



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA

“CONTROL ESTADÍSTICO EN EL PROCESO DE HELADOS”

INFORME TÉCNICO DE LA OPCIÓN CURRICULAR EN LA MODALIDAD DE
**ESTANCIA INDUSTRIAL EN “SANBORN HERMANOS
PRODUCTORA DE ALIMENTOS S.A DE C.V”**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO

PRESENTA:

LILIANA QUINTERO ARVIZU

ASESORES:

EXTERNO: Q.A. MARTHA MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

INTERNO: DR. JORGE YÁÑEZ FERNÁNDEZ

México D.F. Mayo 2007.

Agradecimiento

A mi misma, por descubrir mi fuerza interna en los momentos mas difíciles de la vida, por que creer en mi me llevó a lograr este objetivo que alguna vez vi tan lejano, por que se que cuando cualquiera que lea estas líneas jamás podrá titubear al querer dar grandes pasos y gritar lo que piensa. A mi misma por que tengo la inteligencia, ética y valores suficientes para demostrar que cualquier reto que la vida me presente sabré superarlo.

A ti papá por que me has dado la seguridad que reflejo en cada palabra, en cada acto, en cada decisión, por que me has enseñado que la sencillez es la mejor arma para triunfar en la vida. Pa, tus consejos son el mas grande regalo que me has podido dar en la vida, eres mi ejemplo profesional, eres el tipo de Ingeniero que yo quiero ser, gracias por todo. Siempre intentando entenderme y nunca juzgando mis decisiones, siempre dejándome caminar aunque ciega parezca, pero sin quitarme tu mano de la espalda.

A ti mamá, siempre guerrera, siempre luchando contra las murallas que parecen ser indestruibles, eres ejemplo claro de perseverancia, paciencia y orden. Gracias por tolerar mis locuras, enojos, y malos ratos. Es inmenso lo que siento en este momento, por que me llegan a la mente las palabras que me decías cuando yo creía ya no poder mas, gracias por mis recuerdos, por darme todo lo que tengo, incluyendo a mi hermano.

A ti hermanito, mi mayor motivación, por que por ti he querido ser lo que ahora soy, por que quiero ser el mejor ejemplo que tengas en tu vida, por que contigo he compartido todo, absolutamente todo y siempre has estado conmigo, aunque algunas veces lejos, jamás me dejaste sola. Eres mi alegría, como olvidar que en las noches de desvelo estabas conmigo, no olvido todo lo que me haces reír, me haces reír y olvidar que la vida afuera de tu mundo y el mío es un caos.

Recuerda siempre flaco, mira hacia horizontes muy lejanos y disfrútalos, por que cuando llegues a ellos solo tendrás la satisfacción de saber que algún día estuviste del otro lado pensando en lo difícil que seria llegar, y que oh! Sorpresa, llegaste mas rápido de lo que imaginabas.

A uno y otro lado de la colina, cada uno de nosotros flota y rebota, hasta que alcanzamos nuestro destino final. (Fragmento de un poema chino)

Índice	1
Generalidades	3
1 Objetivo General	3
1.1 Objetivos específicos	3
2 Justificación	4
3 Introducción	5
4 Antecedentes	6
4.1 Definición de Helado	6
4.2 Ingredientes y funcionalidad	10
4.3 Proceso de elaboración	11
4.3.1 Recepción y almacenamiento de materia prima	13
4.3.2 Dosificación de ingredientes	13
4.3.3 Preparación de la base para helado	13
4.3.4 Helado	13
4.3.5 Envasado	14
5 Control estadístico de Proceso	16
6 Metodología	17
7 Desarrollo	18
7.1 Análisis del proceso (Diagrama de flujo)	19
7.2 Asignación de variable de respuesta (Ishikawa)	19
7.3 Asignación de variable de control (Análisis 5 H + 1W)	19
7.4 Control de variables atribuibles	20
7.5 Criterio de muestreo	20
7.6 Toma de muestras	20
7.7 Cálculo de media y rango	21
7.8 Cálculo de límites de control	23
7.9 Construcción de gráfico de control	23
7.10 Cálculo de capacidad del proceso	23
8 Resultados	30
9 Análisis de Resultados	31
10 Conclusiones	32
11 Aportaciones	33
12 Bibliografía	

Generalidades

La estancia Industrial fue realizada en la Empresa Sanborn Hermanos Productora de alimentos S.A de C.V. en un periodo comprendido de 8 meses.

Descripción Administrativa de la empresa

Misión

Ofrecer a nuestros clientes los productos y servicios de la más alta calidad, al precio justo, en el ámbito adecuado, procurando su más amplia satisfacción a través de un esmerado servicio personalizado. El cliente es la razón de ser de nuestro trabajo.

Visión

Consolidar y mantener el liderazgo de nuestra empresa en el mercado, integrando los objetivos de nuestros clientes, personal, proveedores y accionistas.

Valores

Trabajo

Crecimiento

Responsabilidad

Eficiencia

Giro de la empresa

Sanborn Hermanos es una empresa dedicada a la producción de alimentos de la mas alta calidad, cuenta también con unidades de venta y distribución de sus productos.

Tamaño de la empresa.

Actualmente Sanborn`s perteneciente a grupo carso cuenta con más de 100 tiendas desde Tijuana hasta Cancún con 18,500 empleados y 4 fábricas que se encargan de elaborar sus productos y estandarizar su calidad.

Organigrama

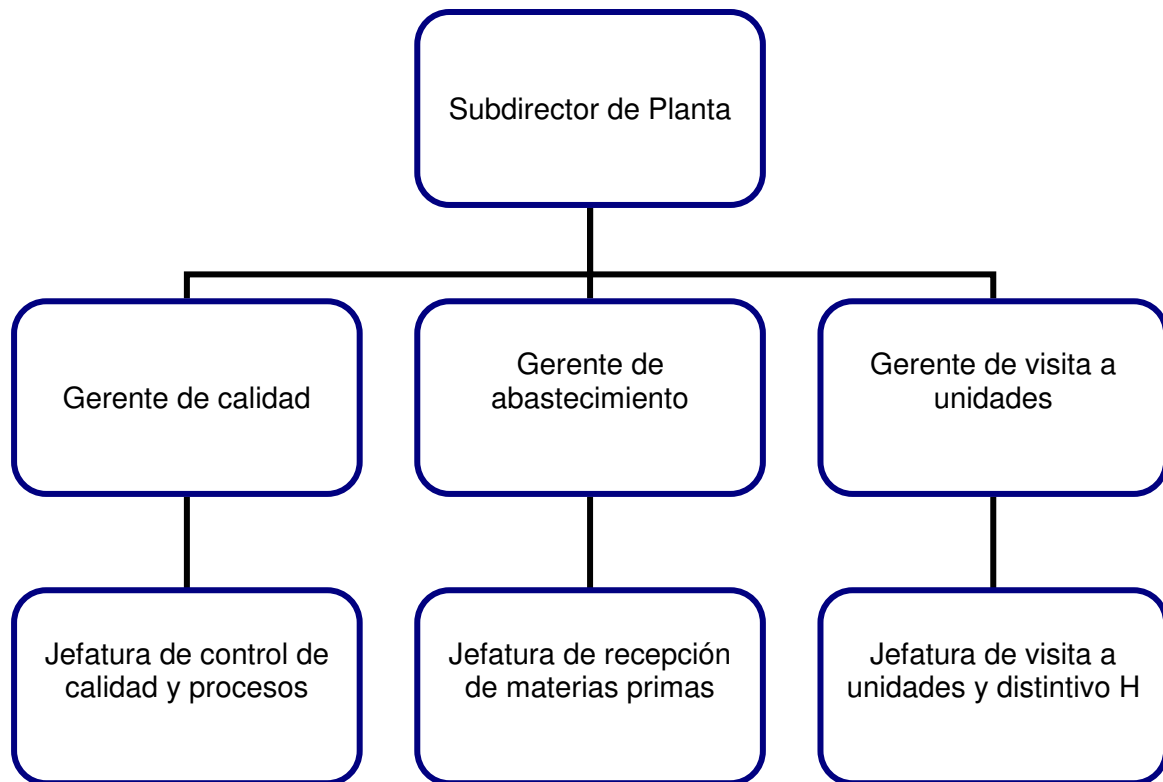


Figura 1. Organigrama general de la empresa Sanborn Hermanos S.A de C.V.

1 Objetivo

1.1 General

Aplicar control estadístico de proceso en línea de producción de helado de vainilla.

1.2 Específicos

Reconocer las líneas de producción de helado

Identificar las variables de operación en el proceso

Determinar las condiciones de mejora de proceso

Emplear herramientas estadísticas para optimizar resultados

2 Justificación

El control estadístico de procesos ha sido una herramienta de suma importancia para el éxito de las grandes empresas, en específico la industria alimentaría, debido a que logra en conjunto con otras herramientas, optimizar procesos basándose en la prevención y corrección de posibles desviaciones, reflejando su impacto en la calidad final del producto y aun mas en los costos de producción.

Por tal motivo, es imperante la necesidad de hacer uso de esta herramienta para lograr los objetivos de la organización, en un producto de gran demanda como es el helado sabor vainilla, dentro de la empresa.

