



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

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CONTROL DE  
PESO PARA LA LÍNEA DE ROLES DE CANELA, PARA  
REDUCIR EL IMPACTO ECONÓMICO QUE REPRESENTA A  
BIMBO DE CENTROAMÉRICA, EL CUMPLIMIENTO DE  
ESPECIFICACIONES EN LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO**

**Luisa Marleny Yat Benavente**  
**Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez**

**Guatemala, noviembre de 2008.**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CONTROL DE PESO PARA LA  
LÍNEA DE ROLES DE CANELA, PARA REDUCIR EL IMPACTO  
ECONÓMICO QUE REPRESENTA A BIMBO DE CENTROAMÉRICA, EL  
CUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES EN LA ELABORACIÓN DEL  
PRODUCTO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**LUISA MARLENY YAT BENAVENTE**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA MECÁNICA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay
EXAMINADOR	Ing. Mynor Armando Dardón
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CONTROL DE PESO PARA LA  
LÍNEA DE ROLES DE CANELA, PARA REDUCIR EL IMPACTO  
ECONÓMICO QUE REPRESENTA A BIMBO DE CENTROAMÉRICA, EL  
CUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES EN LA ELABORACIÓN DEL  
PRODUCTO,**

tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 9 de abril de 2008.

  
Luisa Marieny Yat Benavente

Guatemala 26 Septiembre de 2007.

Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera  
Director  
Escuela de Mecánica Industrial

Respetable Ingeniero Gómez:

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CONTROL DE PESO PARA LA LÍNEA DE ROLES DE CANELA PARA REDUCIR EL IMPACTO ECONÓMICO QUE REPRESENTA A BIMBO DE CENTROAMÉRICA EL CUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES EN LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO**, elaborado por la estudiante Luisa Marleny Yat Benavente.

Dicho trabajo llena los requisitos para dar mi aprobación, e indicarle que el autor y mi persona somos responsables por el contenido y conclusiones del mismo.

Atentamente

*Carlos Humberto Pérez Rodríguez*  
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL  
Colegiado 3071

---

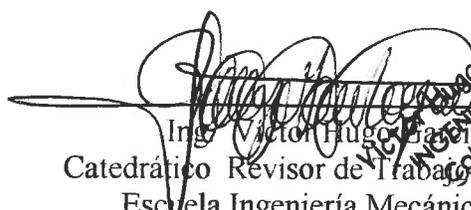
Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

ASESOR



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CONTROL DE PESO PARA LA LÍNEA DE ROLES DE CANELA PARA REDUCIR EL IMPACTO ECONÓMICO QUE REPRESENTA A BIMBO DE CENTROAMÉRICA EL CUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES EN LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO**, presentado por la estudiante universitaria **Luisa Marleny Yat Benavente**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. **Victor Hugo Basera Roque**  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

*Victor Hugo Basera Roque*  
*INGENIERO INDUSTRIAL*  
*No. 5133*

Guatemala, noviembre de 2008.

/mgp



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CONTROL DE PESO PARA LA LÍNEA DE ROLES DE CANELA, PARA REDUCIR EL IMPACTO ECONÓMICO QUE REPRESENTA A BIMBO DE CENTROAMÉRICA, EL CUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES EN LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO**, presentado por la estudiante universitaria **Luisa Marleny Yat Benavente**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR  
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2008.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CONTROL DE PESO PARA LA LÍNEA DE ROLES DE CANELA, PARA REDUCIR EL IMPACTO ECONÓMICO QUE REPRESENTA A BIMBO DE CENTROAMÉRICA, EL CUMPLIMIENTO DE ESPECIFICACIONES EN EL ELABORACIÓN DEL PRODUCTO,** presentado por la estudiante universitaria **Luisa Marleny Yat Benavente,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, noviembre de 2008.



/gdech

## **AGRADECIMIENTOS A**

DIOS, por ser la luz que me ha dado la sabiduría, perseverancia y conocimientos necesarios para poder alcanzar esta meta.

La universidad de San Carlos de Guatemala, mi casa de estudios.

El ingeniero Carlos Humberto Pérez Rodríguez, por su asesoría en la elaboración de este trabajo.

La industria panificadora Bimbo de Guatemala, por permitirme llevar a cabo la realización del proyecto de roles de canela, agradezco la colaboración y buena actitud brindada por todo el personal.

Departamento de Mantenimiento de Bimbo, por su gran apoyo, excelentes conocimientos y entera colaboración, en especial al Ing. Leonel Morales, Ing. José Antonio Luna, Ing. Juan José Vásquez, Ing. Rafael Molina, Eduardo Utzen, Rafael Apen y Alejandro Ovalle.

Departamento de Producción y Calidad de Bimbo, en especial a Guayo, Mario, Emmanuel, Osman, José Luis, Nelson, David, Lucio, y Eddy, gracias por su buena disposición y colaboración.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Mis padres: Glenda Marlen Benavente  
Luis Alberto Yat Herrera.  
Por todo el amor, apoyo incondicional, aliento y ánimo en los momentos difíciles, porque siempre han estado allí, esta meta es de ustedes, los amo a los dos.
- Mi sobrina: Valerita.  
El angelito bello que Dios mandó para alegrar mis momentos de angustia y desesperación, gracias mi princesa por tus risas y cariñitos, te amo.
- Mis abuelitos: María Delia y José Hidalgo.  
Son el ejemplo más grande, en todos los aspectos de la vida, para cada uno de todos los miembros de nuestra gran familia. Gracias por sus grandes y sabios consejos a lo largo de toda mi vida. Los quiero mucho abue y abuelito.
- Mi hermana: Alejandra.  
Con tus consejos y fuerza para poder superar los obstáculos encontrados en el camino, gracias por tu apoyo. Eres mi ejemplo profesional a seguir, te quiero mucho hermanita.
- Mi cuñado: Julio César.  
Gracias por los alientos brindados en los momentos difíciles. Una gran persona.

Mis tíos: Cynthia, Hilda, Hialmar, Herberth y Werner.  
Por su gran apoyo, que en algún momento del camino, me abrieron las puertas de sus hogares y me ayudaron a seguir adelante.

Mis primos: Rodrigo, Nátalie, Darío, Daniela, Javier, Diego, Andrea, Josué, Danilo y Marcela; por la alegría de su niñez, los quiero mucho.

Luis Godoy Quien supo estar en todos esos momentos difíciles, dándome el apoyo y aliento que siempre necesité, ayudándome a seguir adelante, hasta alcanzar mi meta.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>XIII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XV</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XVII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXI</b>
<b>1. ANTECEDENTES GENERALES.....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción de la empresa.....	1
1.1.1. Ubicación.....	2
1.1.2. Historia.....	3
1.1.3. Visión.....	3
1.1.4. Misión.....	3
1.1.5. Valores.....	3
1.1.6. Organización.....	4
1.2. Descripción del problema.....	4
1.3. Definiciones básicas.....	5
1.3.1. Estadística.....	5
1.3.1.1. Estadística descriptiva.....	5
1.3.1.2. Estadística inferencial.....	5
1.3.1.3. Población.....	5
1.3.1.4. Muestra.....	5
1.3.1.5. Parámetro.....	5
1.3.1.6. Datos.....	5
1.3.1.7. Error de muestreo.....	6
1.3.2. Medidas de tendencia central.....	6
1.3.2.1. Media aritmética.....	6

1.3.2.2.	Mediana.....	6
1.3.2.3.	Moda.....	6
1.3.2.4.	Valor central de clase.....	7
1.3.3.	Medidas de dispersión.....	7
1.3.3.1.	Rango.....	7
1.3.3.2.	Desviación estándar.....	7
1.3.3.3.	Varianza.....	8
1.3.3.4.	Coeficiente de variación.....	8
1.3.3.5.	Correlación lineal.....	8
1.3.4.	Probabilidad.....	8
1.3.4.1.	Distribución normal.....	8
1.3.4.2.	Distribución de poisson.....	9
1.3.5.	Histogramas y frecuencias.....	9
1.3.5.1.	Construcción de una distribución de frecuencias.....	10
1.3.5.2.	Interpretación de gráficos.....	10
1.3.6.	Metodología 123.....	12
1.3.6.1.	Definir.....	12
1.3.6.2.	Medir.....	13
1.3.6.3.	Analizar.....	13
1.3.6.4.	Mejorar.....	13
1.3.6.5.	Controlar.....	13
1.3.7.	Control estadístico de proceso.....	14
1.3.7.1.	Definiciones importantes.....	14
1.3.7.2.	Recolección de datos y su organización.....	14
<b>2.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA DE</b>	
	<b>ROLES DE CANELA.....</b>	<b>15</b>
2.1.	Elaboración de roles de canela.....	15
2.1.1.	Materia prima.....	15
2.1.1.1.	Esponja.....	15

2.1.1.2.	Masa.....	15
2.1.1.3.	Relleno.....	15
2.1.1.4.	Jarabe.....	16
2.1.2.	Descripción del proceso.....	16
2.1.2.1.	Diagrama de flujo.....	16
2.1.2.2.	Esponjas.....	19
2.1.2.3.	Masas.....	19
2.1.2.4.	Extruído.....	19
2.1.2.5.	Aplicación de relleno.....	19
2.1.2.6.	Modelado.....	20
2.1.2.7.	Guillotinado.....	20
2.1.2.8.	Depositado.....	20
2.1.2.9.	Fermentado.....	20
2.1.2.10.	Horneado.....	21
2.1.2.11.	Acondicionado y desmoldeado.....	21
2.1.2.12.	Rebanado.....	21
2.1.2.13.	Aplicación de jarabe.....	21
2.1.2.14.	Embolsado.....	21
2.2.	Mantenimiento de la maquinaria.....	22
2.2.1.	Mantenimiento preventivo.....	22
2.2.2.	Mantenimiento correctivo.....	23
2.3.	Períodos de capacitación.....	23
2.3.1.	Operarios.....	23
2.3.2.	Técnicos.....	23
2.3.3.	Supervisores.....	24
2.4.	Matriz de causa y efecto.....	24
<b>3.</b>	<b>PROPUESTA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL DE PESO.....</b>	<b>27</b>
3.1.	Descripción de la propuesta.....	27

3.1.1. Control estadístico de proceso.....	27
3.1.2. Análisis con base en la metodología 123.....	27
3.1.2.1. Definir.....	27
3.1.2.2. Medir.....	28
3.1.2.3. Analizar.....	28
3.1.2.4. Mejorar.....	29
3.2. Especificaciones de peso del producto.....	30
3.2.1. Piezas en dividido.....	30
3.2.2. Piezas en terminado.....	30
3.2.3. Actualización continua.....	31
3.3. Preparación de materia prima.....	31
3.3.1. Peso exacto.....	31
3.3.2. Cantidad de material.....	31
3.4. Calibración.....	31
3.4.1. Cabezal laminador.....	31
3.4.2. Enrolladores.....	32
3.5. Dividido.....	33
3.5.1. Guillotina.....	33
3.5.2. Alimentación de moldes.....	33
3.6. Toma de muestras para control de peso.....	34
3.6.1. Método.....	34
3.6.2. Frecuencia.....	34
3.7. Capacitación.....	35
3.7.1. Personal.....	35
3.7.2. Temas.....	36
3.7.3. Períodos.....	36
<b>4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA .....</b>	<b>37</b>
4.1. Implementar acciones correctivas.....	37
4.1.1. Mezclado.....	37

4.1.1.1.	Esponjas.....	37
4.1.1.1.1.	Exactitud de materiales .....	37
4.1.1.1.2.	Tiempo de crecimiento.....	39
4.1.1.2.	Masas.....	40
4.1.1.2.1.	Ingredientes.....	40
4.1.1.2.2.	Tiempo de mezclado.....	40
4.1.2.	Maquinado.....	41
4.1.2.1.	Calibración de boquilla.....	41
4.1.2.2.	Calibración de cabezales laminadores.....	49
4.1.2.3.	Espacio entre cuchillas.....	55
4.1.2.4.	Aplicación de relleno.....	56
4.1.2.4.1.	Mezcla homogénea.....	56
4.1.2.4.2.	Depositado uniforme.....	57
4.1.2.5.	Enrolladores.....	61
4.1.2.6.	Zigzag.....	63
4.1.3.	Dividido.....	64
4.1.3.1.	Guillotina.....	64
4.1.3.1.1.	Velocidad de la banda.....	64
4.1.3.1.2.	Velocidad de corte.....	65
4.1.3.1.3.	Ritmo de depositado.....	66
4.1.3.2.	Alimentación de moldes.....	66
4.1.4.	Fermentado .....	67
4.1.4.1.	Tiempo.....	67
4.1.4.2.	Temperatura.....	68
4.1.5.	Horneo.....	68
4.1.6.	Envoltura.....	69
4.1.6.1.	Rebanado.....	69
4.1.6.2.	Aplicación de jarabe.....	70
4.1.6.2.1.	Densidad .....	70

4.1.6.2.2. Cantidad adecuada.....	71
4.2. Documentación de actividades.....	72
4.2.1. Datos iniciales.....	72
4.2.2. Identificación de causas.....	74
4.2.3. Registro de datos.....	78
4.2.4. Planes de acción.....	78
4.2.5. Mejoras y avances.....	81
4.3. Controlar el proceso por medio de la metodología 123.....	83
<b>5. SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA .....</b>	<b>85</b>
5.1. Registro de Datos.....	85
5.1.1. Muestreo.....	85
5.1.2. Gráficos.....	85
5.2. Maquinaria.....	96
5.2.1. Mantenimiento.....	96
5.2.2. Ajustes.....	96
5.3. Mejoras y avances.....	96
5.3.1. Beneficios económicos.....	96
5.3.1.1. Producto dividido.....	96
5.3.1.2. Producto terminado.....	98
5.3.2. Calidad del producto.....	100
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>101</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>103</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>115</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Histograma de proceso bien controlado.....	11
2. Histograma de tipo serrucho.....	11
3. Histograma de tipo sesgada.....	12
4. Histograma de tipo pendiente.....	12
5. Diagrama de flujo del proceso de roles de canela.....	17
6. Diagrama de causa y efecto.....	25
7. Materiales para elaboración de esponjas.....	38
8. Comparativo de materiales para elaboración de esponjas.....	39
9. Boquilla de masa.....	41
10. Espesor de paño – prueba 1.....	42
11. Espesor de paño – prueba 2.....	43
12. Espesor de paño – prueba 3.....	43
13. Espesor de paño con boquilla calibrada – prueba 1.....	44
14. Espesor de paño con boquilla calibrada – prueba 2.....	45
15. Espesor de paño con boquilla calibrada – prueba 3.....	46
16. Peso de paño en boquilla de masa – prueba 1.....	47
17. Espesor de paño en boquilla de masa – prueba 1.....	48
18. Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 1.....	50
19. Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 2.....	50
20. Prueba - peso de paño – cabezal laminador 1.....	51
21. Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 2.....	52
22. Prueba - peso de paño – cabezal laminador 2.....	53
23. Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 2.....	54
24. Cuchillas cortadoras.....	55

25. Cuchillas cortadoras.....	55
26. Aplicador de relleno.....	57
27. Rodillos enrolladores.....	62
28. Zig – zag.....	63
29. Jaulas para moldes .....	67
30. Horno .....	68
31. Desmoldeado de roles.....	69
32. Rebanadora .....	70
33. Aplicador de jarabe.....	71

