa, en los materiales o ingredientes, o bien en los de los eslabones anteriores o posteriores de la cadena, (SENASA/2010).
- Conociendo la naturaleza del incidente se podrá actuar acotando el/los lote/s o agrupación/es afectados, aplicar las medidas correctoras oportunas y evitar que el incidente se extienda a otros productos, (SENASA/2010).
- Localizar el producto afectado: para ello es clave el tener implantado un sistema de trazabilidad adecuado. El producto puede encontrarse dentro del ámbito de gestión del operador alimentario o fuera de éste, en su cliente, o eslabones posteriores, e incluso ya en el consumidor, (SENASA/2010).
- Adoptar medidas correctoras: una vez localizado el producto que ha sido objeto de un incidente, y valorando la naturaleza del mismo, la localización del producto, los costes económicos. Es necesario adoptar las medidas adecuadas para evitar poner en riesgo la salud de los consumidores: puede decidirse la inmovilización de los productos afectados y, en el caso necesario la retirada del mercado. También es necesario decidir el destino de la mercancía, si es necesaria su destrucción o si es posible el reprocesado, (SENASA/2010).
- Informar a otros operadores económicos que puedan estar afectados por el incidente y colaborar con ellos en cada una de las actuaciones citadas, (SENASA/2010).

- Realizar informe posincidente y sacar conclusiones: elaborar un informe de lo sucedido, evaluarlo y sacar conclusiones sobre cómo mejorar la forma de actuar. Recomendable que el operador económico cree un reducido Comité Interno de Gestión del incidente, para evaluar la naturaleza del incidente y las medidas correctoras necesarias, manteniendo informada a la Dirección. El Comité coordinando las actuaciones, (SENASA/2010).

## 9. HIPÓTESIS

La implementación de un Sistema de Trazabilidad aumenta la capacidad de localización de unidades de un número de lote determinado.

### Variables

- Independiente: porcentaje de unidades localizadas.
- Dependiente: eficiencia del sistema de trazabilidad.
- Interviniente: tiempo de localización.

### Indicadores

Tabla I. **Criterios e indicadores**

<b>Criterio</b>	<b>Indicador</b>
Confiabilidad	Porcentaje de los destinos de un lote de productos finales.
Velocidad	Destino de un lote de fabricación en un determinado tiempo.
Exactitud	Qué tan lejos hacia adelante, en términos de número de clientes pueden rastrearse para determinar la localización del producto terminado.

Fuente: elaboración propia.



## **10. METODOLOGÍA**

La presente investigación es un estudio cuantitativo ya que se estudiarán las variables tiempo y número de unidades localizadas. La investigación es descriptiva, no experimental, transversal.

### **10.1. Pruebas estadísticas para comprobación de hipótesis**

La prueba estadística a utilizar se basa en una muestra única, obtenida a partir de cada población. El análisis de varianza puede servir para determinar si las diferencias entre las medias muestrales revelan las verdaderas diferencias entre los valores medios de cada una de las poblaciones, o si las diferencias entre los valores medios de la muestra son más indicativas de una variabilidad de muestreo, (Suarez, Mario/2012).

Si el valor estadístico de prueba (análisis de varianza) impulsa a aceptar la hipótesis nula, se concluiría que las diferencias observadas entre las medias de las muestras se deben a la variación casual en el muestreo (y por tanto, que los valores medios de población son iguales). Si se rechaza la hipótesis nula, se concluiría que las diferencias entre los valores medios de la muestra son demasiado grandes como para deberse únicamente a la casualidad (y por ello, no todas las medias de población son iguales), (Suarez, Mario/2012).

Los datos para el análisis de varianza se obtienen tomando una muestra de cada población y calculando la media muestral y la variancia en el caso de cada muestra, (Suarez, Mario/2012).

Existen tres supuestos básicos que se deben satisfacer antes de que se pueda utilizar el análisis de variancia:

- Las muestras deben ser de tipo aleatorio independiente
- Las muestras deben ser obtenidas a partir de poblaciones normales
- Las poblaciones deben tener variancias iguales (es decir  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots \sigma_k^2$ )

El análisis de varianza, como su nombre lo indica, comprende el cálculo de varianzas. La varianza de una muestra es el promedio de las desviaciones elevadas al cuadrado de la media del grupo, (Suarez, Mario/2012).