3 Introducción

Hoy en día, la competitividad empresarial caracteriza al mercado mundial, pequeñas, medianas y grandes empresas están tomando esta actitud como un estilo de vida.¹

El mundo globalizado exige la mejora continua de procesos y por ende de bienes y servicios. La calidad es el común denominador de cualquier organización para lograr la productividad y la competitividad.

Detrás del concepto de calidad hay un sin número de herramientas que apoyan la idea de mejora de procesos. Si bien, los grandes gurus en esta materia realizaron investigaciones en como lograr los objetivos mas importantes de las empresas, sin perder de vista la calidad llegando a la conclusión que, es necesario implementar herramientas que a largo plazo muestren tendencias de mejora en sus productos.

El control estadístico de procesos es una forma eficaz de lograr beneficios para la organización en materia de calidad. Karou Ishikawa propone 7 herramientas básicas, de las cuales, los gráficos de control muestran objetivos claros Tener bajo control una determinada característica de calidad que sea medible para ello se diseñan gráficos en los que se registran los valores de los parámetros medidos en cada intervalo determinado a priori y en el que se han señalado previamente los limites superiores e inferiores que son aceptados en el proceso para considerarlo bajo control.

¹ Casadesus Fà M, Heras Iñaki (2005)

4 Antecedentes

Un gráfico de control es simplemente un gráfico de desarrollo con límites de control estadísticamente determinados; estos límites se denominan Límite de Control Superior (LCS) y Límite de Control Inferior (LCI) y se colocan equidistantes a ambos lados de la línea que indica el promedio de un proceso. El procedimiento general para construir un gráfico de control se muestra en el figura 2.

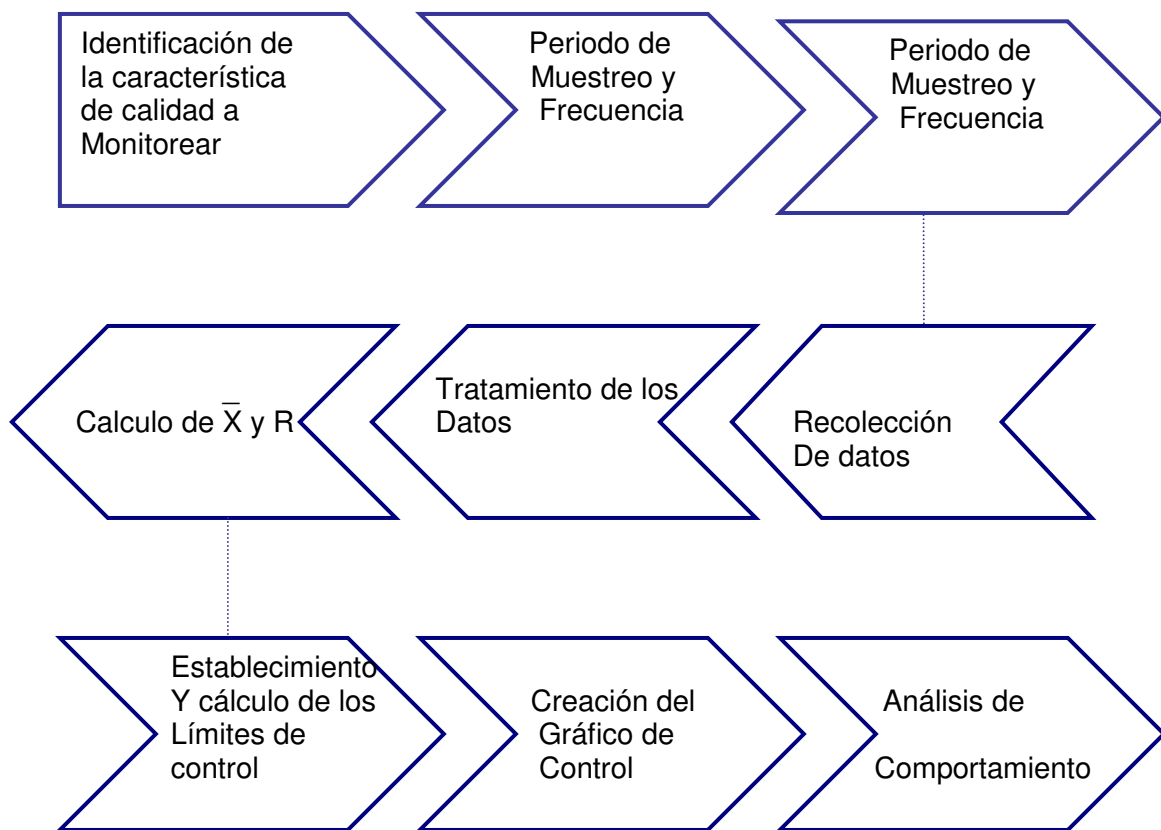


Figura 2. Procedimiento para la aplicación de un gráfico de control en una empresa productora de helado.

El gráfico pretende utilizar de forma simple si los datos obtenidos están o no dentro de los límites, detectando así posibles problemas que repercuten en la calidad. Los diagramas más utilizados son para nuestro caso X y R, en función del tipo de datos a analizar deberá utilizarse uno u otro gráfico, tal y como se presenta en la figura 3, donde el objetivo de estos gráficos es:

X: Controlar las medias de distintas muestras de un proceso. Este gráfico se utiliza generalmente junto con el gráfico tipo R.

R: Controlar los recorridos o intervalos de diferentes muestras de un proceso, entendiendo como recorrido, la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de cada muestra.

Capacidad de proceso

Este es un índice que determina si un proceso, dada su variación natural es capaz de satisfacer los requisitos o especificaciones establecidas por los clientes, ayuda a determinar si ha habido un cambio en el proceso, se puede el porcentaje de producto que no satisface los requisitos de los clientes.

Los índices C_{pl} y C_{pu} (para límites de especificación de un solo lado) y C_{pk} (para límites de especificación de dos lados) no solo miden la variación del proceso con respecto a la especificación permisible, sino que también tiene en cuenta la localización del promedio del proceso. C_{pk} se considera una medida de la capacidad del proceso y se toma como el menor del C_{pl} o C_{pu} .

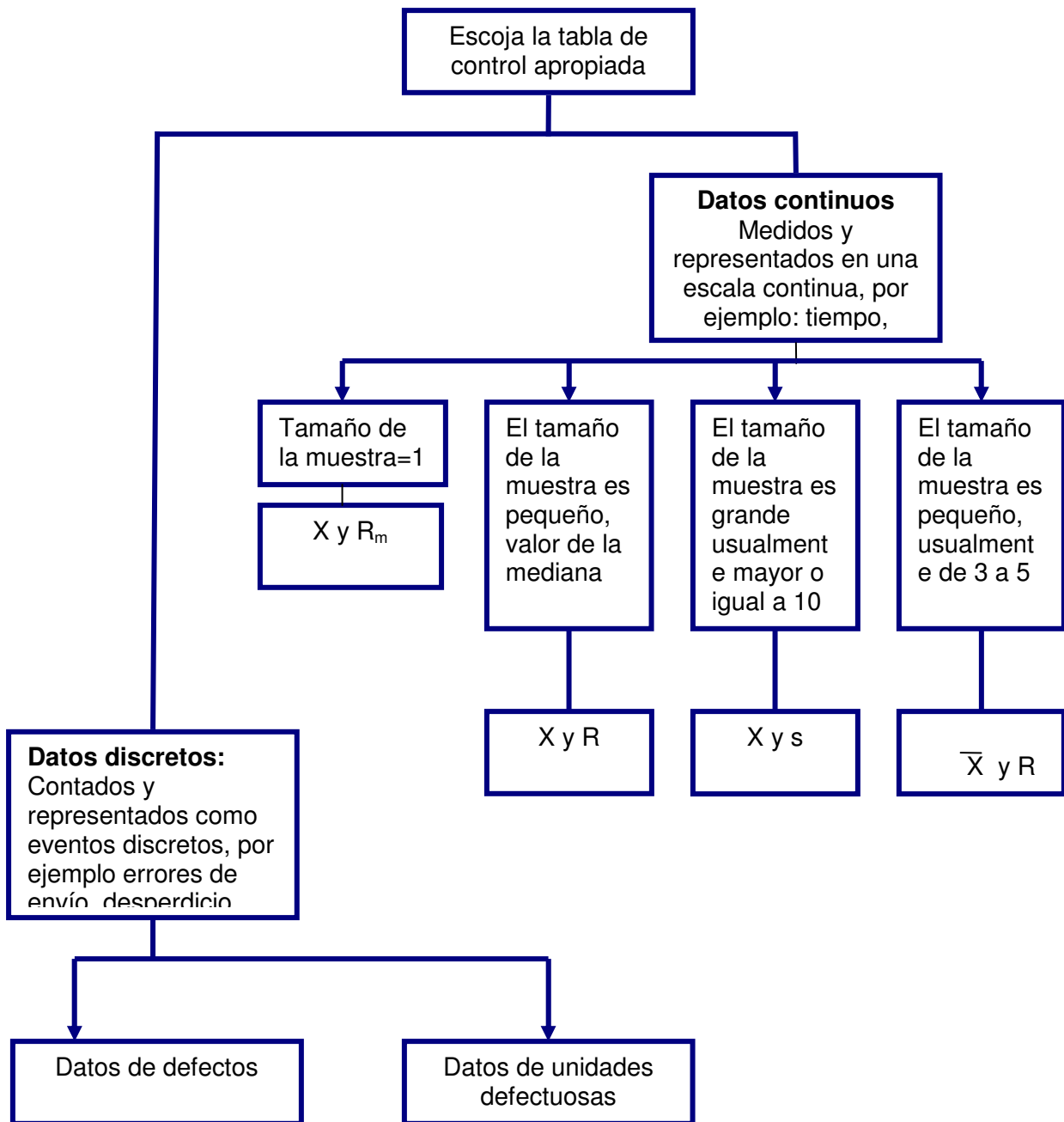


Figura 3. Toma de decisión respecto al tipo de gráfico aplicable a un proceso

4.1 Definición de helado.

Helado: Alimento producido mediante la congelación con o sin agitación de una mezcla homogénea pasteurizada compuesta por una combinación de ingredientes lácteos pudiendo contener grasas vegetales, frutas, huevo y sus derivados, saborizantes, edulcorantes y otros aditivos alimentarios. Cuando su presentación es empalillada su denominación será "Paleta". Quedan comprendidos los siguientes: Helado de crema, Helado de leche, Sorbete, Helado de crema vegetal y sorbete de grasa vegetal².