## TABLAS

I. Productos fuera de especificación	28
II. Porcentaje de productos fuera de especificación en dividido	29
III. Porcentaje de productos fuera de especificación en terminado	29
IV. Especificaciones de peso de producto en dividido	30
V. Especificaciones de peso de producto en terminado	30
VI. Especificaciones de abertura de cabezales laminadores	31
VII. Especificación de separación entre rodillos enrolladores	32
VIII. Comparativo de materiales para elaboración de esponjas	38
IX. Materiales para elaboración de masas	40
X. Datos de prueba 1 espesor de paño en boquilla de masa	42
XI. Datos de prueba 2 espesor de paño en boquilla de masa	42
XII. Datos de prueba 3 espesor de paño en boquilla de masa	43
XIII. Datos de prueba 1 espesor de paño en boquilla de masa	44
XIV. Datos de prueba 2 - espesor de paño en boquilla de masa	45
XV. Datos de prueba 3 - espesor de paño en boquilla de masa	45
XVI. Prueba 1 - peso de paño – boquilla de masa	47

XVII.	Prueba 1 - espesor de paño – boquilla de masa	48
XVIII.	Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 1	49
XIX.	Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 2	50
XX.	Prueba - peso de paño – cabezal laminador 1	51
XXI.	Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 1	52
XXII.	Prueba - peso de paño – cabezal laminador 2	53
XXIII.	Prueba – espesor de paño – cabezal laminador 2	54
XXIV.	Especificación de separación entre cuchillas cortadoras	56
XXV.	Cuchillas cortadoras sin calibrar	56
XXVI.	Prueba de cantidad de relleno de canela por tiempo	58
XXVII.	Prueba de cantidad de relleno de canela y tiempo por volumen	59
XXVIII.	Prueba de cantidad de relleno de canela y tiempo por volumen	60
XXIX.	Prueba de cantidad de relleno de canela y tiempo por volumen	60
XXX.	Prueba de cantidad de relleno de canela y tiempo por volumen	61
XXXI.	Especificación de separación entre rodillos enrolladores	62
XXXII.	Espacio entre rodillos enrolladores sin calibrar	62
XXXIII.	Especificación de Zig – zag	63
XXXIV.	Velocidad de bandas transportadoras	64
XXXV.	Ritmo de guillotina	65
XXXVI.	Capacidad de cámara de vapor	67
XXXVII.	Funciones de las zonas del horno	68
XXXVIII.	Materiales para jarabe	70
XXXIX.	Peso de jarabe en cada rol – prueba 1	71

XL. Peso de jarabe en cada rol – prueba 2	72
XLI. Causas del problema	74
XLII. Planes de acción	78
XLIII. Corrección 1	81
XLIV. Corrección 2	81
XLV. Corrección 3	82
XLVI. Corrección 4	82
XLVII. Corrección 5	83
XLVIII. Corrección 6	83
XLIX. Datos producto dividido	96
L. Análisis económico producto dividido	97
LI. Datos producto terminado	98
LII. Análisis económico producto terminado	99



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
$\bar{x}$	Media
$S$	Desviación estándar
$n$	Número de muestras
$S_X^2$	Varianza
LCI	Límite Inferior de Control
LCS	Límite Superior de Control
d	Precisión del equipo
Mm	Mililitros
Hz	Hertz
Cp	Capacidad del Proceso



## GLOSARIO

Gluten de Trigo	Es una proteína ergástica amorfa que se encuentra en las semillas de muchos cereales, combinada con almidón. Representa un 80% de las proteínas del trigo y está compuesta de gliadina y glutenina. Es responsable de la elasticidad de la masa de harina, lo que permite su fermentación, así como la consistencia elástica y esponjosa de los panes y masas horneadas.
Alérgeno	Es una sustancia que puede inducir una reacción de hipersensibilidad (alérgica) en personas susceptibles, que han estado en contacto previamente con el alérgeno.
Glucosa	También llamada dextrosa, es una forma de azúcar que se encuentra en las frutas y en la miel. Para la industria, tanto la glucosa líquida (jarabe de glucosa) como la dextrosa (glucosa en polvo) se obtienen a partir de la hidrólisis enzimática de almidón de cereales (generalmente trigo o maíz).
<i>Benchmarking</i>	Es una técnica de gestión empresarial que pretende descubrir y definir los aspectos que hacen que una empresa sea más rentable que otra, para después adaptar el conocimiento adquirido a las características de nuestra compañía.

Hogazas	Se le llama así a los rollos de masa que contienen en su interior el relleno de canela.
APL	Es el Alimento Para Levadura, el más usual es el gluten.
Tolva	Es un dispositivo destinado a depósito y canalización de materiales granulados y pulverulentos. Generalmente, es de forma cónica y siempre es de paredes inclinadas, de tal forma que la carga se efectúa por la parte superior y la descarga por una compuerta inferior.
Vernier	Es uno de los instrumentos mecánicos para medición lineal de exteriores, medición de interiores y de profundidades más ampliamente utilizados.
Biker	Instrumento utilizado en los laboratorios para realizar mediciones de volumen de cualquier líquido.

## RESUMEN

La línea de roles de canela presenta problemas en la elaboración del producto, ya que existe gran variación de peso del producto tanto en el área de maquinado, como también en producto terminado.

Dicha variación afecta las utilidades que se obtienen de la elaboración del producto, ya que un alto porcentaje del mismo se encuentra fuera de los límites de especificación dados por la planta.

Se implementó un programa de control de pesos, que tiene como fin reducir la variación presentada por la elaboración de roles de canela, tomando en cuenta el desarrollo del proceso para identificar las causas que contribuyen a que se dé el alto porcentaje de productos que se encuentran fuera de especificación.

La idea es reducir la variación teniendo un proceso que se encuentre bajo control estadístico, eliminando las causas especiales, evaluando continuamente las mejoras obtenidas.

El programa involucra un análisis constante de los datos, ya que no basta con llegar a tener un proceso controlado, se busca reducir al máximo el rango permitido de variación, para entregar un producto más estandarizado y que proporcione mayores beneficios económicos en su elaboración.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Implementar un Programa de Control de Peso para la Línea Roles de Canela, para Reducir el Impacto Económico que representa a Bimbo de Centroamérica, el cumplimiento de especificaciones en la elaboración de Roles de Canela.

### **ESPECÍFICOS**

1. Reducir el porcentaje de productos fuera de especificación controlando el proceso de elaboración de Roles.
2. Crear un registro que permita controlar y analizar las fluctuaciones de la línea.
3. Crear un archivo que registre las acciones realizadas para tener la información disponible en todo momento.
4. Contribuir en la reducción de los costos de producción teniendo un mejor control de la materia prima.
5. Inspeccionar y revisar fichas técnicas del mantenimiento de la maquinaria.
6. Realizar cambios en maquinaria, si fuera necesario, para mejorar el cumplimiento de especificaciones.
7. Contribuir a mejorar la calidad del producto, estableciendo las especificaciones adecuadas en el Programa de Control de Peso



## INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de este trabajo de graduación, se describen las actividades principales que se deben llevar a cabo para la implementación de un programa de control de pesos, para una industria panificadora.

El programa de control de peso permite identificar la calidad que se le brinda a los consumidores, por medio de una serie de estudios que cuantifican los parámetros aceptables, en relación al peso del producto, desde el punto de vista económico, para que exista un equilibrio entre costo de producción y beneficios obtenidos.

Los primeros capítulos nos dan a conocer todo lo relacionado con las herramientas necesarias para poder realizar el desarrollo del programa, además de mostrarnos las fases de la elaboración del producto, proporcionando información básica tanto del proceso como de la industria.

Más adelante se presenta una propuesta para la implementación del programa de control de peso, con un enfoque preliminar acerca del proceso, pero luego ya se lleva a cabo el estudio profundo tomando en cuenta todas las posibles variables que afecten el cumplimiento de especificaciones, realizando pruebas que proporcionen información válida para poder tomar decisiones. Al tener los resultados de las pruebas, se analizan, se proponen soluciones y se da la más efectiva, que tenga menores costos para poderse realizar.

Por último, se evalúan las mejoras y se proyecta un estudio de los beneficios económicos obtenidos al implementar el proyecto, incluyendo los cambios que hayan sido necesarios, y de esta forma se vuelve a realizar el ciclo del programa de control de peso optimizando los recursos.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. Descripción de la empresa**

La industria panificadora Bimbo de Centroamérica, es una empresa internacional innovadora y competitiva en su campo, que se dedica a la elaboración, producción, venta y distribución de numerosos productos alimenticios.

Bimbo de Centroamérica, ubicada en el departamento de Chimaltenango, cuenta con varias líneas de producción tales como, la línea de panquelería, línea de pastelería, línea de pan, línea de tortillas, línea de tostadas, línea de pan tostado, línea de bollería, línea de donas, línea de malvaviscos y línea de galletas.

Una de las razones por las cuales Bimbo ha incrementado sus ventas a lo largo de sus dieciséis años en Guatemala, es debida a que todo el equipo de colaboradores Bimbo trata de perseguir y cumplir sus propósitos día tras día, basándose en los conceptos de calidad, rentabilidad, efectividad y trabajo en equipo.

Actualmente, Bimbo tiene alrededor de setenta y dos plantas ubicadas en distintas partes del mundo, lo cual hace que sea una empresa transnacional con altos niveles de ventas y crecimiento.

La empresa Bimbo cuenta con distintos departamentos que la conforman, que van desde el almacén de materia prima, planta de producción y empaque, área de mantenimiento, departamento de calidad, departamento de investigación, almacén de producto terminado, área de distribución y área administrativa.

La planta industrial cuenta con ocho líneas de producción, que trabajan 24 horas al día, los 365 días del año, según la demanda de los distintos productos, combinando turnos para producirlos.

Además cuenta con maquinaria y equipo que trabaja con aproximadamente un setenta por ciento de automatización, y el resto se trabaja en forma manual con la colaboración del personal capacitado.

Tiene dentro de su planta hornos, bandas transportadoras, tolvas, motores eléctricos, bombas hidráulicas, equipo neumático, entre otros.

Dentro de los productos que la empresa Bimbo elabora están:

- a. Roles de Canela
- b. Canelitas
- c. Pan Blanco Bimbo
- d. Pan Tostado Bimbo
- e. Donas
- f. Tortillas de Harina
- g. Malvaviscos
- h. Galletas
- i. Panquecitos
- j. Pastelitos

De esta forma Bimbo de Centroamérica se ha convertido en una empresa líder a nivel Nacional, la cual emplea a cientos de colaboradores que se subdividen en operarios, supervisores, ingenieros, químicos, mecánicos, licenciados y una diversidad de profesionales que hacen de Bimbo una industria confiable, competitiva y rentable.

#### **1.1.1. Ubicación**

La industria Bimbo se encuentra en el Km. 52.5 Carretera Interamericana, en el municipio de El Tejar, departamento de Chimaltenango con 19 años de haberse establecido en dicho lugar.

### **1.1.2. Historia**

Grupo Bimbo fue fundado en la Ciudad de México en 1945 y hoy en día se cuenta entre las empresas de panificación más importantes del mundo, por su volumen de producción, ventas y posicionamiento de marca. El Grupo está configurado por 76 plantas y 3 empresas comercializadoras.

Su compromiso de ser una compañía altamente productiva y plenamente humana, así como innovadora, competitiva y orientada a la satisfacción total de sus clientes y consumidores.

### **1.1.3. Visión**

En el 2010 ser el líder mundial en panificación y una de las mejores empresas alimenticias a nivel internacional.

Una empresa con marcas líderes y confiables para nuestros consumidores, el proveedor preferido de nuestros clientes, una empresa sólida para nuestros accionistas y la sociedad, una empresa que ve hacia delante y un lugar extraordinario para trabajar.

### **1.1.4. Misión**

Elaborar y comercializar productos alimenticios, desarrollando el valor de nuestras marcas. Comprometiéndonos a ser una empresa altamente productiva y plenamente humana. Innovadora competitiva y fuertemente orientada a la satisfacción de nuestros clientes y consumidores. Líder internacional en la industria de la panificación, con visión a largo plazo.

### **1.1.5. Valores**

Pasión, rentabilidad, efectividad, persona, calidad, confianza y trabajo en equipo.

### **1.1.6. Organización**

El Grupo cuenta con la red de distribución más extensa del país y una de las más grandes del continente americano, con 34,600 rutas garantiza que sus productos lleguen frescos y todo el tiempo a los más de 1, 000,000 puntos de venta localizados en 18 países del mundo. Los kilómetros que en conjunto recorren las unidades diariamente equivaldrían a rodear 45 veces la circunferencia de la Tierra o, ir y volver a la Luna, dos veces en un día. Grupo Bimbo está integrado por más de 91,000 colaboradores.

Durante los últimos años, Grupo Bimbo ha fortalecido el trabajo en sus sistemas de calidad para garantizar la inocuidad y consistencia de sus productos.

### **1.2. Descripción del problema**

Actualmente, la línea de Roles de Canela trabaja una jornada de aproximadamente 10 horas al día, los siete días a la semana, por lo que produce un rendimiento teórico de 12,024 piezas por hora.

Los Roles de Canela son elaborados con ingredientes como harina, azúcar, agua, levadura, sal, huevo, entre otros, por lo que a esta mezcla se le llama MASA, y con dicha masa se obtienen aproximadamente 4,008 piezas de Roles / masa.

La necesidad de un programa de control de peso es de suma importancia y de alto impacto hacia la empresa, ya que según la información recopilada a través del tiempo, la línea de pan – Roles de Canela muestra un costo excesivo en su elaboración, ya que posee en mas del 40% productos fuera de especificación en peso.

El programa de control de pesos pretende mejorar y mostrar niveles altos de calidad, aplicando una serie de herramientas y métodos, el en ámbito de ingeniería, que nos ayudan a poder medir, analizar y controlar los procesos sometidos al estudio.

### **1.3. Definiciones básicas**

#### **1.3.1. Estadística**

Es la ciencia que trata de la recolección, presentación, análisis y uso de datos para tomar decisiones.

Es una colección de métodos para planear experimentos, obtener datos y después organizar, resumir, presentar, analizar, interpretar y llegar a conclusiones basadas en los datos.

##### **1.3.1.1. Estadística descriptiva**

Es la rama de la estadística que trata con la organización, el resumen y la presentación de datos.

##### **1.3.1.2. Estadística inferencial**

Es la rama de la estadística que se utiliza para tomar decisiones con base a muestras.

##### **1.3.1.3. Población**

Es una colección de todos los elementos del universo a analizar.

##### **1.3.1.4. Muestra**

Subconjunto de miembros seleccionados de una población.

##### **1.3.1.5. Parámetro**

Medición numérica que describe alguna característica de una población.

##### **1.3.1.6. Datos**

Son las observaciones recolectadas (resultados de las mediciones, encuestas, etc.)

### **1.3.1.7. Error de muestreo**

Diferencia entre el resultado de una muestra y el verdadero resultado de la población.

### **1.3.2. Medidas de tendencia central**

Determinación del valor más representativo de un conjunto de números. Se refiere a la determinación de un dato representativo de la serie de datos analizados, se cuenta con diferentes formas de determinar este dato.