Simbólicamente, esto se representa de la siguiente manera:

$$\text{varianza de la muestra} = s^2 = \frac{\Sigma (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Se debe utilizar  $n - 1$ , porque se está trabajando con datos muestrales. Para obtener la varianza muestral, el procedimiento sea el siguiente:

- Calcular la media muestral
- Restar la media de cada valor de la muestra.
- Elevar al cuadrado cada una de las diferencias.
- Sumar las diferencias elevadas al cuadrado.
- Dividir entre  $n - 1$

### **10.1.1. Estimación Interna de Varianza (Within Estimate) $S_w^2$**

Aunque parezca extraño un examen de las varianzas puede revelar si todas las medias de la población son iguales o no.

El análisis de varianza utiliza dos métodos diferentes para estimar las varianzas de la población (iguales). Si las dos estimaciones son aproximadamente iguales, esto tiende a confirmar  $H_0$ ; si una de las dos estimaciones es mucho mayor que la otra, esto tiende a confirmar  $H_1$ . Si la hipótesis nula es verdadera, entonces las muestras se habrán obtenido de poblaciones con medias iguales, (Suarez, Mario/2012).

Y como se supone que todas las poblaciones son normales y poseen variancias iguales, cuando  $H_0$  es verdadera se presenta una situación conceptualmente idéntica a otra en la que todas las muestras hayan sido tomadas realmente a partir de una población única, (Suarez, Mario/2012).

Si  $H_0$  es falsa, entonces las muestras provendrán de poblaciones que no presentan todas la misma media, sin embargo, aún en ese caso, se debe suponer que las poblaciones son normales y tienen variancias iguales, (Suarez, Mario/2012).

Una forma de calcular la varianza poblacional es sacar el promedio de las varianzas de las muestras. Es evidente que se podrá utilizar cualquiera de las varianzas muestrales, pero el promedio de todas ellas por lo general proporcionará la mejor estimación debido al mayor número de observaciones que representa. Como cada varianza muestral sólo refleja la variación dentro de una muestra en particular, la estimación de la varianza basada en el promedio de las varianzas muestrales se denomina estimación interna de variancia, (Suarez, Mario/2012).

La estimación interna de variancia se calcula:

$$S_w^2 = \frac{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + \dots + s_k^2}{k}$$

Donde:

$S_1^2$  = varianza de varianza de una muestra

$S_2^2$  = varianza de varianza de dos muestras

$S_3^2$  = varianza de varianza de tres muestras

$S_k^2$  = varianza de varianza de k muestras

k = número de muestras

### **10.1.2. Estimación Intermediante de Varianza (Between Estimate) $S_x^2$**

Como se supone que las varianzas de la población son iguales, (independientemente de si las medias lo son o no), la estimación interna de varianza no se altera por la verdad o falsedad de  $H_0$ , (Suarez, Mario/2012).

Por tanto, no se puede utilizar por sí misma para determinar si las medias de la población podrían ser iguales, (Suarez, Mario/2012).

Sirve como una norma de comparación para evaluar una segunda estimación llamada estimación intermedia de varianza. Esta segunda estimación es sensible a diferencias entre las medias de población, (Suarez, Mario/2012).

La estimación interna de varianza sirve como una norma respecto a la cual se puede comparar la estimación intermedia de varianza, (Suarez, Mario/2012).

La estimación de varianza entre muestras determina una estimación de las varianzas iguales de la población de una forma indirecta a través de una distribución de muestreo de medias. Recuérdese que si  $H_0$ , es verdadera, equivale a tomar todas las muestras de la misma población normal. Por el Teorema del Límite Central, se sabe que la distribución de muestreo de medias, obtenida de una población normal, estará distribuida normalmente, y que la desviación estándar de la distribución de muestreo (raíz cuadrada de su varianza) está directamente relacionada con el tamaño de la desviación estándar de la población (raíz cuadrada de la varianza de la población), (Suarez, Mario/2012).