4.2 Ingredientes y su funcionalidad

4.2.1 Leche y sus derivados

La grasa de la leche es el vehículo más importante de aroma en los helados mantecados, influye decisivamente sobre el sabor³. Participa, así mismo, en la constitución de la textura y en el helado batido forma un entramado estabilizador. Cuanto mas alto es el contenido de grasa en la mezcla, mayor es la viscosidad, mejor puede batirse el helado con aire, y mas suave y cremosa es la consistencia; el helado es mas sabroso y la resistencia a la fusión es superior, la estabilidad de la forma (stand up). Alto contenido de grasa provoca la formación de cristales de hielo más pequeños.

4.2.2 Proteína: Mejora la textura, y en el batido, el aire se distribuye finamente. La proteína Láctea es indispensable para que se forme una emulsión estable en la homogenización de la mezcla, la caseína es el componente más efectivo para formar la emulsión. El contenido de lactosa no debe rebasar el 9% de fracción de agua. La lactosa logra cristalizar durante el almacenado, con lo cual el helado adquiere consistencia arenosa.

Los sólidos de leche no grasos contribuyen también a darle cuerpo, sabor y textura agradables al producto. Los niveles más altos permiten un mayor volumen sin que la textura del helado se altere.

³ Fritz T (1989)

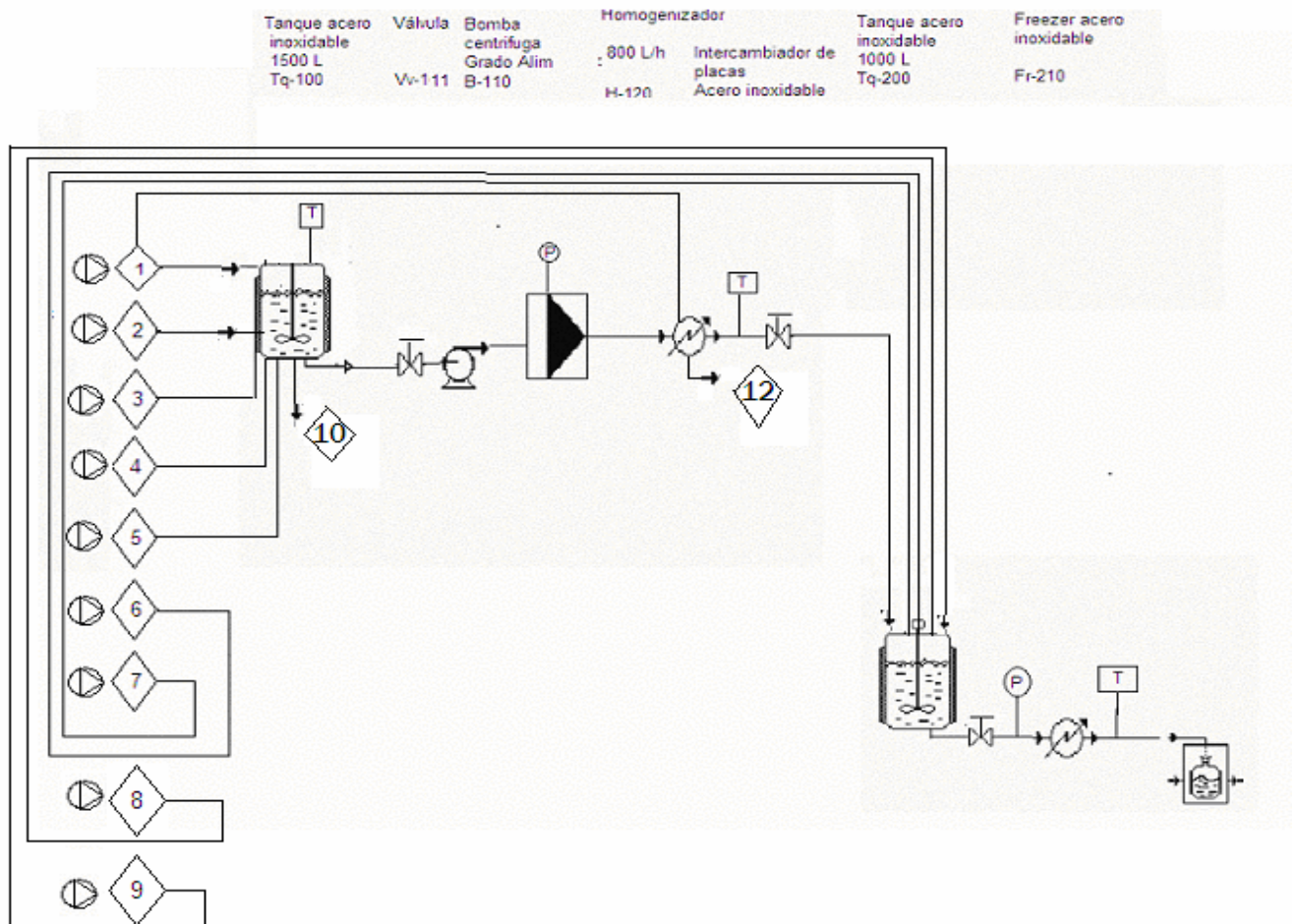
4.2.3 El jarabe de glucosa retrasa la formación de cristales, las fluctuaciones de temperatura y prolongado tiempo de almacenamiento provoca la formación de arenilla.

El **azúcar** añade dulzor y reduce el punto de congelación de la mezcla, de manera que al congelarse no se endurezca. El azúcar empleado puede ser de caña, o bien, dextrosa del jarabe de maíz.

Generalmente los **estabilizantes** son gomas, como gelatina, agar, karaya, goma de algas marinas, pectina, o gomas derivadas de celulosa (tipo carboximetilcelulosa). Los estabilizadores forman geles al ligarse con el agua de la fórmula y de este modo mejoran el cuerpo y la textura del producto y evitan que se derrita rápidamente o pierda agua. Asimismo ayudan a prevenir la formación de cristales de hielo durante la congelación, los cuales le darían al producto una textura áspera.

Los emulsificantes son numerosos y ayudan a dispersar los glóbulos de grasa a través de la mezcla y a impedir que se junten en racimos y salgan en forma de glóbulos de mantequilla durante la operación de congelación y mezcla. También facilitan el batido del producto y lo mantienen con una consistencia seca y firme.

4.3 Proceso de fabricación de helado



Corriente	Descripción
1	Agua
2	Leche en polvo
3	Glucosa
4	Azúcar
5	Estabilizante
6	Crema
7	Saborizante
8	Colorantes
9	Fruta

Figura 4. Diagrama de proceso de elaboración de helado de vainilla.

Las etapas más importantes en la producción del helado de vainilla en Sanborn's Viaducto son las siguientes.

- a) Recepción y almacenamiento de la materia prima
- b) Dosificación de ingredientes
- c) Preparación de mezcla o base para helado
- d) Obtención del helado
- e) Embalaje y maduración.

4.3.1 Recepción y almacenamiento de materia prima

Durante la recepción de la materia prima, particularmente, la leche en polvo se somete a pruebas de solubilidad, ausencia de materia extraña; la crema al ser recibida la primera prueba realizada es la de temperatura, ya que es indicador de la manipulación del producto, se revisa la ausencia de hongos y materia extraña, pruebas de batido. El azúcar es muestreada directamente de los camiones que la transportan, verificando solo la ausencia de materia extraña y que no venga hidratada (formando terrones). Respecto a los aditivos tal como estabilizantes, emulsificantes y colorantes no se les realiza ningún análisis fisicoquímico, ya que el proveedor hace entrega junto con el producto en cuestión un certificado de calidad.

La leche en polvo y el azúcar estándar se reciben en sacos, generalmente siendo de 20 Kg; esta materia prima se traslada al almacén y se mantiene en condiciones de baja humedad. La glucosa, es recibida y almacenada en recipientes con revestimiento plástico, de igual modo esta materia prima se envía al almacén, manteniéndose en lugar fresco.

La crema se recibe en botes plásticos de 20 Kg, este producto tan susceptible se envía inmediatamente al área de Tienda, donde se cuenta con una cámara de refrigeración controlada.