#### **1.3.2.1. Media aritmética**

Conocida comúnmente como “promedio”, es la medida de tendencia central mas usada.

#### **1.3.2.2. Mediana**

Se representa por **Md** y se define como el valor central de los datos, previamente ordenados creciente o decrecientemente.

Otra forma de definir la mediana es: el valor a partir del cual el 50% de los datos están por debajo y el otro 50% por arriba.

Si  $n$  es impar, la mediana será el valor central del conjunto de datos ordenados.

Si  $n$  es par, la mediana será el promedio de los dos valores centrales, previo ordenamiento de los datos.

#### **1.3.2.3. Moda**

Es el valor de mayor frecuencia en una serie de datos, cuando en la serie de datos son dos los valores de mayor numero de apariciones se define como serie bimodal, en caso de ser tres o mas números los de mayor frecuencia se denomina como multimodal o en algunos casos se le llama como sin moda definida.

#### **1.3.2.4. Valor central de clase**

Es el valor medio de una clase, es el promedio del límite inferior y superior de la clase sin importar la cantidad de datos registrados dentro de la clase.

#### **1.3.3. Medidas de dispersión**

Determinación de la cercanía o dispersión de los valores de un conjunto de números.

##### **1.3.3.1. Rango**

Es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de un conjunto de datos.

##### **1.3.3.2. Desviación estándar**

Es una medida de variación con respecto a la media, es un tipo de variación promedio del conjunto de datos con respecto de la media.

$$S = \sqrt{\left( \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \right)} = \sqrt{S^2}$$

Debido a las propiedades teóricas que posee es la más importante y la más usual de las medidas de dispersión. Se opta por el uso de la desviación estándar en la relación con la varianza, por que la varianza expresa las unidades al cuadrado mientras que la desviación estándar presenta las unidades en su forma original.

### **1.3.3.3. Varianza**

Es una medida de variación con respecto a la media, determinación de la variación muestral sin sesgo de la variación poblacional.

Se define como la suma de los cuadrados de las desviaciones con respecto a su media dividida entre el número de observaciones menos uno.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

### **1.3.3.4. Coeficiente de variación**

Es un conjunto de datos muestrales o poblacionales, expresado como porcentaje, describe la desviación estándar relativa a la media.

### **1.3.3.5. Correlación lineal**

Identificación de línea representativa de una serie de pares ordenados por medio de la ecuación.

## **1.3.4. Probabilidad**

Las probabilidades son muy útiles, ya que pueden servir para desarrollar estrategias. El enfoque clásico de la probabilidad se basa en la consideración de que los resultados de un experimento son igualmente posibles.

### **1.3.4.1. Distribución normal**

Es la distribución más importante en todo campo de la estadística. Su importancia radica en que numerosos fenómenos continuos que ocurren en la naturaleza, en el campo de la ingeniería, la industria y la investigación, se aproximan mediante esta distribución.

Es utilizada para aproximar diversas distribuciones de probabilidad discreta y evitar pesados cálculos, además de proporcionar la base de la inferencia estadística clásica, debido a su relación con el teorema del límite central. Frecuentemente se le llama distribución gaussiana, en honor de Karl Friedrich Gauss, quien derivó una ecuación de un estudio de errores de mediciones repetidas de la misma cantidad. Su gráfica recibe el nombre de curva normal, su forma es de una campana.

#### **1.3.4.2. Distribución de Poisson**

Consiste en contar el número  $X$  de veces que ocurre un evento en particular durante una unidad de tiempo dada, o en un área o volumen dado.

#### **1.3.5. Histogramas y frecuencias**

Es la tabulación o el número de veces en que se presenta una cierta medición o dato de la característica o variable de calidad a analizar, para un producto cualquiera que se está examinando.

El histograma nos ayuda a determinar la cantidad de veces que ocurren las variaciones de los datos. Éstos revelan, sin realizar elaborados análisis, información acerca del producto o proceso fáciles de entender para el personal, que ayudan a la mejora. Algunas de sus aplicaciones son las siguientes:

- a. Procesos de evaluación.
- b. Indicar la necesidad de efectuar una acción correctiva.
- c. Medir los efectos de la acción correctiva.
- d. Determinar la capacidad de las máquinas.
- e. Describir gráficamente las características de
- f. Una máquina.
- g. Comparar el trabajo de los operadores.
- h. Comparar la labor de los vendedores.
- i. Comparar productos.

### 1.3.5.1. Construcción de una distribución de frecuencias

Utilizadas para resumir conjunto de datos, comprensión de los datos, apoyo para construcción de gráficas (como histogramas).

- a. Decidir el número de clases, puede ser de manera nominal, siendo recomendado entre 5 y 20, otra opción es determinación numérica en base a determinar la raíz cuadrada del número de datos a analizar y redondear al entero inmediato inferior.
- b. Determinar el ancho de clase mediante:

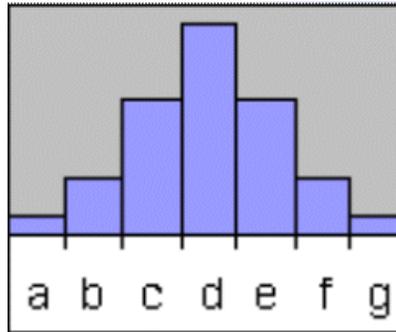
$$\frac{(\text{Valor más alto}) - (\text{valor mas bajo})}{\text{Número de clases.}}$$

- c. Determine punto de partida de clase, esto es el límite inferior de la primera clase.
- d. Sumar el ancho de clase al límite inferior de la primera clase y determinar los límites superiores de cada clase sumando consecutivamente el ancho de clase hasta obtener el dato mayor.
- e. Determinar los límites inferiores de clase.
- f. Registrar cada uno de los datos en el área de frecuencia correspondiente.

### 1.3.5.2. Interpretación de gráficos

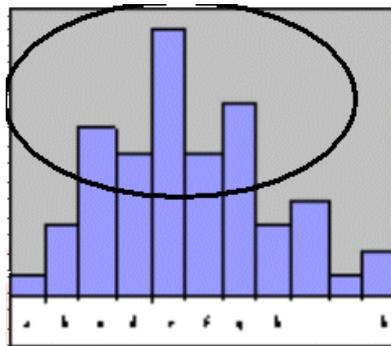
*Tipo de distribución normal:* El histograma de una muestra aleatoria tomada de **un proceso bien controlado (distribución normal)**, siempre será de este tipo si la muestra proviene de una población grande o indeterminada.

**Figura 1. Histograma de proceso bien controlado**



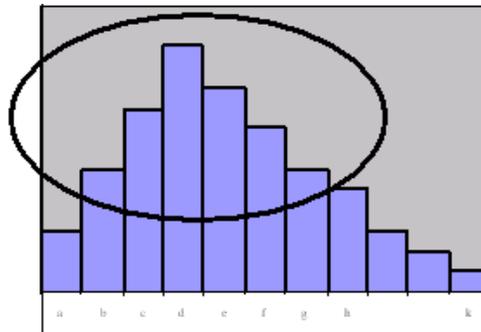
*Tipo serrucho:* Esta forma se presenta cuando **el tamaño de la clase del histograma fue mal establecido.**

**Figura 2. Histograma de tipo serrucho**



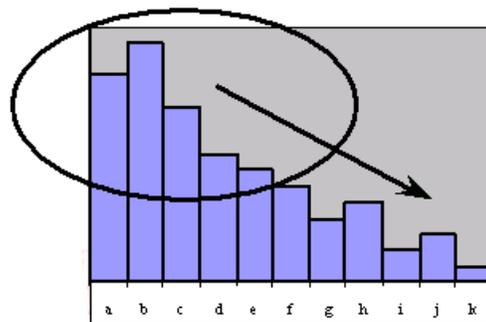
*Tipo sesgada:* estos histogramas se observan en **casos de defectos o fallas**, puesto que son muestras que provienen de proceso sin control con distribución sesgada, o sea, un tipo de distribución binomial o Poisson.

**Figura 3. Histograma de tipo sesgada**



*Tipo pendiente:* Si existe **un solo límite de especificación** los datos obtenidos nos darán esta forma del histograma, ya que el supervisor y los trabajadores **normalmente no desean producir defectos y realizan ajustes** al proceso.

**Figura 4. Histograma de tipo pendiente**



### **1.3.6. Metodología 123**

#### **1.3.6.1. Definir**

Es la primera fase que propone la metodología 123, y pretende establecer o *definir* el proyecto que se va a realizar, enfocándose en el proceso que se necesita estudiar, basándose en la voz del cliente, es decir, tomando

como referencia las inquietudes de los consumidores para lograr un beneficio en el área seleccionada.

El objetivo de esta etapa es conocer el problema.

#### **1.3.6.2. Medir**

Se requiere de la recolección de datos del proceso en estudio, tomando muestras adecuadas según la población con la que se trabaja. Con esto se obtiene la tendencia del proceso y se conoce si se asemeja a algún patrón en particular, determinando la capacidad del mismo.

El objetivo es conocer el control del proceso.

#### **1.3.6.3. Analizar**

Se analiza el proceso conociendo las múltiples variables que intervienen en él, realizando pruebas de hipótesis, organizando las causas potenciales que puedan estar afectando al proceso.

El objetivo primordial es conocer las fuentes de la variación.

#### **1.3.6.4. Mejorar**

Se desea generar, evaluar y seleccionar soluciones de causas básicas identificadas. Se deben evaluar riesgos y poner en práctica soluciones piloto, para luego elaborar planes de implantación.

El objetivo es disminuir la variación.

#### **1.3.6.5. Controlar**

Es preciso gestionar cambios en los procesos, estandarizar y documentar los métodos eficaces, hacer un seguimiento continuo de los proyectos y evaluar los resultados. Luego se deben presentar ideas claves y preparar planes futuros.

El objetivo es asegurar el desempeño del proceso.

### **1.3.7. Control estadístico de proceso**

Control, habla de estabilidad o consistencia. Estadístico, porque hace uso de las herramientas estadísticas, fundamentalmente del Gráfico de Control. Proceso, porque se trata de gráficos de control aplicados a procesos.

#### **1.3.7.1. Definiciones importantes**

Es una metodología que aplicada a nuestros procesos genera un compromiso con nuestros consumidores de ofrecerles la más alta calidad con los precios más bajos.

El propósito es mejorar y mostrar niveles muy altos de calidad.

Es una aplicación práctica de herramientas y métodos estadísticos que nos ayudan a medir, analizar y controlar nuestros procesos.

Un benchmark de la capacidad de los productos y procesos comparados como los “mejores en su clase”.

#### **1.3.7.2. Recolección de datos y su organización**

La recolección de datos debe ser lo más completa posible, utilizando el número de muestras adecuado a la población que se quiere estudiar, para que los resultados obtenidos sean lo mas representativos posible.

La organización que se le de a los datos va a depender de los factores que se deseen analizar.

## **2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA DE ROLES DE CANELA**

### **2.1. Elaboración de roles de canela**

#### **2.1.1. Materia prima**

Los ingredientes utilizados en la elaboración de roles de canela, se deben conocer, ya que estos pueden presentar cierto impacto en la variación de peso que existe, debido a que las cantidades deben de ser las establecidas.

##### **2.1.1.1. Esponja**

Se le llama esponja a la mezcla hecha con ingredientes como levadura, harina, agua y sal, en su mayoría.

Estas esponjas deben dejarse fermentar aproximadamente por 2 horas en recipientes con la capacidad adecuada, llamados artesas para fermentación.

##### **2.1.1.2. Masa**

Después de la elaboración de las esponjas, y teniendo la consistencia y el tiempo de fermentación requeridos, ésta es mezclada con otros ingredientes entre los que están harina, azúcar, huevo en polvo, agua, manteca y uva pasa.

Estos ingredientes se mezclan para lograr una consistencia uniforme y así poder prepararla para la aplicación de relleno.

##### **2.1.1.3. Relleno**

La preparación del relleno contiene azúcar, canela en polvo, aceite de algodón y margarina.

Se trata de que las cantidades depositadas para la mezcla proporcionen una consistencia manejable para ser depositada en la masa preparada previamente.

#### **2.1.1.4. Jarabe**

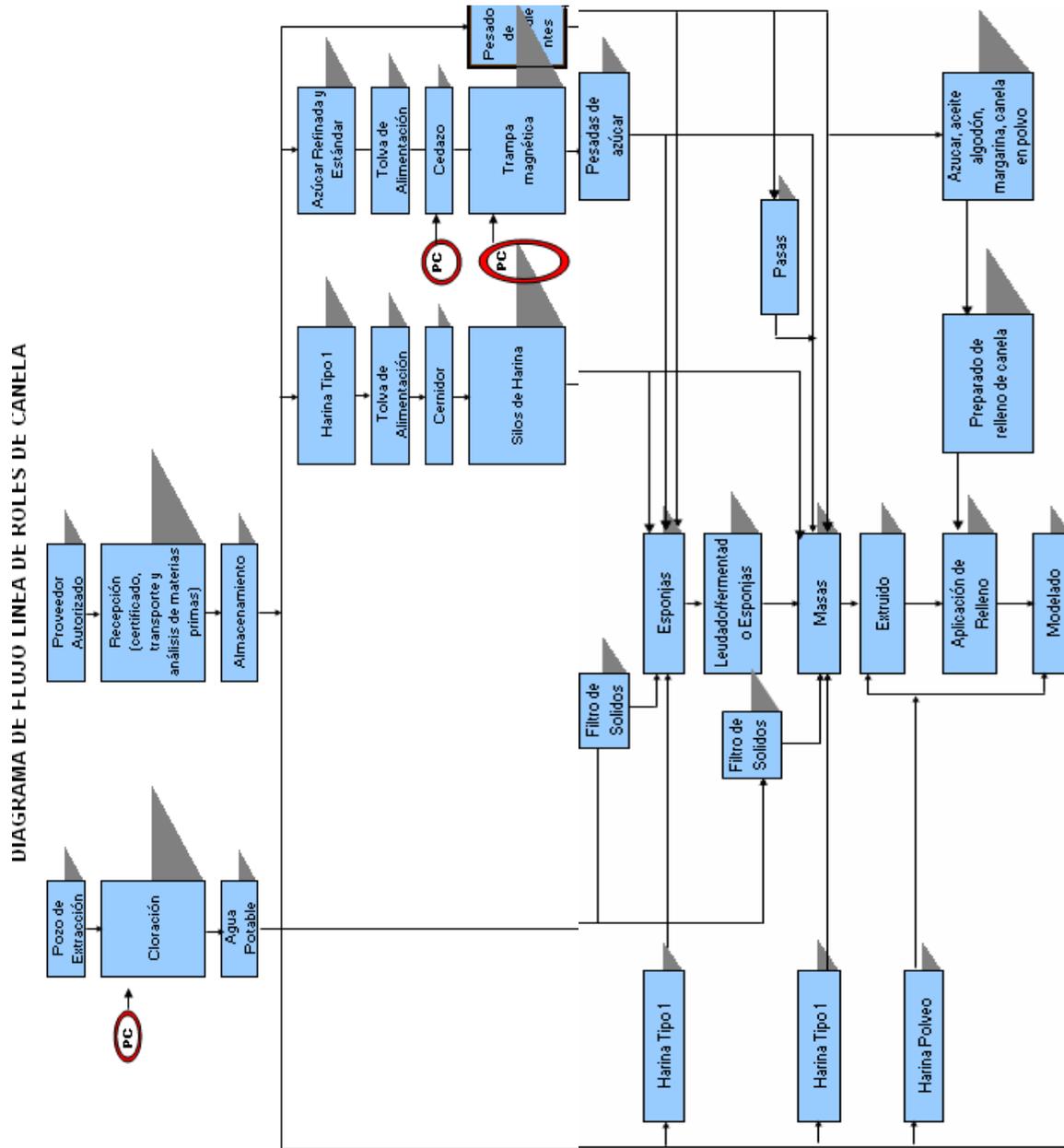
El jarabe permite humedecer la consistencia de los roles, en su última fase, y contiene azúcar, agua y sal.