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}}$$

Donde:

- $\sigma_{\bar{x}}$  = desviación estándar del muestreo de distribución de medias
- $\sigma_x$  = desviación estándar de la población
- $n$  = tamaño de la muestra

Elevando al cuadrado ambos miembros de la ecuación, se obtiene la relación en términos de variancias:

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma_x^2}{n}$$

Si se conoce la varianza de la distribución de muestreo, únicamente multiplicándola por el tamaño de la muestra, se obtendrá exactamente el valor de  $\sigma_x^2$ .

$$\sigma_x^2 = n \sigma_{\bar{x}}^2$$

Por lo general no se conoce por  $\sigma_x^2$ , se emplea:

$$\sigma_x^2 = s_x^2 = n s_{\bar{x}}^2$$

Donde:

$$s_x^2 = \text{varianza de las medias aritméticas} = \frac{\sum (\bar{x} - \bar{\bar{x}})^2}{k - 1}$$

### 10.1.3. La Razón F

El análisis de varianza emplea la razón de las estimaciones, dividiendo la estimación intermedia entre la estimación interna

$$\text{Razón } F = \frac{s_x^2}{s_w^2} = \frac{n s_{\bar{x}}^2}{(s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + \dots + s_k^2)/k}$$

Esta razón F fue creada por Ronald Fisher (1890-1962), matemático británico, sus teorías estadísticas hicieron mucho más precisos los experimentos científicos. Sus proyectos estadísticos, primero utilizados en biología, rápidamente cobraron importancia y fueron aplicados a la experimentación agrícola, médica e industrial. Fisher también contribuyó a clarificar las funciones que desempeñan la mutación y la selección natural en la genética, particularmente en la población humana, (Suarez, Mario/2012).

El valor estadístico de prueba resultante se debe comparar con un valor tabular de F, que indicará el valor máximo del valor estadístico de prueba que ocurriría si  $H_0$  fuera verdadera, a un nivel de significación seleccionado. Antes de proceder a efectuar este cálculo, se debe considerar las características de la distribución F, (Suarez, Mario/2012).

### 10.1.3.1. Características de la distribución F

Existe una distribución F diferente para cada combinación de tamaño de muestra y número de muestras. Existe una distribución F que se aplica cuando se toman cinco muestras de seis observaciones cada una, al igual que una distribución F diferente para cinco muestras de siete observaciones cada una. El número de distribuciones de muestreo diferentes es tan grande que sería poco práctico hacer una extensa tabulación de distribuciones. Por tanto, como se hizo en el caso de la distribución t, solamente se tabulan los valores que más comúnmente se utilizan.

En el caso de la distribución F, los valores críticos para los niveles 0,05 y 0,01 generalmente se proporcionan para determinadas combinaciones de tamaños de muestra y número de muestras, (Suarez, Mario/2012).

La distribución es continua respecto al intervalo de 0 a  $+\infty$ . La razón más pequeña es 0. La razón no puede ser negativa, ya que ambos términos de la razón F están elevados al cuadrado. Grandes diferencias entre los valores medios de la muestra, acompañadas de pequeñas variancias muestrales pueden dar como resultado valores extremadamente grandes de la razón F, (Suarez, Mario/2012).

La forma de cada distribución de muestreo teórico F depende del número de grados de libertad que estén asociados a ella. Tanto el numerador como el denominador tienen grados de libertad relacionados, (Suarez, Mario/2012).

#### **10.1.4. Determinación de los grados de libertad**

Los grados de libertad para el numerador y el denominador de la razón F se basan en los cálculos necesarios para derivar cada estimación de la variancia de la población. La estimación intermediente de variancia (numerador) comprende la división de la suma de las diferencias elevadas al cuadrado entre el número de medias (muestras) menos uno, o bien,  $k - 1$ . Así,  $k - 1$  es el número de grados de libertad para el numerador, (Suarez, Mario/2012).