El proveedor de aditivos, proporciona el producto en botes de pequeño volumen que son conservados en lugares frescos libres de humedad.

El cuadro 1 describe las características fisicoquímicas con las que debe cumplir cada una de las materias primas que se emplean en la producción de helado.

Cuadro 1 Especificaciones de materia prima requeridas por la empresa para aceptación de entrada de producto a planta Viaducto

Materia Prima	Característica de calidad	Regulación
Crema butírica	Textura: De gránulos suaves y finos a líquidos, según la temperatura. Temperatura de recepción: 2°C +- 2°C Índice máximo de peróxido: 0.6 meq O ₂ /Kg de crema.	CODEX STAN A-2-1973 NOM-155-SCFI-2003 Leche, formula lactes y productos lácteos
Azúcar refinada	Color: Propio Sabor: Propio Aspecto: Propio Olor: Propio Humedad:0.07%	Sin referencias
Leche en polvo	Grasa: 26 % +- 1.5 Humedad: 4%	NOM-155-SCFI-2003 Leche, formula lactes y productos lácteos
Glucosa	Sulfitos: 20 mg/Kg	CODEX STAN 192-1995
Extracto de vainilla	Entrada Con certificado de calidad	NOM-139-SCFI-1999 Información comercial de extracto de vainilla natural.
Colorantes	Entrada con certificado de calidad	SSA, tomando como guía lineamientos de la FDA "Food and Drug Administration"

4.3.2 Dosificación de los ingredientes.

Todos los productos son trasladados de sus respectivas áreas de almacenamiento al área de proceso de helados, donde; la leche en polvo, azúcar, estabilizante, colorante, glucosa, emulsificante, son pesados manualmente.

4.3.3 Preparación de la base para helado

Ya en el área de proceso, el equipo debe estar perfectamente limpio y sanitizado para que, en el tanque de mezclado se adicione la siguiente proporción los ingredientes para elaborar la base para helado: Agua en 65%, grasa butírica en 8%, leche en polvo en 7%, Azúcar en 14%, glucosa en 5%, estabilizante y aditivos en 1%. Todos los ingredientes mencionados están en base al 100% de la formulación. Esta base debe mezclarse durante 10 min con precalentamiento, donde, en el mismo tanque se eleva la temperatura hasta alcanzar los 75°C manteniéndola 30 minutos sin cesar la agitación; posteriormente la base para helado es trasladada a un homogenizador que trabaja con una presión de 1700 lb, se bombea la base a un intercambiador de placas por el cual se hace el choque térmico bajando la temperatura de 75°C hasta 15° C.

4.3.4 Helado

La base se transfiere a un tanque de balance o formulación en el que se adiciona pulpa de fruta, colorantes y saborizantes, en esta etapa, la base para helado debe mantenerse a 10°C con agitación constante ya que de aquí partirá al freezer donde, se inyectará aire, se bajará la temperatura hasta -4°C. El túnel de congelación, congela la mezcla con amoníaco, se envasa en la presentación de cuñete, litro o bien como rollo helado.

4.3.5 Embalaje y maduración

El producto es etiquetado con el número de lote y fecha de caducidad, así mismo con una etiqueta de color que corresponde a cada mes del año, con el fin de mantener el control de rotación del producto. Se paletiza y envía a maduración en una cámara de congelación que debe estar a -22°C durante 8 meses.

5 Control estadístico de proceso

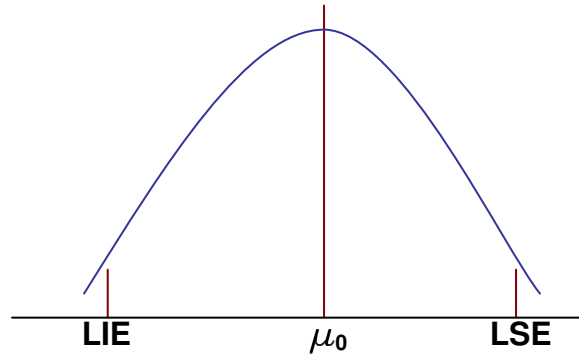
Cuando se utilizan gráficos de control de variables, hay dos medidas importantes: la tendencia central y la dispersión. En una aplicación, por lo general es necesario asegurarse de que la dispersión está dentro de control, antes de analizar la tendencia central. La dispersión se controla con la gráfica del intervalo o recorrido (R) o con la gráfica de la desviación estándar (S). La tendencia central se puede controlar con la gráfica de la media (X).

Antes de analizar la tendencia central, es necesario asegurarse de que la media del proceso y que la dispersión del proceso estén dentro de control. Los procesos tienen especificaciones dentro de las cuales deben operar. Por lo general, hay un límite superior especificado (LSE) y un límite inferior especificado (LIE). Una fracción especificada del producto puede caer fuera de los límites especificados. Esto es tolerable si está dentro de una cantidad determinada. La figura 5a muestra la operación de un proceso dentro de control, ya que es tolerable la cantidad de producción que está fuera de los límites que están especificados.

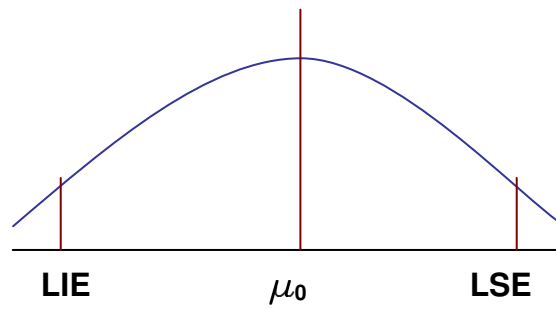
La tendencia central se describe por μ_0 y la desviación estándar por σ_0 . Si la desviación estándar del proceso, una medida de dispersión, aumenta ($\sigma_1 > \sigma_0$) sin que haya cambio en la tendencia central, puede resultar inaceptable la fracción de producto que cae fuera de los límites especificados. En la figura 5b se muestra el resultado. Si se utilizara desde el principio una gráfica X, no se detectaría el problema.

La otra posibilidad se presenta cuando hay un cambio en la media del proceso ($\mu_1 < \mu_0$ o $\mu_1 > \mu_0$) sin que haya cambio en la desviación estándar, como se presenta en la figura 5c. Aunque este cambio no se detecte en la gráfica R o S, se detectaría en la gráfica X.

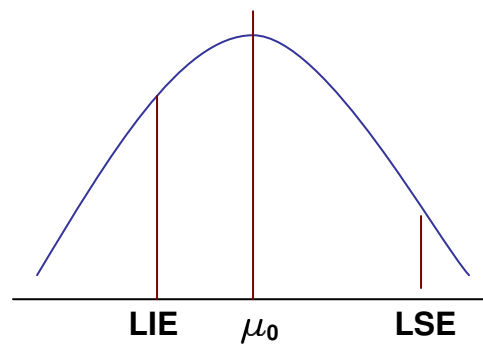
Las gráficas R y S tienen el mismo propósito: controlar la dispersión. La gráfica R se basa en el intervalo o recorrido de los valores de la muestra, es decir, la diferencia entre la observación más grande y la más pequeña. Esta medición se compara con S, la cual es la raíz cuadrada de la varianza muestral.



a) Distribucion normal de un proceso



b) Distribucion variable de un proceso



c) Distribucion disconforme

Figura 5. Tipos de de distribución estadística.⁴

⁴ Banks. J. (1998)