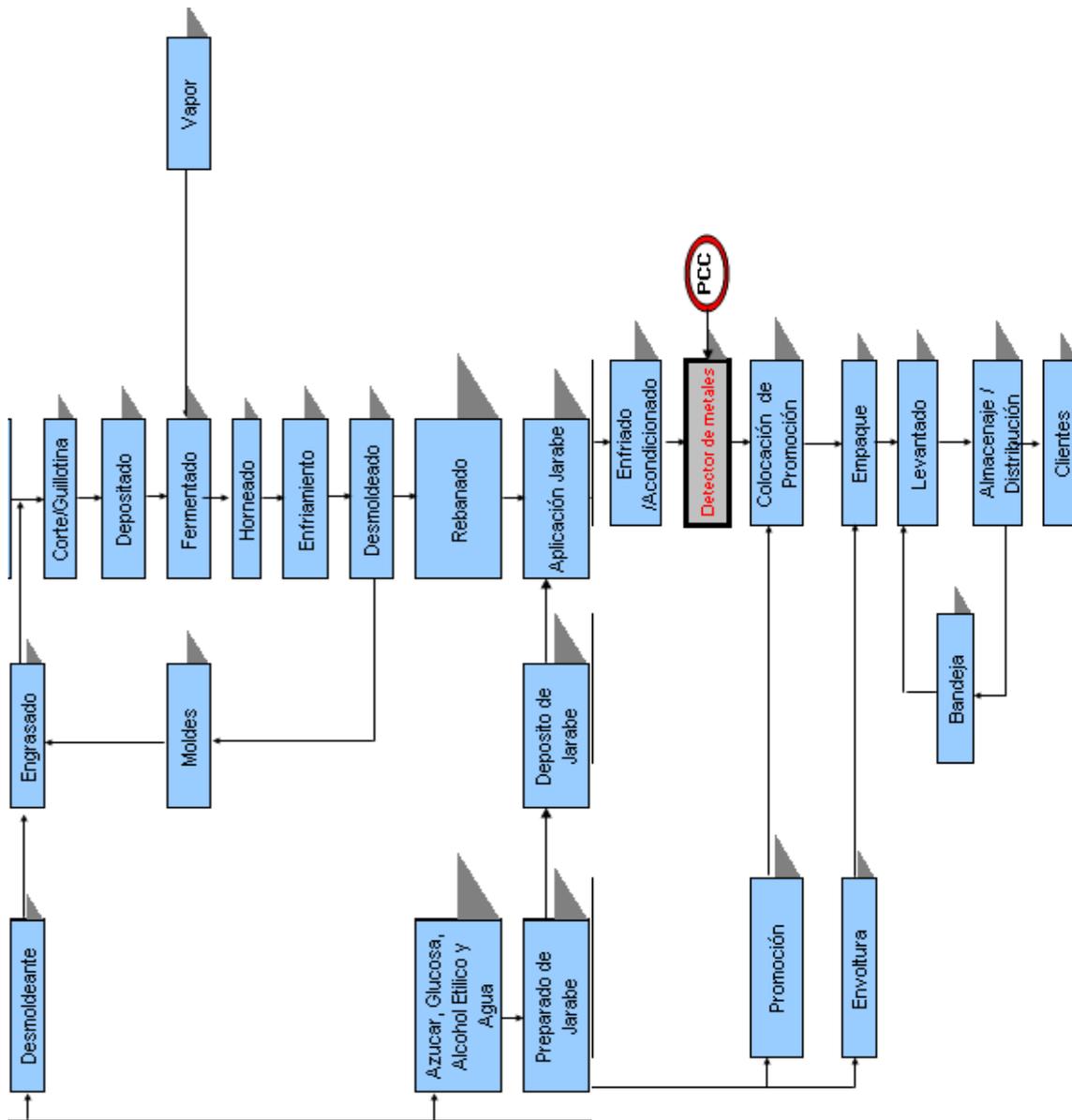
### **2.1.2. Descripción del proceso**

#### **2.1.2.1. Diagrama de flujo**

Véase figura 5.

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de roles de canela





#### **2.1.2.2. Esponjas**

Es la primera etapa que comprende la elaboración de roles, la cual permite que se lleve a cabo la mezcla de los ingredientes mencionados anteriormente, de manera que se logre una consistencia adecuada conforme al tiempo que se deje fermentar.

Aproximadamente se preparan de 4 a 6 esponjas por día, dependiendo de la demanda requerida.

#### **2.1.2.3. Masas**

En esta fase se pretende preparar la combinación entre esponjas y otros ingredientes, en una máquina llamada mezcladora que agita dicha mezcla por un tiempo aproximado de 5 a 8 minutos para lograr la temperatura y humedad requeridas según el proceso.

De esta forma se prepara la masa que posteriormente será utilizada para que le apliquen el relleno de canela.

#### **2.1.2.4. Extruído**

Comprende una bomba de masa extruder que permite que la masa preparada sea extraída de la artesa, en la cual es depositada, y luego sea transportada hacia un recipiente que permite el paso de ésta a través de una boquilla que tiene como función formar un paño uniforme con un espesor deseado.

#### **2.1.2.5. Aplicación de relleno**

La mezcla del relleno de canela es preparada previamente y luego es transportada en una marmita que está conectada a una bomba de canela que permite el paso hacia una máquina aplicadora dividida en tres partes, que deposita la cantidad de relleno adecuada en el paño respectivo.

#### **2.1.2.6. Modelado**

Esta fase comprende la etapa de extruido hasta el enrollado de los paños de masa. En esta fase intervienen bandas sanitarias que transportan la masa hacia dos cabezales laminadores que sirven para proporcionarle distinto espesor al paño, al cual se le aplica harina por medio de varios harinadores, este mismo paño pasa por unas cuchillas cortadoras que lo dividen en tres para luego pasar por el aplicador de canela, con tres rodillos enrolladores se forman lo que se llama tres hogazas o rollos de masa que contienen en su interior el relleno de canela.

#### **2.1.2.7. Guillotinado**

Luego de que las hogazas salen de los rodillos existe una máquina zigzag que los acondiciona y los une, después de esto pasan por una guillotina que tiene un ritmo de corte de acuerdo a la velocidad de la banda que transporta dichas hogazas.

#### **2.1.2.8. Depositado**

Después de la guillotina, pasan inmediatamente moldes, por debajo de la banda transportadora de las hogazas, que son llevadas a un ritmo adecuado para que los roles sean depositados en estos, es decir la guillotina tiene la función de realizar el corte de las hogazas y de depositarlos en los moldes.

#### **2.1.2.9. Fermentado**

Los moldes que ya contienen los roles, son acondicionados en unas jaulas de varios niveles, para luego introducirlas en una cámara de vapor que tiene la función de fermentar la masa de los roles y por lo tanto de ésta alcance un volumen adecuado en un tiempo determinado.

#### **2.1.2.10. Horneado**

Para su cocimiento pasan por un horno que tiene cuatro zonas, las cuales se encuentran a diferentes temperaturas para darles la consistencia adecuada.

#### **2.1.2.11. Acondicionado y desmoldeado**

Al salir de los hornos, los moldes son colocados en jaulas nuevamente para que se enfríen durante unos minutos, y luego son desmoldeados y colocados en las bandas transportadoras.

#### **2.1.2.12. Rebanado**

En la banda transportadora pasa por una rebanadora que le da el corte final a los roles.

#### **2.1.2.13. Aplicación de jarabe**

Posee un tanque almacenador de jarabe, el cual contiene la mezcla, y luego éste se distribuye por medio de una jarabeadora que deposita sobre los roles ya cortados cierta cantidad del mismo, proporcionándoles la humedad requerida.

#### **2.1.2.14. Embolsado**

A continuación de la aplicación de jarabe, pasan por otros ventiladores que secan el resto de jarabe que no fue absorbido por los roles, y luego son empacados en una máquina en donde se les coloca la envoltura, etiqueta, y promoción (si hubiere).

## **2.2. Mantenimiento de la maquinaria**

### **2.2.1. Mantenimiento preventivo**

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

En Bimbo se realiza en base a estadísticas, registros de fallas y especificaciones del fabricante de cada máquina en particular.

Los mantenimientos se dan aproximadamente cada 26 semanas, pero la frecuencia depende de la máquina a la que se le vaya a realizar dicho mantenimiento y de qué mantenimiento sea.

Las fases del mantenimiento preventivo, en forma general son:

- a. Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- b. Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente,
- c. Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- d. Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

### **2.2.2. Mantenimiento correctivo**

Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifica en:

No planificado: Corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan, y no planificadamente, al contrario del caso de Mantenimiento Preventivo.

Esta forma de mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc.

Planificado: consiste la reparación de un equipo o máquina cuando se dispone del personal, repuestos, y documentos técnicos necesarios para efectuarlo.

La diferencia con el de emergencia, es que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción.

## **2.3. Períodos de capacitación**

### **2.3.1. Operarios**

Se proporcionan talleres acerca de temas que involucren seguridad e higiene en alimentos, servicio al cliente, conceptos acerca de qué es una empresa e información acerca de algunos procesos que se llevan a cabo.

### **2.3.2. Técnicos**

La información que se brinda a los colaboradores del área de mantenimiento se establece en base a temas sugeridos por los supervisores del área, con temas que incluyen manejo de aire comprimido, diagramas eléctricos, lubricación, mantenimiento de calderas, etc.

### **2.3.3. Supervisores**

El contenido de los temas, impartidos a los supervisores de producción, incluye temas relacionados con seguridad en alimentos, análisis microbiológico, control estadístico de proceso, seguridad industrial, liderazgo, entre otros.

Los temas son sugeridos por el área de capacitaciones en conjunto con los supervisores de cada área a capacitar.

Las fechas o programas para impartir los temas, a cada área de colaboradores, se realizan de acuerdo a espacios libres durante cada mes. El inconveniente es que la programación no se cumple, es decir, que no se dan los temas establecidos en las fechas fijadas, y al final se van acumulando, lo que causa que no se proporcionen todas las que fueron inicialmente programadas.

### **2.4. Matriz de causa y efecto**

Véase figura 6.

# Productos Fuera de Especificación - Línea de Roles

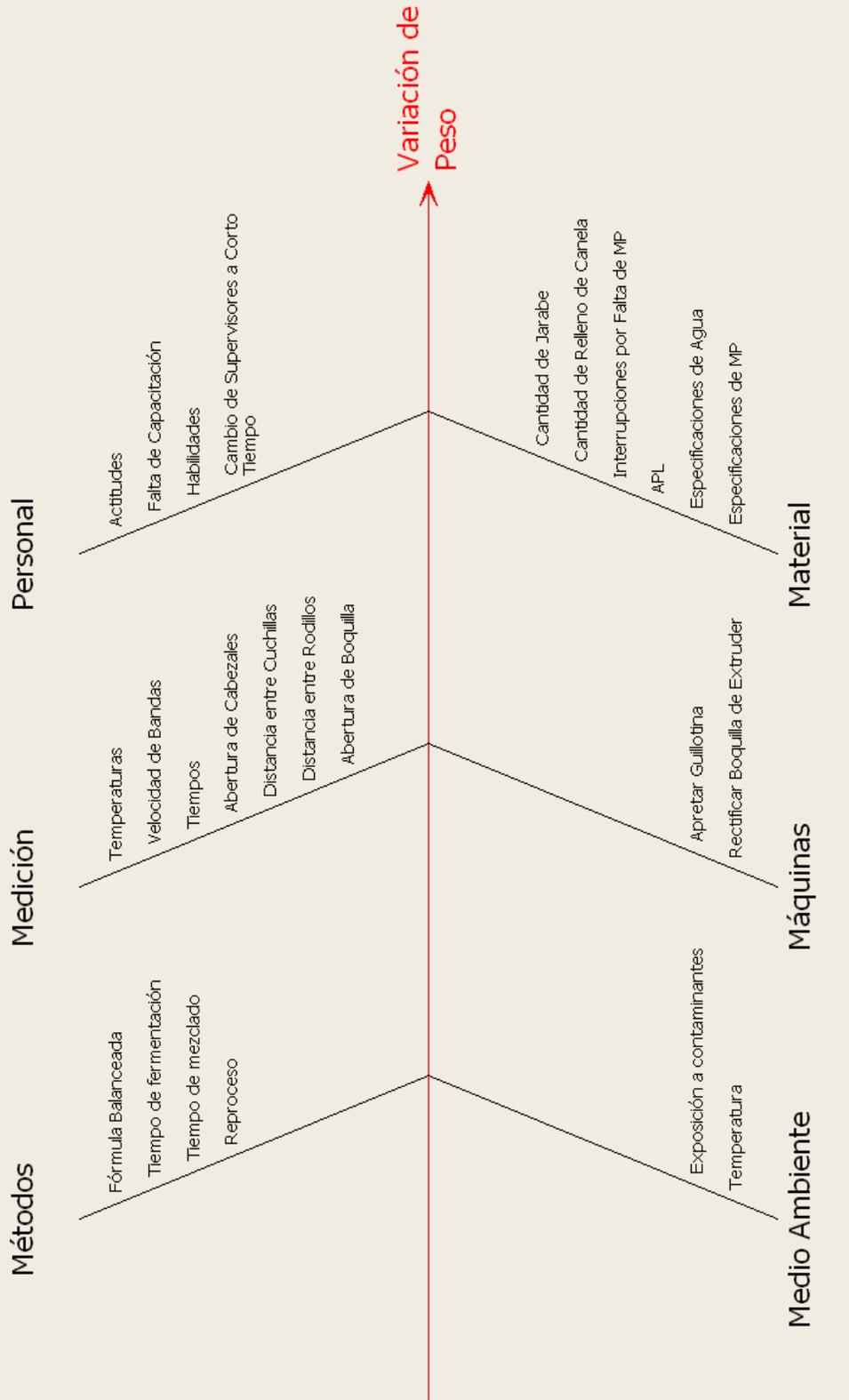


Figura 6. Diagrama de causa y efecto



### **3. PROPUESTA DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL DE PESO**

#### **3.1. Descripción de la propuesta**

##### **3.1.1. Control estadístico de proceso**

Se pretende utilizar un programa que permita la recolección de datos extraídos de la población total producida durante la jornada de trabajo, en forma diaria.

Con este programa, se puede cuantificar la cantidad de productos, tanto dentro como fuera de especificación, encontrando las causas principales que afecten el proceso, tratando de analizarlas y corregirlas, disminuyendo de ésta forma la variación, sometiendo el proceso a un control estadístico logrando eliminar las causas especiales que se encuentren, realizando gráficos comparativos antes y después de aplicar el CEP, presentando mejoras, y dándole un seguimiento al programa, para reducir cada vez más la variación de peso en la línea, buscando la mejora continua, realizando una retroalimentación periódica del estado de ésta.