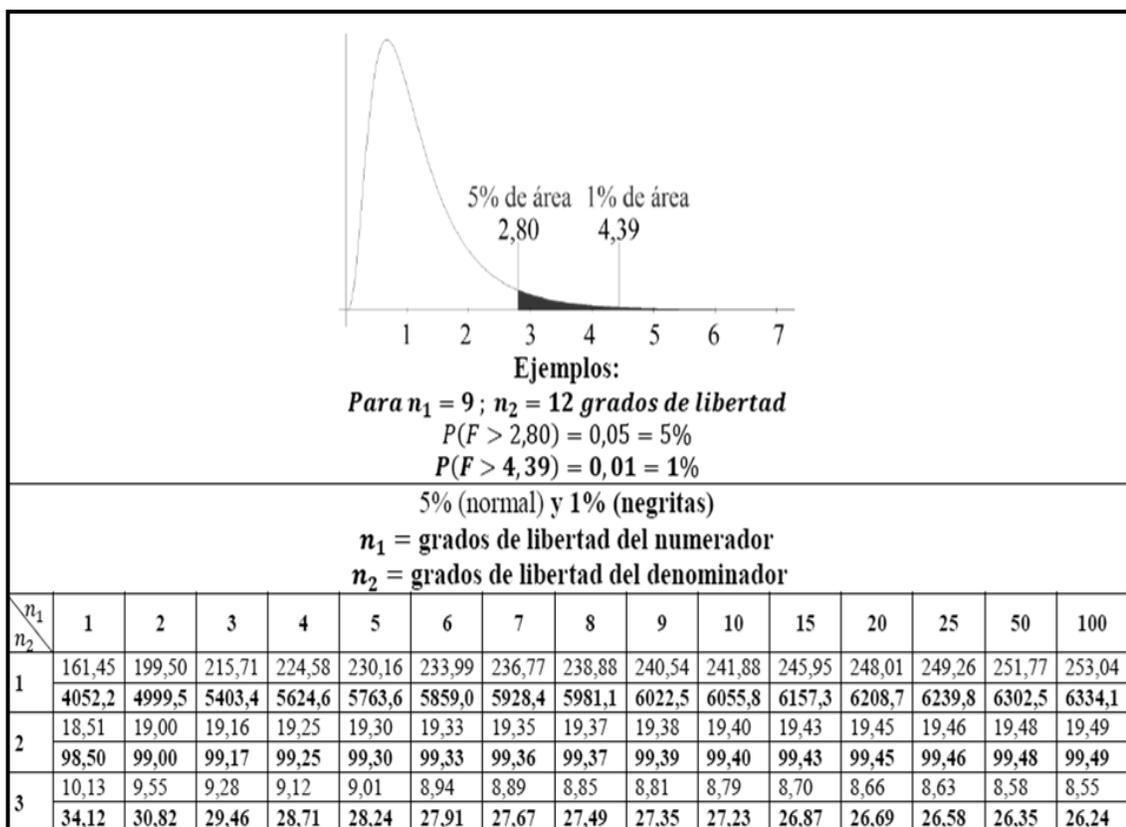
Al calcular cada variancia muestral, la suma de las diferencias elevadas al cuadrado entre el valor medio de la muestra y cada valor de la misma se divide entre el número de observaciones de la muestra menos uno, o bien,  $n - 1$ . El promedio de las variancias muestrales se determina dividiendo la suma de las variancias de la muestra entre el número de muestras, o  $k$ . Los grados de libertad para el denominador son entonces,  $k(n - 1)$ , (Suarez, Mario/2012).

#### **10.1.5. Uso de la tabla de F del análisis de variancia (ANOVA)**

A continuación se ilustra la estructura de una tabla de F para un nivel de significación de 0,01 o 1% y 0,05 o 5%.

Se obtiene el valor tabular, localizando los grados de libertad del numerador  $\eta_1$  (que se listan en la parte superior de la tabla), así como los del denominador  $\eta_2$  (que se listan en una de las columnas laterales de la tabla) que corresponden a una situación dada. Utilizando el nivel de significación de 0,05 para  $\eta_1 = 7$  y  $\eta_2 = 3$  grados de libertad, el valor de F es 8,89, (Suarez, Mario/2012).

Figura 1. Distribución de Fisher



Fuente: Suarez, Mario, 2012

### 10.1.6. Cálculo de la razón F a partir de datos muestrales

$$F_{prueba} = \frac{\text{estimación intermediente de varianza}}{\text{estimación interna de varianza}}$$

$$F_{prueba} = \frac{s_x^2}{s_w^2} = \frac{n s_{\bar{x}}^2}{(s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + \dots + s_k^2)/k}$$

Para calcular F se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Calcular la estimación interna (denominador)
- Determinar la variancia de cada muestra, utilizando la fórmula:

$$\text{varianza} = s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

- Obtener la estimación interna de variancia (variancia promedio de la muestra), mediante la fórmula

$$s_w^2 = \frac{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2 + \dots + s_k^2}{k}$$

- Calcular la estimación intermediente (numerador)
- Calcular la variancia de la medias muestrales, utilizando la fórmula

$$s_{\bar{x}}^2 = \frac{\sum (\bar{x} - \bar{\bar{x}})^2}{k - 1}$$

- Multiplicar la variancia de la medias muestrales por n

$$n s_{\bar{x}}^2$$

- Razón F,

$$F_{prueba} = \frac{S_x^2}{S_w^2}$$

Las hipótesis Nula y Alternativa son:

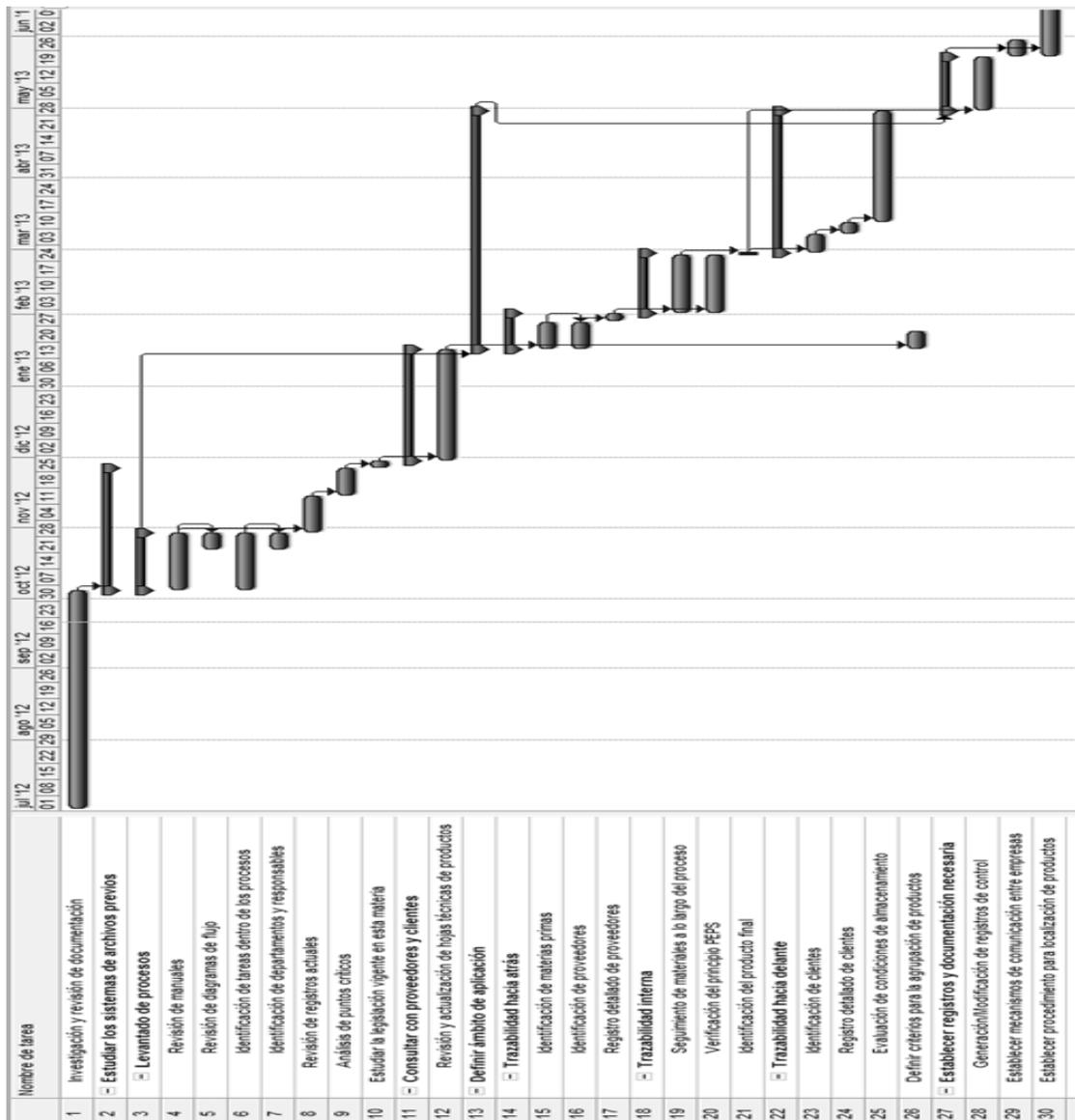
$H_0$ : Todas las proporciones de la población son iguales.

$H_1$ : No todas las proporciones de la población son iguales.



# 11. PLAN DE ACCIÓN

Figura 2. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.



## 12. RECURSOS NECESARIOS

A continuación se presentan los recursos necesarios para la elaboración y desarrollo de la presente investigación en los siguientes numerales.