6 Metodología

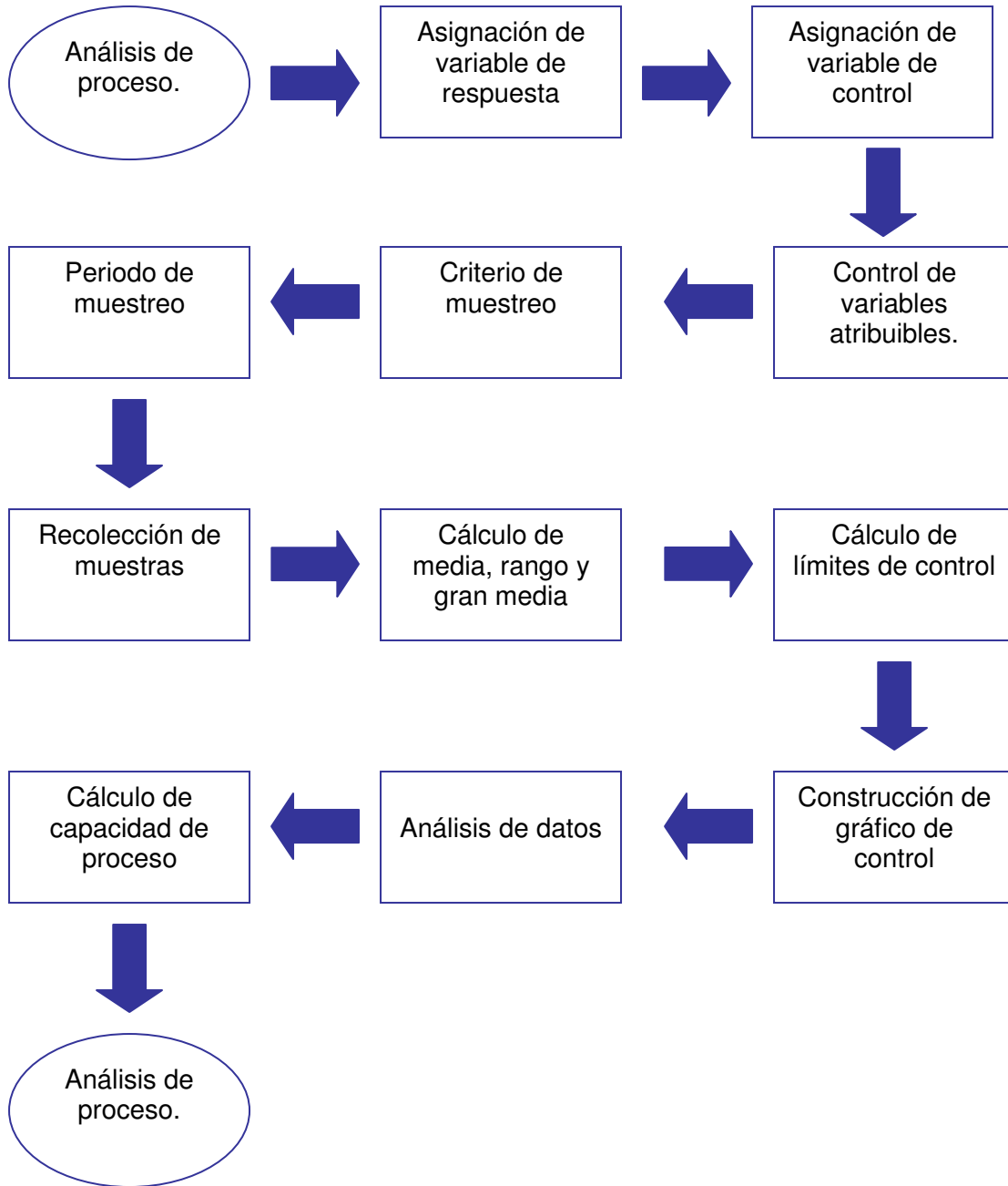


Figura 6 . Metodología general para la implementación de gráficos de control

7 Desarrollo

7.1 Análisis del proceso

Basados en la figura, se hizo un análisis completo del flujo de información, de los datos obtenidos, se detectó que en el punto final del proceso, etapa de envasado, existía gran variación en el peso final del producto.

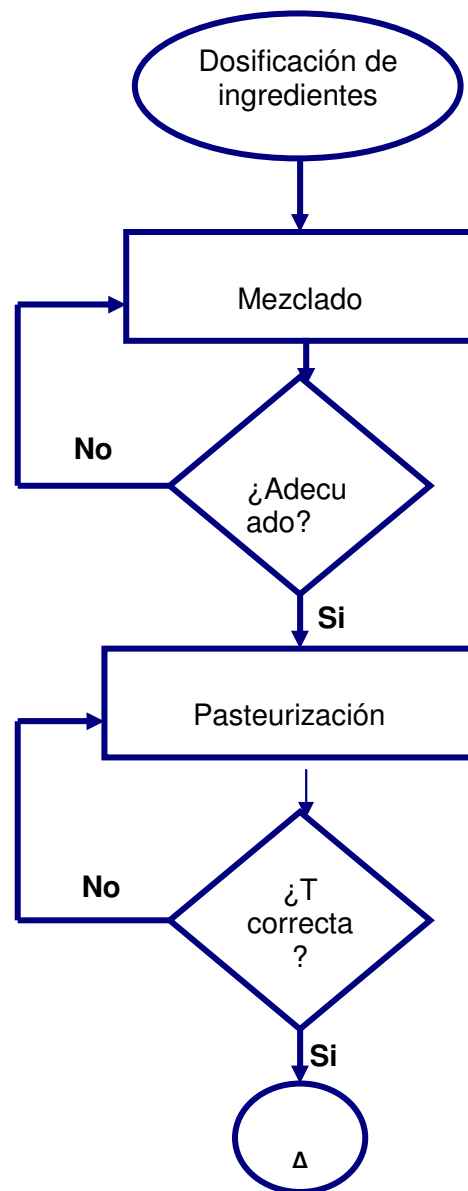
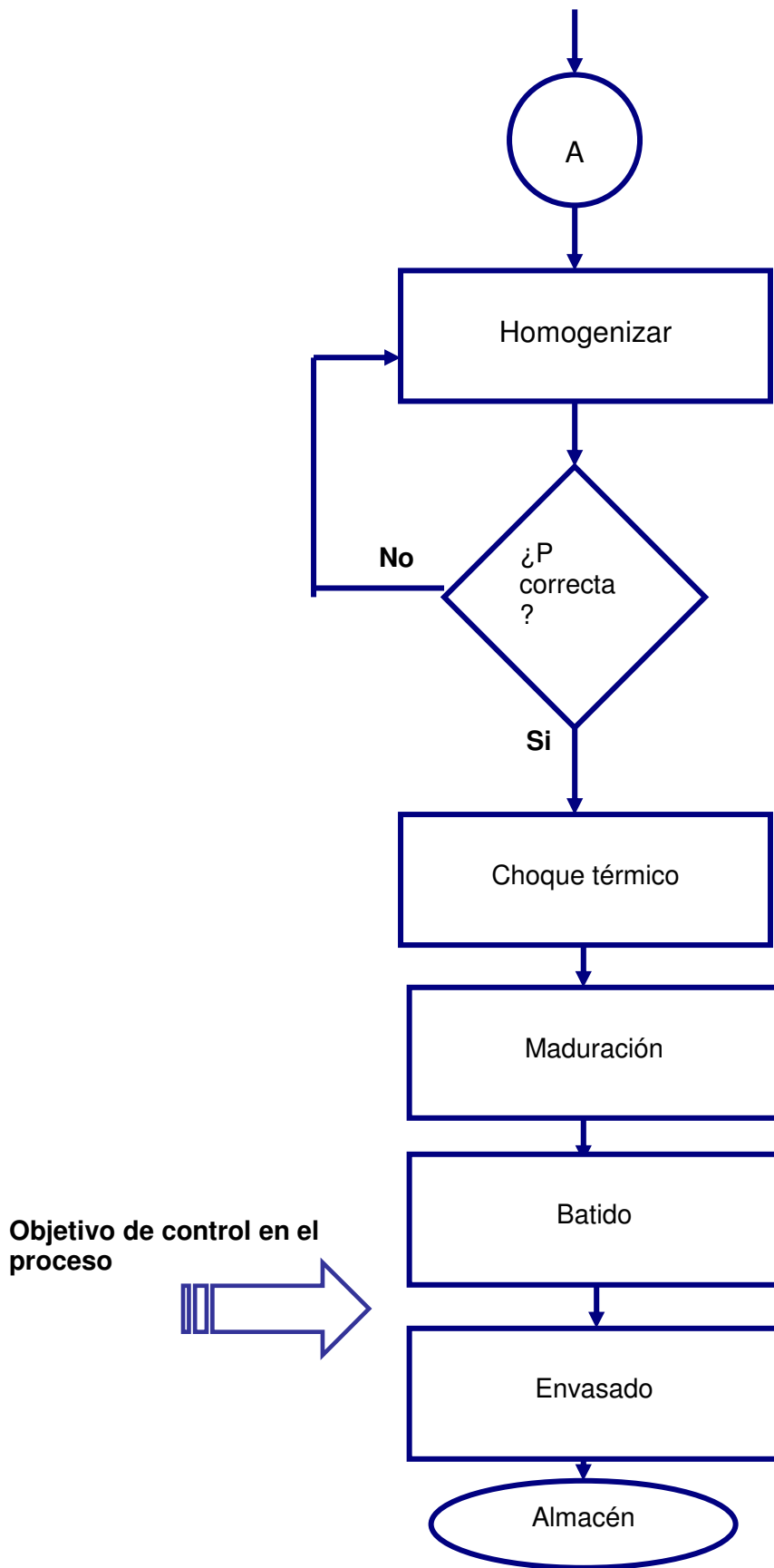


Figura 7. Diagrama de flujo de proceso de elaboración de helado de vainilla



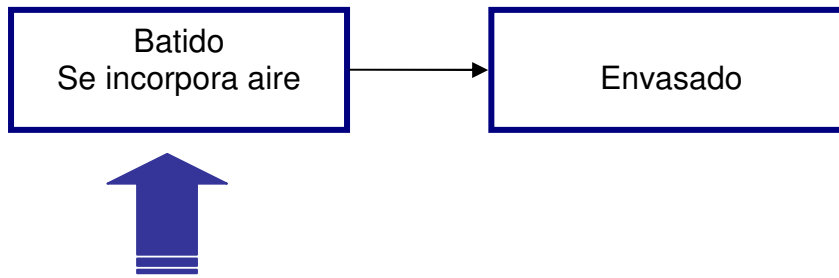


Figura 8. Punto clave de control en el proceso de helados

Nota: La incorporación de aire, define el peso real del producto.

7.2 Asignación de la variable de respuesta.

La variable de respuesta que se midió fue la variable peso, que indudablemente observó comportamiento inestable. El hecho de utilizar esta variable como indicador de calidad, es que, según las normas que nos rigen, si se distribuye el producto con un contenido menor al declarado en la etiqueta habrían problemas de carácter normativo; por otro lado, a la compañía no le es rentable distribuir más producto del que declara en la etiqueta, hay pérdidas y aumento de los costos totales de producción.