##### **3.1.2. Análisis con base en la metodología 123**

###### **3.1.2.1. Definir**

El problema principal que se da en la línea de roles de canela es la excesiva variación de peso en el producto, tanto en el área de maquinado como en el área de producto terminado.

Existe un gran porcentaje de productos que se encuentran tanto bajo especificación como sobre especificación.

**Tabla I. Productos fuera de especificación**

MES	Peso Declarado	LIE SACIP	Peso Objetivo	LSE SACIP	Peso Promedio	Desviación Estándar	% de Producto con Sobre peso	% de Producto entre LIE y Objetivo	% de Producto por abajo del LIE	% de Producto Debajo del declarado	Total Piezas
ABRIL	120	125.9	129.6	136.4	128.5	7.66	15%	19%	37%	13%	667008
MAYO	120	125.9	129.6	136.4	130.5	7.84	23%	18%	28%	9%	622444
JUNIO	120	125.9	129.6	136.4	129.7	7.59	19%	19%	31%	10%	578640

### 3.1.2.2. Medir

Se han estado registrando datos en forma diaria, tanto de piezas en dividido (maquinado) como en piezas de producto terminado. La muestra de los datos registrados se aproxima a la que debería de ser, pero siempre tiene cierto error con respecto a esta.

Con los datos registrados se obtiene los histogramas semanales y gráficos de control de los mismos.

### 3.1.2.3. Analizar

De los histogramas y gráficos de control, se obtiene la media de los pesos, la desviación estándar, el porcentaje de producto tanto por debajo del límite inferior de especificación, como los que se encuentran sobre el límite superior de este, la capacidad del proceso y el rango, entre los datos más significativos y relevantes.

Con esta información, se obtiene el estado de la línea, y conforme a los resultados se pretende obtener las causas principales que se relacionan directamente con la variación de peso del producto.

**Tabla II. Porcentaje de productos fuera de especificación en dividido**

MES	DIVIDIDO				
	MEDIA (g)	RANGO (g)	BAJO PESO (%)	SOBREPESO (%)	TOTAL (%)
ENERO	180.48	14.34	16.39	28.11	44.5
FEBRERO	180.02	12.48	13.35	24.63	37.98
MARZO	179.16	17.42	18.4	23.63	42.04
ABRIL	177.54	10.65	23.6	15.38	38.98
MAYO	178.79	13.97	17.45	19.16	36.61
JUNIO	178.12	12.79	19.62	16.28	35.89

**Tabla III. Porcentaje de productos fuera de especificación en terminado**

MES	TERMINADO				
	MEDIA (g)	RANGO (g)	BAJO PESO (%)	SOBREPESO (%)	TOTAL (%)
ENERO	SINDATOS	SINDATOS	SINDATOS	SINDATOS	SINDATOS
FEBRERO					
MARZO					
ABRIL	128.51	10.78	38.01	17.2	55.2
MAYO	130.48	16.49	28.56	23.94	52.5
JUNIO	129.71	15.97	31.56	21.38	52.94

#### **3.1.2.4. Mejorar**

En base a las soluciones propuestas se pretende encontrar las soluciones adecuadas, comenzando con identificar los principales problemas o causas que estén afectando al proceso, en cuanto a la variación de peso.

### 3.2. Especificaciones de peso del producto

#### 3.2.1. Piezas en dividido

Las especificaciones de peso de los roles de canela, en el proceso de maquinado, están establecidas según estándares determinados por la planta. Tal especificación está conformada por la cantidad de ingredientes que requiere una masa, obteniendo de tal forma un dato aproximado de cuántas unidades deben de obtenerse de ésta entre un rango de peso.

**Tabla IV. Especificaciones de peso de producto en dividido**

DIVIDIDO		
	<b>Roles (3)</b>	<b>Roles (2)</b>
Objetivo	177 g	118 g
LI	172.5 g	115 g
LS	184.95 g	123.3 g

#### 3.2.2. Piezas en terminado

Luego de obtener un peso en el proceso de maquinado, se deben de agregar otras variantes al peso de cada unidad, entre las que están, tiempo en la cámara de vapor, horneado, aplicación de jarabe y corte final del producto.

Esta serie de procedimientos realizados proporcionan un cambio en el peso del producto, el cual también está dado por los estándares de Bimbo de México, aunque muchas veces las condiciones tanto físicas como ambientales de la ubicación de la planta influyen de tal manera que afectan dicho resultado.

**Tabla V. Especificaciones de peso de producto en terminado**

TERMINADO	
	<b>Roles (2)</b>
Objetivo	129.6 g
LI	125.9 g
LS	136.4 g
Declarado	120 g

### 3.2.3. Actualización continua

Debido a los cambios de clima, temperaturas, antigüedad de maquinaria, personal en la línea, cambio de supervisores, introducción de nuevos equipos o métodos de trabajo, es importante evaluar nuevamente si las especificaciones cumplen con las exigencias de todos los factores mencionados anteriormente, ya que el comportamiento del producto puede cambiar, y debido a esto, es posible que los parámetros y tolerancias establecidas ya no sean los adecuados para el proceso.

### 3.3. Preparación de materia prima

#### 3.3.1. Peso exacto

La materia prima es preparada todos los días por el almacén de materiales, el cual posee básculas que son calibradas en forma periódica.

#### 3.3.2. Cantidad de material

Después de pesar la materia prima requerida para el proceso, ésta es guardada en bolsas identificadas y colocadas en un área destinada para el proceso al que corresponda.

### 3.4. Calibración

#### 3.4.1. Cabezal laminador

Se tienen dos cabezales laminadores a lo largo de la línea, cada uno con diferente abertura dada por especificación.

**Tabla VI. Especificaciones de abertura de cabezales laminadores**

CABEZALES LAMINADORES	
Equipo	Especificación
Cabezal Laminador 1	10 -11.5 mm
Cabezal Laminador 2	7 - 8.5 mm

El inconveniente es que actualmente, dichos cabezales no están calibrados conforme la especificación, y su abertura varía de acuerdo a la consideración del colaborador encargado de la línea, ya que muchas veces ésta se relaciona directamente con la consistencia de la masa y la uniformidad del espesor del paño, por lo que se realizan dichos cambios.

Las mediciones tomadas dan a conocer que la abertura varía entre cierto rango, que se aleja de manera considerable de las especificaciones dadas anteriormente.

Es necesario que se realicen pruebas que determinen el comportamiento del espesor del paño, tanto como la relación con el peso del mismo, y de esta forma establecer una nueva especificación que cumpla con los requerimientos del proceso.

### **3.4.2. Enrolladores**

Los rodillos enrolladores están ubicados después de las cuchillas cortadoras, y tienen como función enrollar, como su nombre lo indica, el paño que ya lleva el relleno de canela. Deben de estar colocados con cierta distancia entre cada uno, que vaya de acuerdo a la posición de las cuchillas cortadoras y de los separadores.

**Tabla VII. Especificación de separación entre rodillos enrolladores**

RODILLOS ENROLLADORES	
Especificación	27 - 28 cms

Al realizar las mediciones para conocer su estado, se determinó que la distancia entre cada uno no cumple con la especificación dada, lo cual, si bien no afecta directamente, no es conveniente tenerla así.

Se debe dejar el espacio adecuado entre cada rodillo enrollador para cumplir con especificaciones y evitar inconvenientes durante la producción.

### **3.5. Dividido**

#### **3.5.1. Guillotina**

La guillotina se relaciona directamente con la variación de peso, ya que puede variar en velocidad. Según la especificación, ésta debería ser de 134 cortes por minuto, para lograr obtener un peso uniforme.

La banda transportadora que lleva los rollos de roles tiene una velocidad constante, pero el ritmo de la guillotina cambia de acuerdo al peso que se va registrando en la báscula, por esto, si el peso está por debajo de especificación, reducen el ritmo de la guillotina, y por consiguiente, si el peso está sobre la especificación, aumentan el ritmo de la guillotina.

El problema es que durante la jornada diaria de producción, el ritmo permanece muy variable, debido a que hay demasiada variación entre cada rol.

#### **3.5.2. Alimentación de moldes**

Los moldes son suministrados por medios manuales, por lo que un operario se encuentra colocando moldes en una banda transportadora durante la jornada de producción, además debe depositar grasa a los moldes por medio de una máquina que la distribuye uniformemente a estos.

Regularmente se producen 6 masas diarias, y por cada masa se requieren aproximadamente 502 moldes, para poder satisfacer dicha producción, pero cuando los pedidos son elevados, se producen 1 ó 2 masas más que la producción regular, por lo que deben esperar aproximadamente 30 minutos para realizar la mezcla de la masa, mientras se desocupan la cantidad de moldes que hacen falta para poder cubrir éstas extras.

El gran inconveniente es que al dejar pasar 30 minutos más, éstas últimas masas se fermentan más de lo debido, por lo que la variación de peso se

incrementa en mayor medida en la mayoría de las piezas producidas en éstas últimas, afectando la variación global de peso de producción diaria y por lo tanto los reportes mensuales.

### **3.6. Toma de muestras para control de peso**

#### **3.6.1. Método**

En la parte en donde está colocada la guillotina, se encuentra la báscula que está conectada a una computadora, la cual va registrando los pesos tomados por ésta. Por la banda transportadora van tres rollos de masa, que son unidos por una pieza que tiene el movimiento de zigzag, por lo que cuando pasan por la guillotina, ésta los corta de manera que va formando piezas de 3 roles.

La forma de pesar los roles, es tomando las piezas de 3 unidades, y luego volviéndolas a colocar en el molde.

Los datos registrados en la máquina, en el proceso de maquinado, quedan como información útil para manejar, pero el problema es que no se analiza para obtener mejoras, o realizar acciones correctivas que afecten y contribuyan a que exista variación de peso.

El programa que registra los datos, permite obtener datos estadísticos muy útiles para el análisis de éstos.

El inconveniente de pesar las piezas de roles de esta forma, es que no se conoce en cuál de las tres unidades se encuentra la variación tanto de bajo peso como sobrepeso, y por lo tanto es más complicado detectar las causas que afecten a dicha variación.

#### **3.6.2. Frecuencia**

A lo largo de la línea se encuentran varios colaboradores atendiendo puntos que requieran de algún cambio o supervisión durante la producción, por lo que en el área en donde se encuentra la guillotina hay una persona

acomodando las piezas que van en los moldes y colocando las jaulas para poner éstos moldes, ésta misma persona se encarga de registrar los pesos de las piezas aproximadamente cada 15 minutos, pero no tienen un tiempo definido para pesar entre pieza y pieza, por lo que la cantidad de datos para realizar el análisis varía día con día, ya que no se tiene una muestra constante.

La forma ideal para conocer la frecuencia con la cual se deben tomar los datos, es conociendo dos variantes importantes:

Primera: utilizando la fórmula para conocer el número de muestras adecuado:

$$n = \left( \frac{2s}{d} \right)^2$$

Donde;

n = número de muestras

s = desviación estándar

d = precisión del equipo

Segunda: conociendo la jornada de producción en horas al día, podemos hacer una relación de muestras por minuto, por lo que establecemos de esta forma la frecuencia con la que debemos pesar las muestras.

### **3.7. Capacitación**

#### **3.7.1. Personal**

Según los formatos de capacitación que se manejan, las personas que reciben capacitaciones, son los colaboradores de la línea, los supervisores tanto de producción como mantenimiento y los mecánicos en general.

Muchas veces es necesario que se involucren a todas las personas que se relacionen con los procesos productivos, ya que para alcanzar una mejora continua, es necesario que se tomen las ideas de todos, además de que éstos

tengan conocimientos de la importancia de implementar un proyecto de control estadístico de proceso, para que todos puedan proporcionar su máximo esfuerzo en el cumplimiento de la calidad.

### **3.7.2. Temas**

La selección de la información para impartir a las personas que deben ser capacitadas, debe obtenerse de las necesidades encontradas durante el proceso, o de las mejoras que quieren introducirse, para que las personas tengan el conocimiento básico de los cambios, y de esta forma, que conforme el tiempo, adquieran la experiencia debida.

### **3.7.3. Períodos**

Los períodos de capacitación deben programarse, como prioridad, de acuerdo a cómo los proyectos se van introduciendo e implementando, además de que sean programadas en épocas y horarios en dónde la carga de trabajo no sea excesiva, para que tal programación pueda llevarse a cabo en el tiempo indicado y de esta forma aprovechar la información para que los colaboradores la apliquen a los procesos.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA**

### **4.1. Implementar acciones correctivas**

#### **4.1.1. Mezclado**

##### **4.1.1.1. Esponjas**

###### **4.1.1.1.1. Exactitud de materiales**

Los materiales utilizados para la elaboración de las esponjas son: harina, agua, levadura, gluten de trigo, sal y alimento para levadura.

- Agua: es agregada a las esponjas por medio de un sistema en el cual el operario marca en una pantalla la cantidad que necesita, y ésta es depositada en la mezcladora de esponjas para ser utilizada.
- Harina: es otro material que se agrega por medios automáticos, muy parecido al agua, trabaja con bombas que mueven el material hasta cada punto de uso, en un sistema cerrado. Los colaboradores colocan la cantidad de harina que requieren en el proceso de mezclado de esponjas y luego éste se encarga de depositar la cantidad requerida.

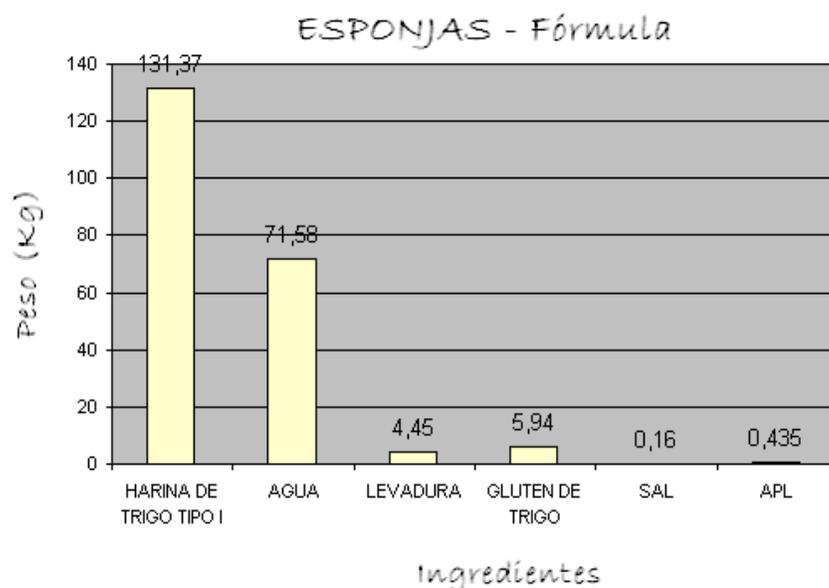
Las cantidades de agua y harina que requiera el mezclado de esponjas tienen una exactitud muy alta, ya que como se mencionó anteriormente, se encuentra automatizado.

Tanto la levadura como el gluten de trigo son considerados alérgenos, por lo que tiene una ubicación especial dentro de la bodega de materia prima.