### 12.1. Humanos

Tabla II. Costo de honorarios por participación

<b>Cargo</b>	<b>Horas Trabajadas por Semana (hr/semana)</b>	<b>Honorarios (Q.)</b>
Investigador	6	24,000.00
Asesor	1	2,500.00
Gerente de Planta	2	2,400.00
Gerente de Logística	1	1,200.00
Gerente de Cómputo	1	1,200.00
<b>TOTAL</b>		<b>31,300.00</b>

Fuente: elaboración propia.

## 12.2. Físicos

Tabla III. Costo de equipo y materiales de oficina

<b>Equipo y Materiales</b>	<b>Monto (Q.)</b>
Computadora	5,000.00
Cámara fotográfica	1,000.00
Programas de computación	800.00
Impresora	350.00
Escritorio	400.00
Resma de hojas	60.00
Cartuchos de tinta	100.00
Energía Eléctrica	100.00
<b>TOTAL</b>	<b>7,810.00</b>

Fuente: Walmart, diciembre 2012.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

1. Barreiro Elorza, Pilar - Robla Villalba, José Ignacio. 2004. Transporte frigorífico internacional de fruta: intermodalidad y sistemas de transporte inteligente. Universidad E.T.S.I. Agrónomos (UPM). Disponible para su consulta: [http://oa.upm.es/5005/1/Barreiro\\_06.pdf](http://oa.upm.es/5005/1/Barreiro_06.pdf)
2. Bueno Delgado, María Victoria - Martínez Sala, Alejandro Santos - Egea López, Esteban - Vales Alonso, Javier - García Haro, Joan. 2005. Sistemas globales de localización y trazabilidad mediante identificación por radio frecuencia (RFID). Universidad Politécnica de Cartagena. Disponible para su consulta: [www.repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/347/1/2005\\_AI\\_7.pdf](http://www.repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/347/1/2005_AI_7.pdf)
3. Echeverri, Claudia. Echeverri, Gustavo. (2005). Diagnóstico Trazabilidad Cernes Tipo Premium Frigocolata. Universidad Medellín. Especialización en Logística Empresarial. Medellín. Disponible para su consulta: [www.cdigital.udem.edu.co/TESIS/CD-ROM19782005/Texto%20Completo.pdf](http://www.cdigital.udem.edu.co/TESIS/CD-ROM19782005/Texto%20Completo.pdf)
4. Gómez-Gómez, Alberto; Ena-Rodríguez, Borja; Priore, Paolo. (2007). "RFID en la gestión y mantenimiento de bibliotecas". En: El profesional de la información. v. 16, n. 4, pp. 319-328.
5. ISO. (2007). Norma Internacional ISO 22005:2007. Trazabilidad de la cadena alimentaria -Principios generales y requisitos fundamentales para el diseño y la implementación del sistema.

6. Ministerio de Sanidad y Política Social. (2009). Guía para la Aplicación del Sistema de Trazabilidad en la Empresa Agroalimentaria. España.
7. Morón, C. (2001). Importancia del CODEX ALIMENTARIUS es la seguridad alimentaria y el comercio de alimentos. Revista Salud Pública y Nutrición.
8. Quiminet.com. (2010). El proceso de helabración del helado. Disponible para su consulta: <http://www.quiminet.com/articulos/el-proceso-de-elaboracion-del-helado-41748.htm>
9. Ruiz García, Luis - Barreiro Elorza, Pilar. (2009). Control de la temperatura en el transporte de alimentos mediante sistemas RFID. Universidad E.T.S.I. Agrónomos (UPM). Disponible para su consulta: [http://oa.upm.es/5267/1/INVE\\_MEM\\_2009\\_69897.pdf](http://oa.upm.es/5267/1/INVE_MEM_2009_69897.pdf)
10. SENASA. (2010). Bases para la Implementación de un Sistema de Trazabilidad.
11. Springob, Katrin. (2003). Implementación de Trazabilidad EAN.U CC. Argentina.
12. SUÁREZ, Mario, (2012), Interaprendizaje de Probabilidades y Estadística Inferencial con Excel, Winstats y Graph, Primera Edición. Imprenta M & V, Ibarra, Ecuador.
13. SUÁREZ, Mario, (2012), Prueba de Hipótesis con F de Fisher. <http://www.monografias.com/trabajos91/>
14. SUÁREZ, Mario, (2012), Análisis de Varianza. <http://www.monografias.com/trabajos91>
15. Urrea Álvarez, Nicolás. (2006). Trazabilidad "En Busca de la Calidad". Comercializadora Manjares del Campo, S.A. Bogotá, Colombia.