7.3 Asignación de la variable de control

Para identificar la variable de control, se hizo un análisis 5 H + 1 W mostrado en el cuadro 4, además de observaciones periódicas del comportamiento del proceso.

7.4 Control de variables atribuibles o asignables

Habiendo analizado el proceso completo mediante un mapeo de proceso, se controlarán todas las variables atribuibles o asignables con el objetivo de lograr que la recolección de las muestras sea lo más homogénea. Decidiendo que:

7.5 Criterio de muestreo

El criterio de muestreo esta asociado a las politicas de la empresa y a las especificaciones de peso que marca la norma NOM-002-SCFI-1993 Productos preenvasados-contenido neto, tolerancias y métodos de verificación.

7.6 Toma de muestras

Las muestras recolectadas corresponden a 4 meses normales de producción, dividiéndolo de la siguiente forma: Los 3 primeros meses del año 2006 (Enero, Febrero y Marzo), el cuarto mes fue el mes de Julio. (Ver cuadro 4)

Las muestras obtenidas se registrarón en el formato de validación de proceso **F1H**, de forma ordenada según se tomò cada muestra, registrándo el comportamiento de todo el proceso para asegurar que las condiciones de producción fuerón estándares.

7.7 Càlculo de valor de la media (X) y rango (R)

Se calculó el valor promedio y la amplitud de la muestra mediante las siguientes formulas.

Para la media

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Para el rango

$$R = X_{\max} - X_{\min} \dots\dots\dots (2)$$

Donde;

X max: Valor mas alto de los datos

X min: Valor mas bajo de los datos

7.8 Cálculo de los límites de control

Basados en el hecho de que se tiene datos continuos con tamaño de muestra $n=6$, el cuadro 2 sugiere que la fórmula para calcular los límites de control inferior y superior es :

$$LCS_x = \bar{X} + A_2 R \quad \dots\dots\dots (3)$$

Donde :

A_2 es especificada a pie del cuadro 2 para $n=6$
y tipo de gráfico $\bar{X} - R$.

\bar{X} es la gran media y R el rango promedio.

$$LCI_x = \bar{X} - A_2 R \quad \dots\dots\dots (4)$$

Cuadro 2 .Fòrmulas y constantes empleadas para calcular Limites de control conmuestras de datos continuos

Tipo de tabla de Control	Tamaño de muestra n	Linea central	Limites de control
Promedio y Rango	< 10 pero usualmente de 3 a 5	$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$	$LCS_X = \bar{X} + A_2 R$ $LCL_X = \bar{X} - A_2 R$
\bar{X} y R		$R = \frac{\sum R}{n}$	$LCS_R = D_4 R$ $LCL_R = D_3 R$
Desviación Estàndar y Promedio	Usualmente ≥ 10	$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$	$LCS_X = \bar{X} + A_2 s$ $LCL_X = \bar{X} - A_2 s$
\bar{X} y s		$s = \frac{\sum s}{n}$	$LCS_s = B_4 s$ $LCL_s = B_3 s$
Mediana y Rango	< 10 pero usualmente de 3 a 5	$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$	$LCS_X = \bar{X} + A_2 R^{**}$ $LCL_X = \bar{X} - A_2 R^{**}$
\bar{X} y R		$R = \frac{\sum R}{n}$	$LCS_R = D_4 R$ $LCL_R = D_3 R$
Rango movil e individual	1	$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$	$LCS_X = \bar{X} + E_2 R_m$ $LCL_X = \bar{X} - E_2 R_m$
X y R_m		$R_m = (X_{i+1} - X_i)$ $R_m = \frac{\sum R}{n-1}$	$LCS_{R_m} = D_4 R_m$ $LCL_{R_m} = D_3 R_m$

* Para el caso de medias y rangos, los valores de $A_2 = 0.5577$, $D_4 = 2.114$ para $n=6$

** El dato de x hace referencia a la mediana de la muestra, no a la media

7.9 Contrucción del gráfico de control

Con ayuda del programa “Inspector” **Cartas de control**, se creó el gráfico de control tipo X- R, introduciendo los datos obtenidos de las muestras registradas en el formato de validación del proceso FH1. De igual forma fue necesario introducir el valor de los límites de control calculados en el apartado anterior(7.8)

7. 10 Càlculo de capacidad de proceso

Este calculo se realizó con el programa Inspector cartas de control, se utilizarón los límites de especificación, estos límites provienen de la Norma Oficial Mexina **NOM-002-SCFI-1993** Productos preenvasados-contenido neto, tolerancias y métodos de verificación.

8 Resultados

Del muestreo

Basados en la NOM-002-SCFI-1993 Productos preenvasados-contenido neto, tolerancias y métodos de verificación, en el rubro 7, Procedimientos; apartado 7.5.1.2 Masa, No destructivo, especifica que: El muestreo debe ser aleatorio y, tomar muestra por duplicado.

Cuadro 3. Recogida de muestras recomendadas asociadas al tamaño de lote según NOM.

De la variable de control

Tamaño del lote	Muestra de prueba
150-500	5-13
501-1200	20
1201-10000	32
10001-35000	50
35001-500000	80

Fuente. NOM-002-SCFI-1993

La variable de control asignada fue la presión de entarada de aire a la mezcla para helado de vainilla. Esta variable modifica las características finales de peso y densidad, si bien, son características correlacionadas estrechamente. (Ver Figura 7 y 8).

Analisis 5 H + 1 W

Cuadro 4 Análisis de datos para establecer la variable de control de proceso

5 H'S 1 W	Descripción
What?	El peso final del helado es variable
When?	Cuando se incorpora aire a la mezcla (batido)
Where?	En el freezer
Who?	Operador 1 y 2
Which?	Ambos
How?	El operador no logra controlar la cantidad de aire incorporada a la mezcla ya que los indicadores de inyección de aire no funcionan.

Control de variables atribuibles

- 1.- La dosificación de materias primas sea en orden según el manual de procedimientos del área de helados.
- 2.- Los datos fueròn recolectados solo durante el primer turno, siendo el operador A el encargado de mantener bajo control las condiciones de operación durante toda la producción del lote.
- 3.- Se Hizo Check list del equipo antes de cada arranque de línea, el encargado del rocedimiento fue personal de Mantenimiento.
- 4.- La persona de pesar y dosificar los ingredientes fue el operador A.

Los resultados obtenidos durante la puesta en marcha del control estadístico de proceso arrojaron los siguientes datos:

Cuadro 5. Información de muestreo de helado en el periodo Enero 06 - Julio 06.

#	Lectura	Fecha	Hora	Operador	Lote
1	5524.000000	6/01/2006	11:30	Arturo T.	000616
2	5507.000000	13/01/2006	11:30	Arturo T.	001316
3	5479.000000	20/01/2006	11:30	Arturo T.	002016
4	5507.000000	27/01/2006	11:30	Arturo T.	002716
5	5502.000000	3/02/2006	11:30	Arturo T.	000326
6	5490.000000	10/02/2006	11:30	Arturo T.	001026
7	5499.000000	17/02/2006	11:30	Arturo T.	001726
8	5491.000000	24/02/2006	11:30	Arturo T.	002426
9	5502.000000	3/03/2006	11:30	Arturo T.	000336
10	5492.000000	10/03/2006	11:30	Arturo T.	001036
11	5466.000000	17/03/2006	11:30	Arturo T.	001736
12	5488.000000	24/03/2006	11:30	Arturo T.	002436
13	5495.000000	7/07/2006	11:30	Arturo T.	000776
14	5502.000000	14/07/2006	11:30	Arturo T.	001476
15	5500.000000	21/07/2006	11:30	Arturo T.	002176
16	5549.000000	28/07/2006	11:30	Arturo T.	002876

Cuadro 6 .- Resultados estadísticos del proceso de helado línea vainilla, obtenidos para contruir el gráfico de control.