Los polvos como la sal y APL son pesados en un espacio específico para esto, los colaboradores pesan en forma diaria, previamente a su utilización.

Se realizaron pruebas para verificar la exactitud de materiales requeridos por el proceso y los proporcionados por el almacén de materia prima, con los siguientes resultados:

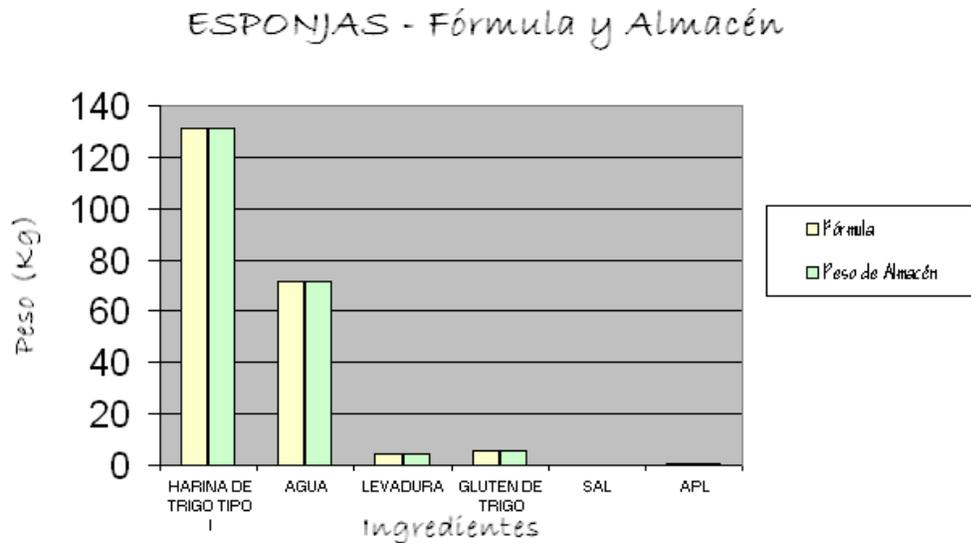
**Figura 7. Materiales para elaboración de esponjas**



**Tabla VIII. Comparativo de materiales para elaboración de esponjas**

<i>COMPARATIVO DE PESO (Kg)</i>		
<i>INGREDIENTE</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Peso de Almacén</i>
HARINA DE TRIGO TIPO I	131,37	131,4
AGUA	71,58	71,6
LEVADURA	4,45	4,5
GLUTEN DE TRIGO	5,94	5,95
SAL	0,16	0,16
APL	0,435	0,435

**Figura 8. Comparativo de materiales para elaboración de esponjas**



Con los gráficos anteriores, se concluye que la cantidad de materiales utilizados para la elaboración de esponjas es el adecuado, ya que la exactitud de los materiales pesados por el almacén es buena con respecto a los datos establecidos en la fórmula.

Por lo anterior, no se deben realizar cambios en esta parte del proceso, ya que no está afectando la variación de peso del producto.

#### **4.1.1.1.2. Tiempo de crecimiento**

Los materiales para la elaboración de las esponjas son mezclados durante 2 minutos en baja revolución y luego 6 minutos en alta revolución, para que logren una consistencia adecuada y una temperatura, al caer de la máquina mezcladora, entre 26° y 28° aproximadamente.

El tiempo que cada esponja pasa en las artesas fermentándose antes de su uso es de 2 horas, lo cual no debe variar, ya que si se le deja más o menos tiempo las características de éstas cambian.

#### 4.1.1.2. Masas

##### 4.1.1.2.1. Ingredientes

Los ingredientes utilizados en la preparación de las masas son: esponjas, harina tipo 1, azúcar, huevo en polvo, pasas, manteca, levadura, sal y agua.

Los materiales son pesados diariamente y llevados a la línea por el colaborador encargado de ésta área, el cual los deposita dentro de la mezcladora en las cantidades ya establecidas.

**Tabla IX. Materiales para elaboración de masas**

MASAS PARA ROLES	
INGREDIENTES	PESO (Kg)
Esponja	213,95
Harina Tipo I	66,63
Azúcar	39,6
Huevo	9,85
Uva pasa	41,29
Manteca	19,8
Sal	1,98
Agua	29,56
Otros	3,9

##### 4.1.1.2.2. Tiempo de mezclado

Las masas dentro de la mezcladora pasan 1 minuto en baja revolución y 7 minutos con 20 segundos en alta revolución, preparando la consistencia de éstas, ya que deben de poseer buena elasticidad y una temperatura al caer entre 28° y 29° aproximadamente.

Debido a que las máquinas de mezclado tienden a calentarse mientras trabajan, este calor es transferido a la masa, por lo tanto afecta la consistencia de la misma.

Para equilibrar la temperatura de las masas, se divide la cantidad total de agua que requiere la mezcla en una parte líquida y el resto de hielo.

## **4.1.2. Maquinado**

### **4.1.2.1. Calibración de boquilla**

Una bomba de masa que utiliza tornillos helicoidales transporta la masa que sale de la mezcladora hacia una tolva, que permite el paso hacia un conducto que divide en tres zonas la masa la cual pasa por una boquilla que la debe distribuir de manera uniforme formando un paño con cierto espesor que luego es transportado por una banda.

Según especificaciones la abertura de la boquilla debe estar entre 7 y 8 Mm., para obtener un espesor de paño relativamente igual a lo largo del mismo. Para determinar si su abertura es uniforme se midió el largo de la boquilla y se dividió en cinco puntos, tomando como referencia para enumerarlos, el lado izquierdo de la boquilla:

**Figura 9. Boquilla de masa**



Luego de identificar cada división de la boquilla, se procedió a realizar mediciones con un vernier en estos cinco puntos, para conocer la abertura de que ésta poseía.

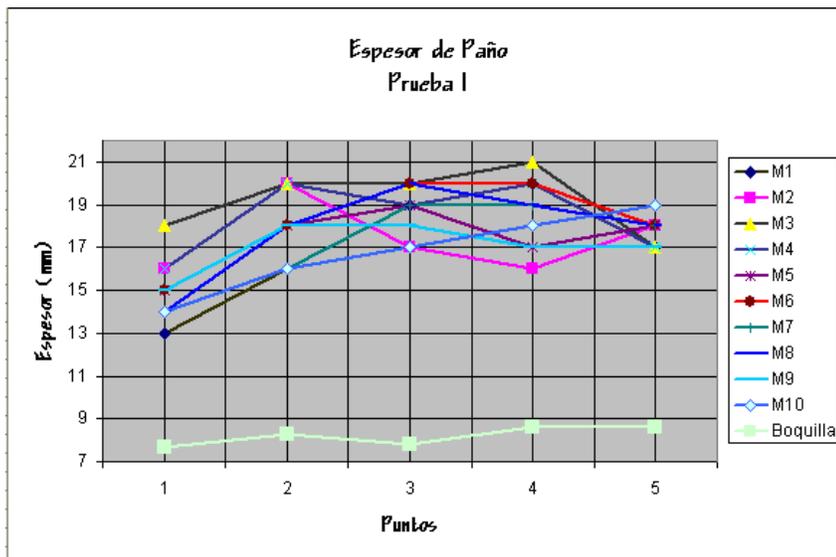
Al mismo tiempo, se realizaron pruebas de espesor de paño, que consisten en medir en estos mismos cinco puntos, con un vernier la profundidad o espesor de paño, para conocer la variación que representa la abertura de la boquilla, tomando como muestra diez mediciones y realizando su respectiva gráfica:

**PRUEBA 1:**

**Tabla X. Datos de prueba 1 espesor de paño en boquilla de masa**

	BOQUILLA DE EXTRUDER - PRUEBA 1				
Punto	1	2	3	4	5
Abertura	7,70	8,30	7,8	8,60	8,60

**Figura 10. Espesor de paño – prueba 1**

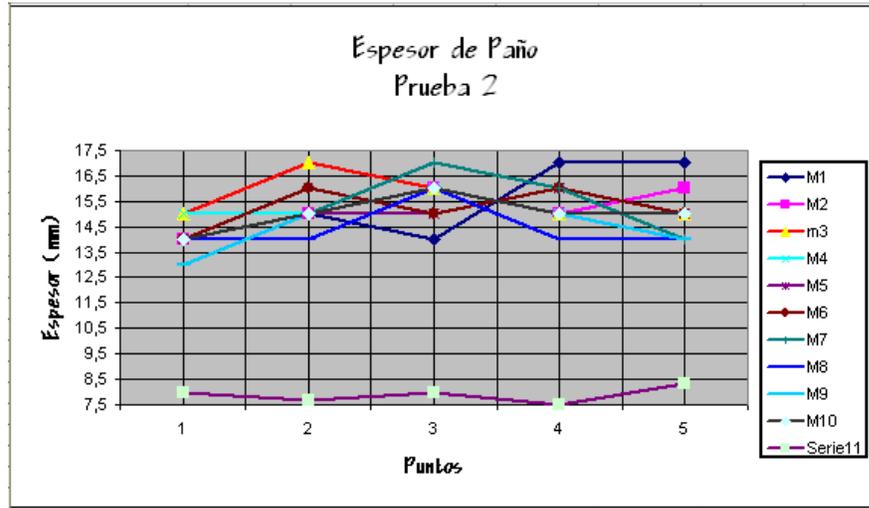


**PRUEBA 2:**

**Tabla XI. Datos de prueba 2 espesor de paño en boquilla de masa**

	BOQUILLA DE EXTRUDER - PRUEBA 2				
Punto	1	2	3	4	5
Abertura	8,00	7,70	8,00	7,50	8,30

Figura 11. Espesor de paño – prueba 2

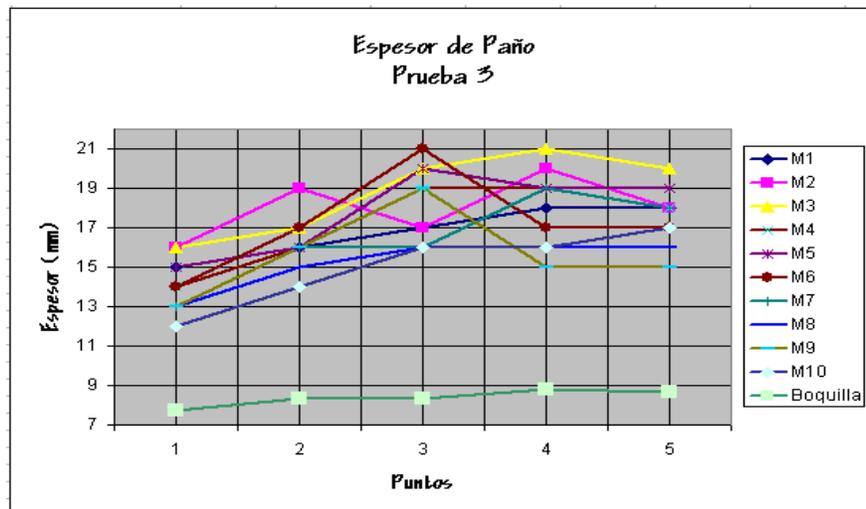


PRUEBA 3:

Tabla XII. Datos de prueba 3 espesor de paño en boquilla de masa

BOQUILLA DE EXTRUDER - PRUEBA 3					
Punto	1	2	3	4	5
Abertura	7,70	8,30	8,3	8,80	8,70

Figura 12. Espesor de paño – prueba 3



Según los gráficos podemos notar que las muestras tienen un comportamiento diferente en cada prueba, porque si bien se ve algunas se comportan de acuerdo a la abertura de la boquilla, pero otras se encuentran fuera del patrón que siguen las demás.

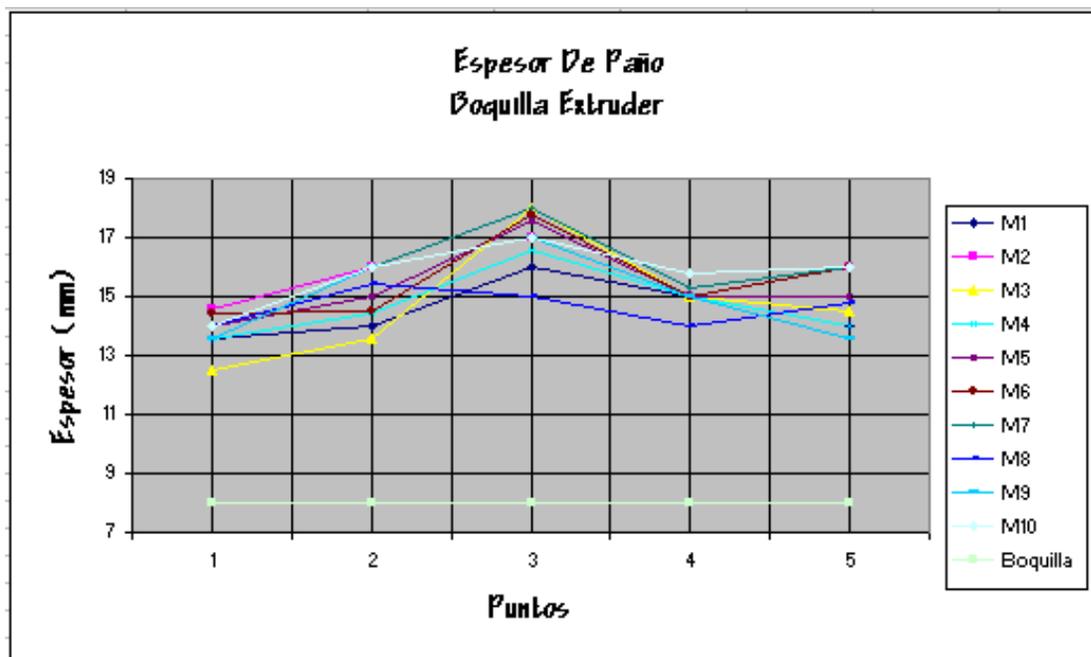
Para conocer si el comportamiento del espesor de paño cambia, se realizaron pruebas pero con la boquilla calibrada a lo largo de ésta a 8 milímetros, obteniendo lo siguiente:

**PRUEBA 1:**

**Tabla XIII. Datos de prueba 1 - espesor de paño en boquilla de masa**

	BOQUILLA DE EXTRUDER - PRUEBA I				
Punto	1	2	3	4	5
Abertura	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00