Información estadística	
media:	5499.562500
sigma:	18.431743
sesgo:	0.947972
curtosis:	1.817688
<hr/>	
Datos:	16
Mínimo:	5466.000000
Máximo:	5549.000000
Rango:	83.000000
X-3s:	5444.267270
X-4s:	5425.835526
X-5s:	5407.403783
X-6s:	5388.972039
X+3s:	5554.857730
X+4s:	5573.289474
X+5s:	5591.721217
X+6s:	5610.152961

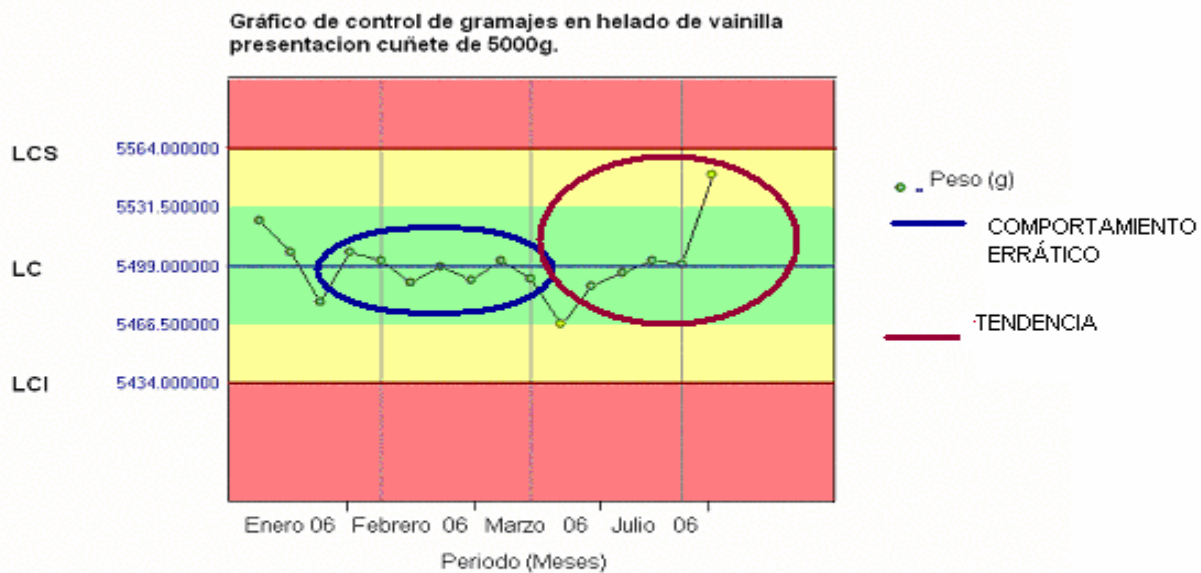


Figura 9. Gráfico de control de peso final en helado de vainilla.

De los límites de especificación para el cálculo de capacidad de proceso

El criterio de peso limite esta basado en la NOM-002-SCFI-1993, Rubro 5 Tolerancias; apartado 5.2.7” Productos que durante su proceso requieran incorporación de aire en su llenado (helados, sorbetes, etc)”. Este apartado maneja el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Tolerancia de contenidos en envasado

Contenido neto declarado en g o mL	Tolerancia
Hasta 50	11 %
50 hasta 100	5.5 g o mL
100 hasta 200	5.5 %
200 hasta 300	11 g o mL
300 hasta 500	3.7%
500 hasta 1000	18.5 g o mL
1000 hasta 10000	1.85 %
10000 hasta 15000	185 g o mL
Mas de 15000	1.2 %

Fuente. NOM-002-SCFI-1993

Para obtener los limites de especificación, se aplico al valor promedio de las muestras (valor central) el 1.85% arriba y abajo del valor central, de lo cual surge que :

$$LIE = 5400 \text{ g}$$

$$LSE = 5600 \text{ g}$$

Cuadro 8. Determinación de la capacidad de proceso de helado de vainilla

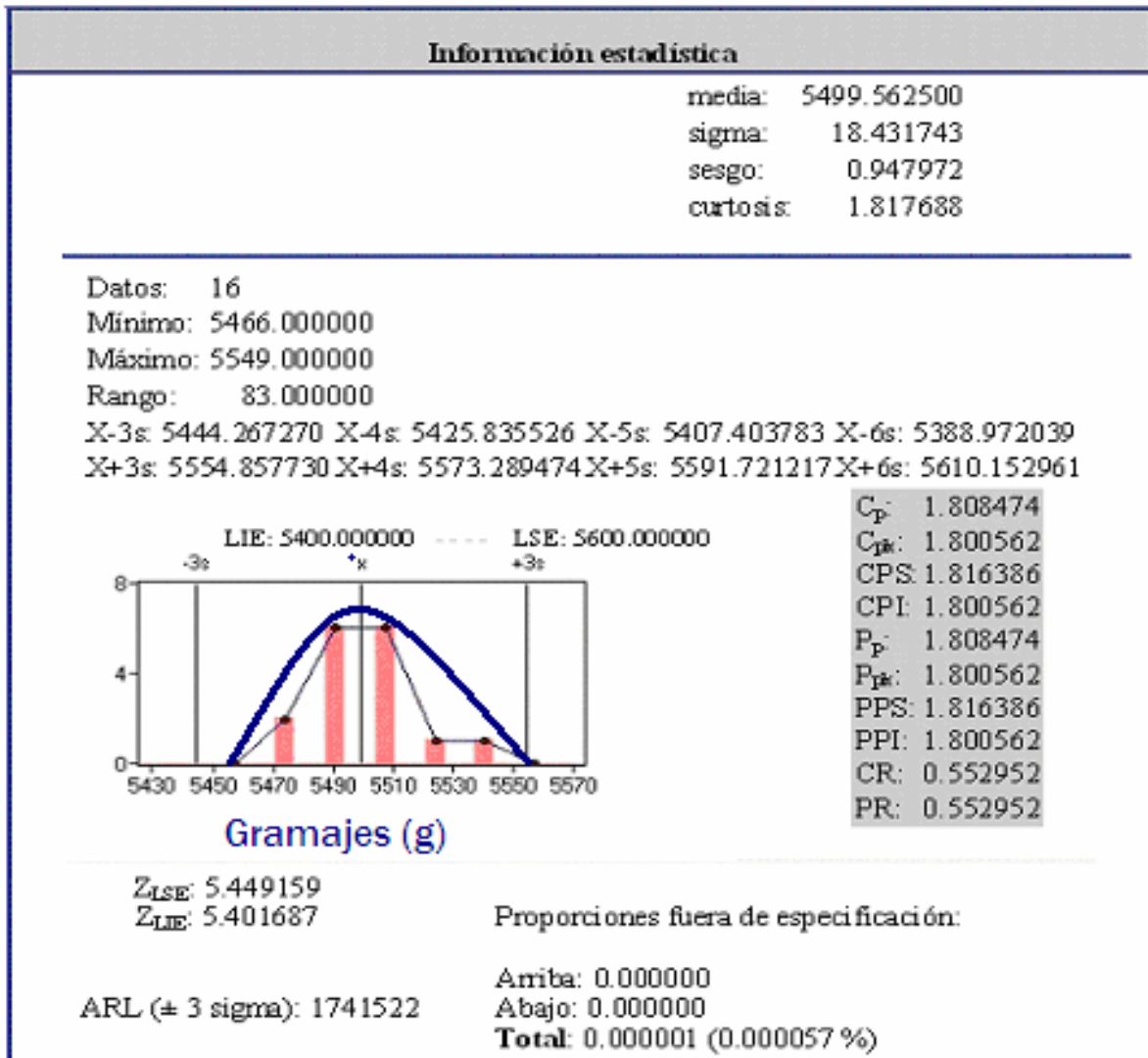


Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa)

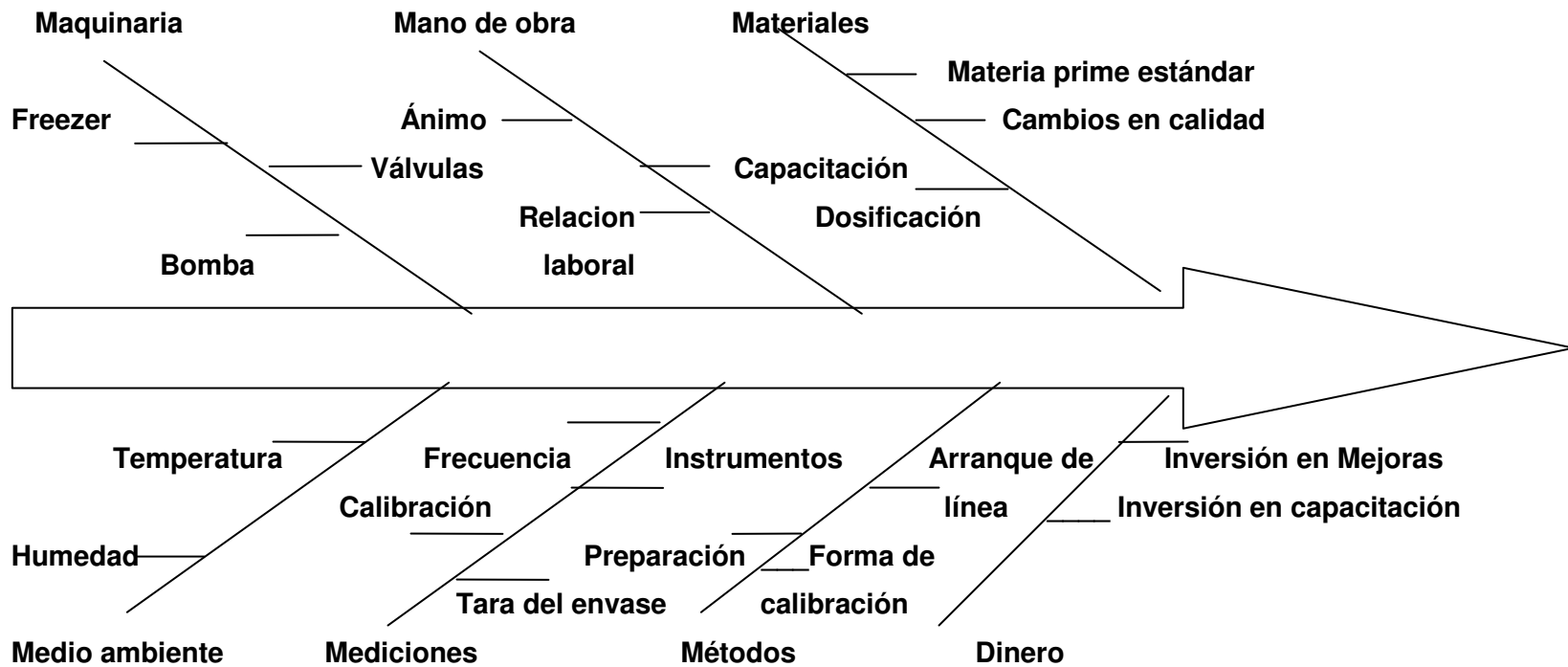


Figura 10. Diagrama de Ishikawa para encontrar las causas de variación en el peso final del helado de vainilla.

9 Análisis de resultados.

Partiendo de la primer etapa en la implementación del Control estadístico de Proceso, detección de puntos de control, se obtuvo que el principal problema en la producción de helado de vainilla es la cantidad de aire que se incorpora a la mezcla o base , provocando así, que el peso final del producto no sea uniforme, Cuando se crea una espuma, debe haber un equilibrio entre la incorporación de aire y el material graso-proteico, si a la mezcla de helado se le incorpora mas aire de lo establecido, perderá la estabilidad y cuando el consumidor haya adquirido este producto encontrará que el helado ha perdido volumen. A lo anterior, es importante asociar o correlacionar que, la variable de control que más impacto reflejó en el proceso, asociada al peso final del producto fue la presión de aire inyectada a la mezcla, que es el indicador de la cantidad de aire incorporado.

Hablando del muestreo, la cantidad de muestras recolectadas fueron las suficientes para obtener datos fidedignos el cuadro 3 sugiere el tamaño de muestra, evitando uno de los errores comúnmente cometidos por las organizaciones, la “sobreinspección”.

El punto clave de todo este trabajo se enfoca a los datos estadísticos obtenidos tras la construcción del gráfico de control, en principio, los límites de control bajo los que operó el proceso están establecidos respecto a niveles de 3σ , por lo que se espera tener un 99.70% de cuñetes de helado que cumplan con las características de calidad (peso). El cuadro 8 muestra una curva real del proceso, revelando que hay un ligero sesgo de los datos hacia la izquierda, lo que indica que se estuvo trabajando cerca del LCI, es comprobable el comportamiento, ya que en la Figura 9, el 43.75% de los puntos están del lado del LCI, mientras que el 25% de ellos están del lado del LCS, y tan solo el 31.25% caen en la línea central. Se mencionó antes que hay un punto crítico en el proceso, mostrado en la figura 7 y 8, la incorporación de aire a la base para helado logra definir el peso final del producto; durante la puesta en marcha del CEP, hubo un problema, los controladores de inyección de aire y su instrumental fallaron, por lo que fue necesario controlar de forma manual el equipo, indicando al operario cada vez que se incurría en una no conformidad en los pesos. Fuera de esta problema y de la búsqueda a solución, la capacidad de proceso calculada fue mayor que la teórica, siendo CP teórica 1.33 y la CP calculada=1.8 , superando por mucho las expectativas, este indicador provee de información importante, ya que si se logra mantener y en su caso mejorar las condiciones óptimas de operación de toda la maquinaria, el nivel de desempeño de los trabajadores y la calidad de la materia prima se podría pasar a un nivel de madurez mayor al que en estos momentos se encuentra la organización. Sin embargo ,según el análisis realizado al proceso con ayuda de CEP, el proceso esta fuera de control estadístico siendo evidente en la figura 9 “Gráfico de

control"; éste muestra comportamiento errático, aún que esté dentro de los límites de control, atribuyendo causas especiales tal como; inexperiencia de operarios en el control del freezer. Es evidente también que hay una tendencia en el grafico durante el mes de Julio, cuando se hace evidente la tendencia en un grafico de control, Dale H (1994) sugiere que es debida a los operarios en gran parte, ya que cuando se ven alejados de los limites de control hacen todo lo posible por recuperar el curso normal que debe seguir el grafico haciendo así ajustes innecesarios en la maquinaria o bien en el producto.

Respecto al cálculo de los límites de especificación, se detectó que muestran mayor holgura respecto a los límites de control planteados por la empresa, haciendo visible que la capacidad del proceso se incrementa ya que los limites se abren mas, en el caso contrario, si se deseara emplear los limites de control como limites de especificación el proceso no tendría la capacidad para producir helados con el grado de calidad que el cliente demanda

10 Conclusiones

La etapa mas importante identificada en la línea de vainilla es la etapa de batido e incorporación de aire, en la que se obtiene una mezcla homogénea de aire-base congelada con sabor y consistencia característica.

Las variables de operación identificadas y mas importantes en el proceso son: El flujo de aire que se incorpora a la base para helado y la presión de entrada de este mismo.

Los limites de control recomendados según el análisis de proceso y las políticas de la empresa son los siguientes: LCS= 5564 g, el LCI= 5434 g, con valor central en 5499.56 g. A estos valores logra operar el equipo de modo eficiente sin incurrir en no conformidades.

El proceso esta bajo control, dentro de los límites, pero no bajo control estadístico.

Según el análisis de capacidad de proceso, El proceso tiene capacidad para cumplir con las especificaciones de los clientes internos y externos siempre y cuando se mantenga bien capacitado al personal, la maquinaria y equipos de medición calibrados y la materia prima estandarizada.

11 Aportaciones

La mayor y más importante aportación a Sanborn Hermanos S.A de C.V fue la implementación del control estadístico de proceso, pero cabe destacar que no solo me desarrollé en esta área, también en el área de cárnicos y en menor magnitud en pastelería.

Cárnicos es un área que puede ser controlada fácilmente, a pesar de manejar alimentos perecederos; si bien, es necesario rediseñar los programas de lavado y desinfección de áreas de corte, ya que la técnica actual es muy general, el tipo de cortes y carnes que se manipulan difieren en la carga y tipo de suciedad, como ejemplo, cuando un tablajero esta procesando Migñón la cantidad de grasa incrustada en la mesa de corte será mayor que la mesa de un tablajero que este procesando solo filete, que es una pieza casi magra.

El control de temperaturas de las áreas de recepción, proceso y almacenamiento de la carne, deben mantenerse estables lo mas posible ya que de no ser así se desencadenan reacciones bioquímicas que *per se* provocarán la disminución de su vida de anaquel, haciendo inevitable las pérdidas económicas a la empresa y mala imagen ante los consumidores. El control de temperaturas se logra mediante el mantenimiento preventivo de los difusores y la calibración de los instrumentos de medición (Termómetros), manteniendo la cadena de frío, es decir, no rompiendo el ciclo de enfriamiento por dejar las puertas del área completamente abiertas durante periodos prolongados. Además del problema de descomposición del producto, es importante hacer hincapié en que el gasto en servicios auxiliares será excesivo si no se siguen estas reglas tan sencillas. La concientización del personal sobre la importancia de la administración de sus recursos y sus áreas de trabajo hará que la productividad se mejore.

12 Bibliografía

- 1.- Banks J. (1998), "Control de calidad" Colección la microempresa, 1ª edición, Ed. Noriega-Limusa, México D.F., pp 650.
- 2.-NOM-036-SSA1-1993, Bienes y servicios. Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados, especificaciones sanitarias.
- 3.- Potter, N. 1971, Tecnología de alimentos, EDUTEX, Zaragoza España, pp 134
- 4.- Medellín, H. 1987, *La importancia de los aditivos estabilizantes y emulsionantes en una base para helado*, "Lácteos Mexicanos", Volumen 2 , No. 7 Junio-Julio, pp. 3-6.
- 5.- www.sanborns.com.mx
- 6.- Madrid.A. (1996), Curso de industrias lácteas, AMV ediciones, 1ª edición, Madrid España, pp 245.
- 7.- Madrid A. (1991) "Manual d industrias alimentarias" Capítulo VII Helados. definición y elaboración, 3ª edición, Acribia, Zaragoza España, pp 169-226.
- 8.- Ibarz A. (2005), "Operaciones unitarias en la industria de alimentos", Capitulo 17, Ed. Mundi-Prensa, pp 547-581.
- 9.- Marshall R.T.,(1999) "Ice cream", Ed Chapman and Hall, pp 347.
- 10.- Forsythe. S, Hayes P (1999)"Higiene de los alimentos" 2a edición, Acribia, Zaragoza España, pp. 592.
- 11.- Lawson J., Madrigal J., Erjavec J., (1992), Estrategias experimentales para el mejoramiento de la calidad en la industrial, Ed Grupo Ed. Iberoamérica, México DF, pp. 378.
- 12.- Fritz, T. 1989, Fabricación de Helados, Acribia, Zaragoza España, pp 303.
- 13.-NOM-002-SCFI-1993, Productos preenvasados-contenido neto, tolerancias y métodos de verificación.
- 14.- NOM-008-2002, Sistema general de unidades de medida.
- 15.- CODEX ALIMENTARIUS, Sección IV "Proyecto del establecimiento e instalaciones de plantas alimentarias".
- 16.- Dale H. Besterfield (1994), Control de calidad, 4ª Edición, Ed Prentice Hall, México.
- 17.- http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_01/helados.pdf
- 18.- Casadesus Fà M, Heràs Iñaki. (2005) "Calidad Practica, una guía para no perderse en el mundo de la calidad", Prentice Hall , 1ª edición, Zaragoza España, pp 282.