**Figura 13. Espesor de paño con boquilla calibrada – prueba 1**

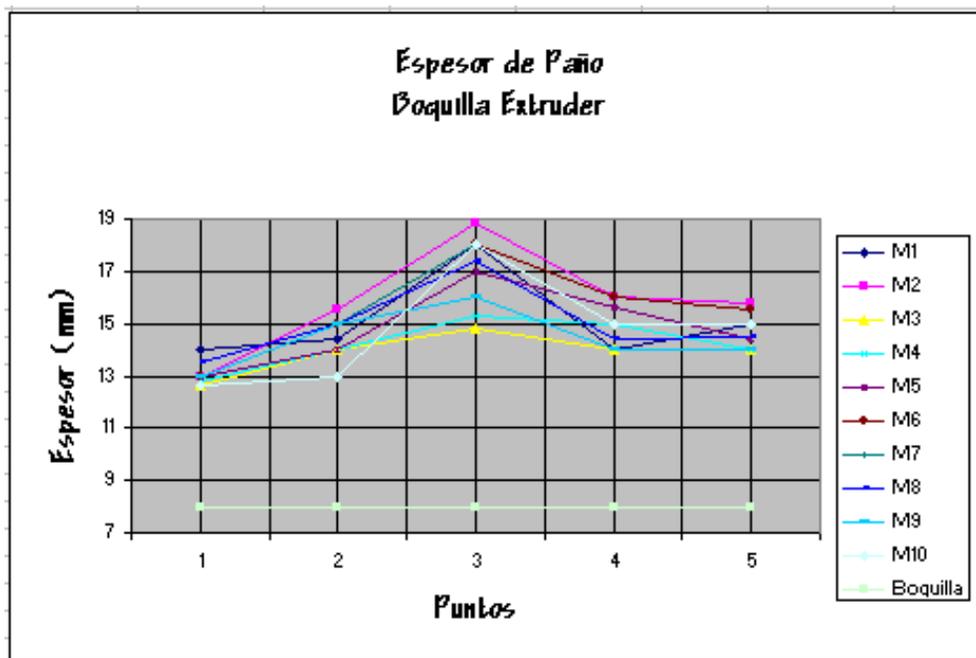


**PRUEBA 2:**

**Tabla XIV. Datos de prueba 2 - espesor de paño en boquilla de masa**

	BOQUILLA DE EXTRUDER - PRUEBA 2				
Punto	1	2	3	4	5
Abertura	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00

**Figura 14. Espesor de paño con boquilla calibrada – prueba 2**

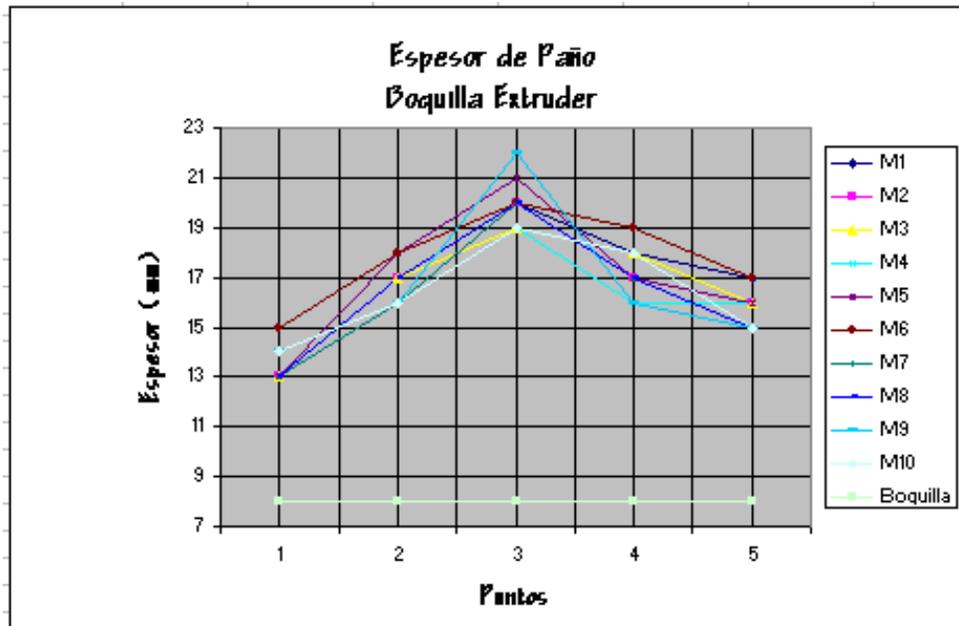


**PRUEBA 3:**

**Tabla XV. Datos de prueba 3 - espesor de paño en boquilla de masa**

	BOQUILLA DE EXTRUDER - PRUEBA 3				
Punto	1	2	3	4	5

**Figura 15. Espesor de paño con boquilla calibrada – prueba 3**



Con estas pruebas se determinó que la abertura de la boquilla se relaciona con la variación de espesor que hay en el paño, ya que todas las muestras llevan un comportamiento muy similar entre todas, aunque se debe de tomar en cuenta que sí existe variación de espesor entre un punto y otro a la vez.

Pero aún no se puede concluir que tenga relación directa con el peso en cada punto, ya que la densidad de la masa puede variar pudiendo llevar en su interior más burbujas en una parte de ésta que en otra. Pero para evitar este tipo de especulaciones, se realizaron pruebas que involucraran los siguientes parámetros:

- a. La abertura de la boquilla
- b. El espesor de paño
- c. El peso del paño

Con esta prueba se pretende analizar los tres factores para conocer si existe relación entre los mismos, realizando tres pruebas, al igual que la anterior.

TABLA DE DATOS:

**Tabla XVI. Prueba 1 - peso de paño – boquilla de masa**

PRUEBA DE PESO DE PAÑO										
No. De Prueba	Ubicación	Peso de la muestra	Largo de la muestra (m)	Ancho de muestra (m)	Pto. 1 (18 Cm)	Pto. 2 (36 Cm)	Pto. 3 (54 Cm)	Pto. 4 (72 Cm)	Pto. 5 (90 Cm)	Total (gramos )
1	Estruder	4,556	0,9	0,2	740	1088	976	938	814	4556
2	Estruder	3,806	0,9	0,2	900	854	632	622	800	3808
3	Estruder	3,632	0,9	0,2	635,6	726,4	839,9	817,2	612,9	3632
PROMEDIO DE PESO					759	889	816	792	742	3999

**Figura 16. Peso de paño en boquilla de masa – prueba 1**



Se obtuvo la siguiente información:

- o Rango = 475.10 gramos

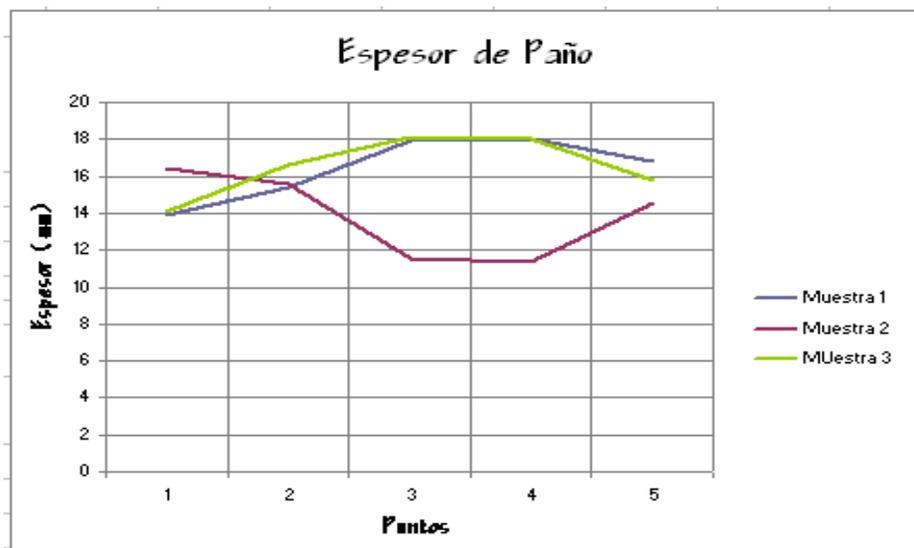
- Peso mínimo = 612.9 gramos
- Peso máximo = 1008 gramos
- Región con mayor peso = Punto 2 con un promedio de 889 g
- Región con menor peso = Punto 5 con un promedio de 742 g

Esto nos indica que la variación de peso entre cada punto del paño que se encuentra a la salida de la boquilla tiene una variación bastante alta, lo que puede estar afectando la variación de peso del producto.

**Tabla XVII. Prueba 1 - Espesor de paño – boquilla de masa**

PRUEBA DE ESPESOR DE PAÑO (mm)						
No. De Prueba	Ubicación	Pto. 1 (18 Cm)	Pto. 2 (36 Cm)	Pto. 3 (54 Cm)	Pto. 4 (72 Cm)	Pto. 5 (90 Cm)
1	Extruder	13,9	15,36	17,9	18	16,8
2	Extruder	16,4	15,6	11,5	11,3	14,6
3	Extruder	14,1	16,6	18,1	18	15,8
PROMEDIO		14,8	15,8	15,8	15,8	15,7

**Figura 17. Espesor de paño en boquilla de masa – prueba 1**



Información obtenida:

- Región con mayor espesor = Punto 2, 3 y 4 con un promedio de 15.8 Mm.
- Región con menor espesor = Punto 1 con un promedio de 14.8 Mm.

Comparando la información y observando la tendencia de las muestras tanto de peso como de espesor de paño en los mismos puntos, se puede concluir que tienen una relación directa, ya que a mayor espesor de paño mayor peso de del mismo en la región analizada. Cabe recordar que la abertura de la boquilla permaneció en 8 Mm., durante las pruebas realizadas.

#### 4.1.2.2. Calibración de cabezales laminadores

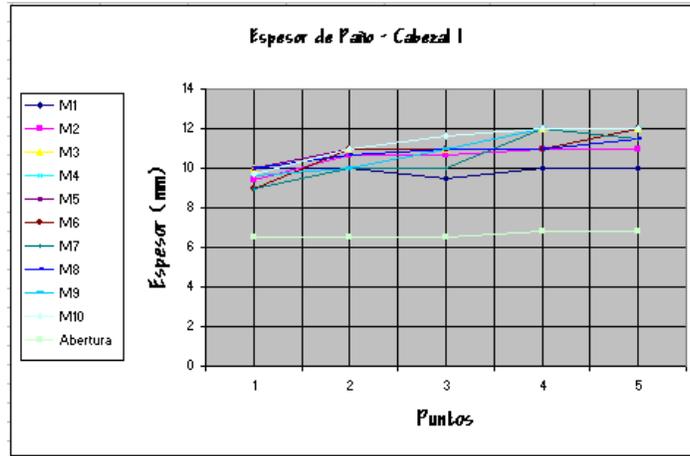
Luego de que la masa es transportada por la banda, ésta pasa por dos rodillos laminadores, cuya función es reducir el espesor del paño y a la vez hacerlo más uniforme. Durante el transporte de la masa, se encuentran dos harinadores, uno antes de pasar por el rodillo laminador 1, y el otro antes de pasar por el rodillo laminador 2, para evitar que ésta se adhiera a la superficie de los rodillos obstruyendo y dificultando el paso.

Se realizaron las mismas pruebas que la etapa anterior, espesor de paño a la salida de cada rodillo:

**Tabla XVIII. Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 1**

	RODILLO LAMINADOR I				
Punto	1	2	3	4	5
Abertura	6,50	6,50	6,50	6,80	6,80

**Figura 18. Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 1**

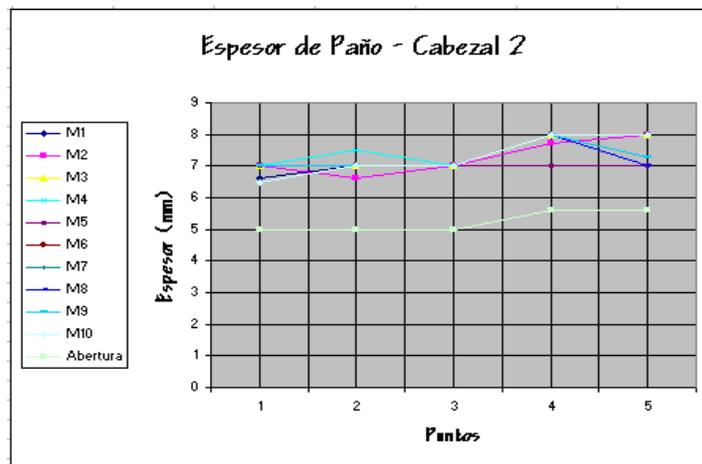


A la salida del rodillo laminador 1, se observa que la mayoría de muestras toman la misma tendencia en cada punto, y cada vez existe menos variación de espesor entre una muestra y otra.

**Tabla XIX. Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 2**

	RODILLO LAMINADOR 2				
Punto	1	2	3	4	5
Abertura	5,00	5,00	5,00	5,60	5,60

**Figura 19. Prueba - espesor de Paño – cabezal laminador 2**



Ambos rodillos laminadores no están calibrados para esta prueba, y su abertura se encuentra muy alejada de la especificación. Sin embargo, se puede notar que el comportamiento del espesor a la salida de este rodillo laminador, al igual que el anterior, muestra una mejor tendencia, reduciendo de esta forma la variación de espesor con respecto al rodillo 1 y a la boquilla del extruder.

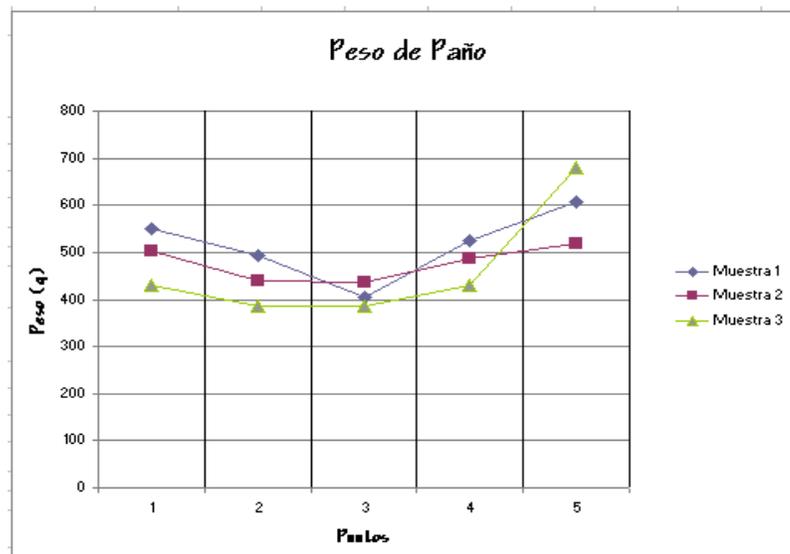
A continuación se muestran los resultados de las pruebas tanto de espesor como de peso de paño para ambos rodillos:

**RODILLO LAMINADOR 1:**

**Tabla XX. Prueba - peso de paño – cabezal laminador 1**

PRUEBA DE PESO DE PAÑO										
No. De Prueba	Ubicación	Peso de la muestra	largo de la muestra	Ancho de muestra	18 Cm	36 Cm	54 Cm	72 Cm	90 Cm	Total (gramos)
1	Rodillo 1	2,582	0,9	0,2	550	494	406	524	608	2582
2	Rodillo 1	2,382	0,9	0,2	504	438	436	486	518	2382
3	Rodillo 1	2,315	0,9	0,2	431,3	385,9	385,9	431,3	681	2315,4
PROMEDIO					495,1	439,3	409,3	480,4	602,3	2426,5

**Figura 20. Prueba - peso de paño – cabezal laminador 1**



Información obtenida:

- o Rango = 295.1 gramos

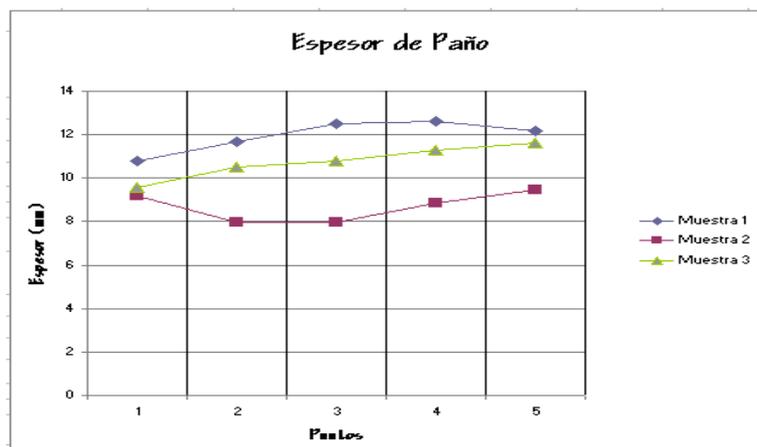
- Peso mínimo = 385.9 gramos
- Peso máximo = 681 gramos
- Región con mayor peso = Punto 5 con un promedio de 602.3 g
- Región con menor peso = Punto 3 con un promedio de 409.3 g

En relación con los datos de la boquilla del extruder, el rango se redujo aproximadamente en 180 gramos, y las regiones con mayor y menor peso cambiaron totalmente con respecto a las indicadas en la prueba de la boquilla. Es importante tomar en cuenta que la abertura del rodillo en los puntos 3 y 4 tiene 0.3 mm más que en los otros puntos, lo que justifica la región que posee mayor peso.

**Tabla XXI. Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 2**

PRUEBA DE ESPESOR DE PAÑO (mm)						
No. De Prueba	Ubicación	Pto. 1 (18 Cm)	Pto. 2 (36 Cm)	Pto. 3 (54 Cm)	Pto. 4 (72 Cm)	Pto. 5 (90 Cm)
1	Rodillo 1	10,8	11,7	12,5	12,6	12,2
2	Rodillo 1	9,1799	7,9777	7,9413	8,852	9,4349
3	Rodillo 1	9,57	10,54	10,78	11,3	11,6
PROMEDIO		9,8	10,1	10,4	10,9	11,1

**Figura 21. Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 2**



Información obtenida:

- Región con mayor espesor = Punto 5 con un promedio de 11.1 Mm.
- Región con menor espesor = Punto 1 con un promedio de 9.8 Mm.

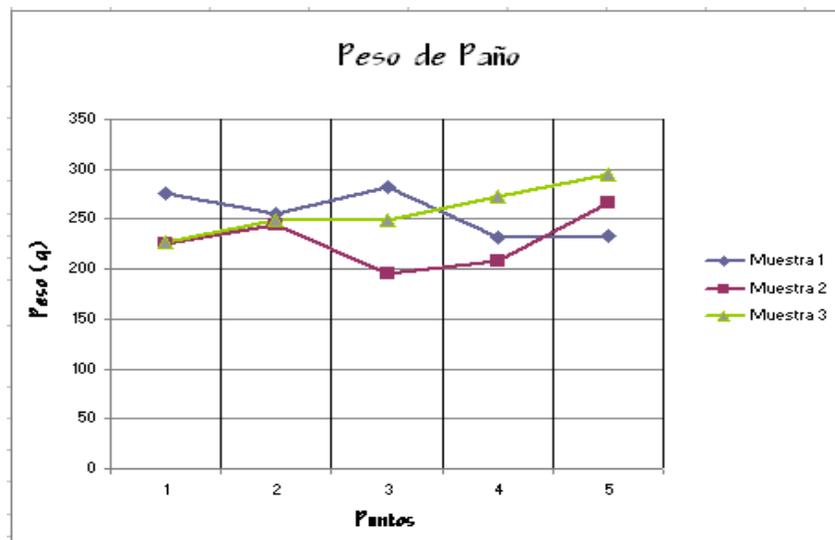
Tanto la región con mayor peso y espesor coincide en el punto 5, y la región con menor espesor varía entre el punto 1 y 2.

## RODILLO LAMINADOR 2:

Tabla XXII. Prueba - peso de paño – cabezal laminador 2

PRUEBA DE PESO DE PAÑO										
No. De Prueba	Ubicación	Peso de la muestra	largo de la muestra	Ancho de muestra	18 Cm	36 Cm	54 Cm	72 Cm	90 Cm	Total (gramos)
1	Rodillo 2	1,28	0,9	0,2	276	256	282	232	234	1280
2	Rodillo 2	1,14	0,9	0,2	226	244	196	208	266	1140
3	Rodillo 2	1,29	0,9	0,2	227	249,7	249,7	272,4	295,1	1293,9
PROMEDIO					243	249,9	242,6	237,5	265	1238

Figura 22. Prueba - peso de paño – cabezal laminador 2



Información obtenida:

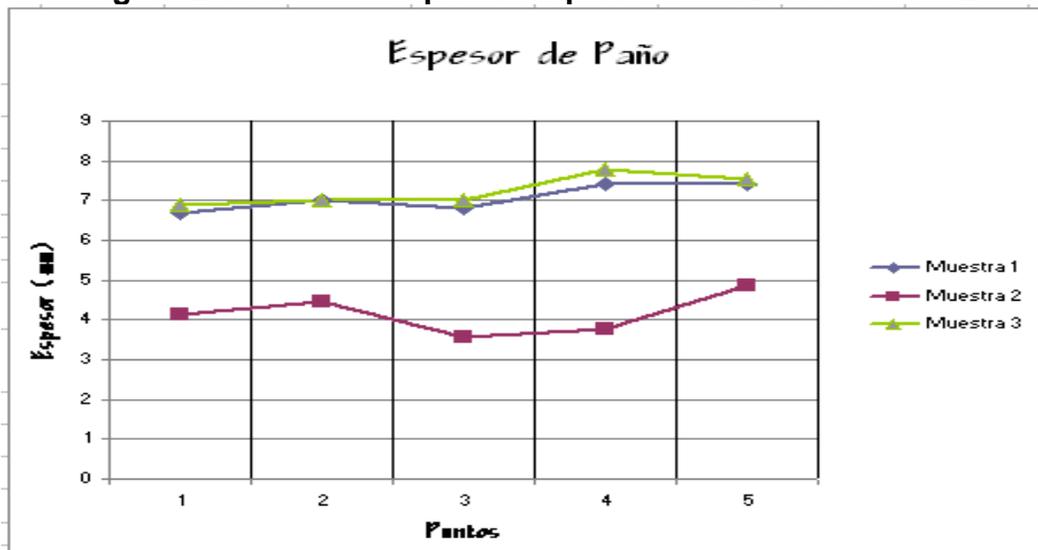
- Rango = 99.1 gramos
- Peso mínimo = 196 gramos
- Peso máximo = 295.1 gramos
- Región con mayor peso = Punto 5 con un promedio de 265 g
- Región con menor peso = Punto 4 con un promedio de 237.5 g

El rango se redujo en 196 gramos con respecto del resultado del rodillo laminador 1, conservando la región con mayor peso en el punto 5, y la región con menor peso entre los puntos 4 y 3.

**Tabla XXIII. Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 2**

PRUEBA DE ESPESOR DE PAÑO (mm)						
No. De Prueba	Ubicación	Pto. 1 (18 Cm)	Pto. 2 (36 Cm)	Pto. 3 (54 Cm)	Pto. 4 (72 Cm)	Pto. 5 (90 Cm)
1	Rodillo 2	6,7	7	6,8	7,4	7,4
2	Rodillo 2	4,1	4,4	3,6	3,8	4,8
3	Rodillo 2	6,9	7,0	7,0	7,8	7,5
PROMEDIO		5,4	5,7	5,2	5,6	6,1

**Figura 23. Prueba - espesor de paño – cabezal laminador 2**



Información obtenida:

- Región con mayor espesor = Punto 5 con un promedio de 6.1 Mm.
- Región con menor espesor = Punto 3 con un promedio de 5.2 Mm.

La región con mayor espesor coincide con región de mayor peso y es el punto 5, la región con menor espesor varía entre el punto 3 y 1.

Comparando la información entre el rodillo laminador 1 y el 2, se puede ver que mientras el paño pasa a través de estos, la variación tanto de peso como de espesor se va reduciendo de manera considerable, acercándose más a una medida homogénea.

#### **4.1.2.3. Espacio entre cuchillas**

Después del rodillo laminador 2 se encuentran ubicadas las cuchillas cortadoras, las cuales dividen el paño en tres partes iguales, quitando de las orillas los excesos de paño, recuperando de esta forma dicha masa, volviendo a reprocesarla.

**Figura 24. Cuchillas cortadoras**



**Figura 25. Cuchillas cortadoras**



Según especificación, la separación entre cada cuchilla debe de ser:

**Tabla XXIV. Especificación de separación entre cuchillas cortadoras**

<b>Cuchillas Cortadoras</b>
25 -26 cms

Se realizaron mediciones, para conocer si la distancia entre cada cuchilla era la misma, descartando de esta forma, este factor como causante de la variación de peso, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla XXV. Cuchillas cortadoras sin calibrar**

<b>Cuchillas Cortadoras</b>		
Disco 1 a Disco 2 (cms)	Disco 2 a Disco 3 (cms)	Disco 3 a Disco 4 (cms)
25,5	24,5	25

Como se puede observar, las distancias entre cada disco varían una con otra, y dos de ellas se encuentran dentro de la especificación, sin embargo no son iguales, por lo que de alguna forma, esta diferencia afecta a la variación de peso, ya que éstas dividen el paño, para que luego se formen los roles.

#### **4.1.2.4. Aplicación de relleno**

##### **4.1.2.4.1. Mezcla homogénea**

El relleno de canela lo realizan un día antes de que sea utilizado, y éste es preparado en forma diaria. Los colaboradores que preparan dicho relleno utilizan la misma cantidad de ingredientes cada vez que preparan esta mezcla, ya que se realizó una prueba en la que se comparó la cantidad de ingredientes

dada por la fórmula y la utilizada por el colaborador, dando como resultado datos exactos en el uso de los ingredientes, por lo que en este aspecto, no se encontró ningún inconveniente.

#### **4.1.2.4.2. Depositado uniforme**

Después de revisar y analizar la mezcla del relleno para conocer su uniformidad, se analizó la forma en la que es depositado.

El aplicador de canela tiene una bomba que lleva el relleno del recipiente hacia una boquilla principal con un diámetro de 4 centímetros, ésta a su vez está conectada a un manifold que distribuye el relleno a tres boquillas con diámetro de 12 milímetros que deposita el relleno en el paño.

**Figura 26. Aplicador de relleno**



Para conocer la uniformidad del aplicador, se realizaron dos tipos de pruebas:

#### **TIPO 1: CANTIDAD DE RELLENO POR TIEMPO**

Se realizaron dos pruebas de este tipo, se colocaron tres recipientes debidamente identificados debajo de cada boquilla distribuidora y se puso a funcionar la bomba del aplicador en tiempo igual a cero, esperando que transcurrieran 30 segundos, luego se detuvo la bomba, se pesó cada recipiente en una báscula, anotando el resultado.

Para conocer la cantidad depositada en el mismo tiempo, ahora analizando la boquilla principal, se desconectó el manifold de ésta, si se realizó el mismo procedimiento.

**Tabla XXVI. Prueba de cantidad de relleno de canela por tiempo**

<b>RESULTADOS PRUEBAS DE RELLENO DE CANELA</b>						
	<b>Frecuencia (Hz)</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Abertura</b>	<b>Prueba 1 (g)</b>	<b>Prueba 2 (g)</b>
Boquilla Principal	20	4 cms	30	Completa	366	357
Boquilla 1	20	12 mm	30	Completa	125	121
Boquilla 2	20	12 mm	30	Completa	139	132
Boquilla 3	20	12 mm	30	Completa	100	63
Total	Sumatoria de boquillas 1 a 3				364	316

Según los resultados, observamos que las pruebas tienen mucha similitud entre cada una en las boquillas 1 y 2, como en la principal, pero la que sale de la tendencia es la boquilla 3 en la prueba 2, afectando de ésta forma el total presentado por la sumatoria de las tres.

## **TIPO 2: CANTIDAD DE RELLENO Y TIEMPO DE DEPOSITADO POR VOLUMEN**

En este tipo de prueba se tomaron cuatro muestras de la boquilla principal, se puso a funcionar la bomba del aplicador dejando que se estabilizara durante 5 minutos para obtener datos mas exactos. Se colocó el cronómetro en tiempo cero, y se esperó a que transcurriera hasta que el relleno llegara a 500 mililitros del recipiente utilizado (en este caso un biker), luego se procedió a pesar el recipiente en una báscula para conocer la relación entre el peso y el tiempo como la prueba anterior.

**Tabla XXVII. Prueba de cantidad de relleno de canela y tiempo por volumen**

<b>BOQUILLA PRINCIPAL</b>					
<b>NO. DE MUESTRA</b>	<b>VOLUMEN (mL)</b>	<b>PESO (g)</b>	<b>TIEMPO (S)</b>	<b>g/s</b>	<b>kg/min</b>
M1	500	503,3	43,81	11,49	0,69
M2	500	497,7	43,62	11,41	0,68
M3	500	490,8	43,18	11,37	0,68
M4	500	476,2	41,03	11,61	0,70
<b>PROMEDIO</b>		<b>492</b>	<b>42,91</b>	<b>11,47</b>	<b>0,69</b>

A simple vista, se puede notar que la boquilla principal presenta en promedio un ritmo constante, ya que en un segundo los gramos depositados en cada muestra se asemejan, pero observando los kilogramos depositados por minuto, los datos se aproximan mayormente entre muestra y muestra.

Además no existe mucha variación en esta prueba, ya que si se observa el peso de cada muestra y la relación con el tiempo en el que se alcanzaron los 500 ml, se puede ver que las muestras con menor peso, cuentan con menor tiempo, por lo que se compensa la diferencia de pesos de una muestra a otra.

Para realizar las pruebas de cada boquilla, se puso a funcionar la bomba del aplicador y se dejó que se estabilizara durante 5 minutos, al igual que la prueba anterior. Se colocaron las boquillas sobre el mismo recipiente que contiene todo el relleno para evitar desperdicios del mismo, y se abrieron totalmente las tres llaves al mismo tiempo, tratando de tomar las pruebas en las mismas condiciones de trabajo normal cuando la línea está funcionando, luego se tomaron tres muestras por cada boquilla, colocando el recipiente debajo de una boquilla, tomando la muestra solamente una a la vez (mientras las otras dos continuaban funcionando), el cronómetro en tiempo cero, se esperó a que

transcurriera el tiempo hasta que el relleno llegara a 50 ml del biker utilizado, anotando los pesos de cada muestra y luego se procedió a tomar los otros datos sucesivamente.

**Tabla XXVIII. Prueba de cantidad de relleno de canela y tiempo por volumen**

<b>BOQUILLA # 1</b>					
NO. DE MUESTRA	VOLUMEN (mL)	PESO (g)	TIEMPO (S)	g/s	kg/min
M1	50	50,3	9,95	5,06	0,30
M2	50	62,2	14,5	4,29	0,26
M3	50	66,8	10,12	6,60	0,40
<b>PROMEDIO</b>		<b>59,77</b>	<b>11,52</b>	<b>5,19</b>	<b>0,31</b>

Los datos obtenidos por la boquilla número 1, indican que las muestras son similares y tiene relación entre el peso y el tiempo, dando en promedio un ritmo constante.

**Tabla XXIX. Prueba de cantidad de relleno de canela y tiempo por volumen**

<b>BOQUILLA # 2</b>					
NO. DE MUESTRA	VOLUMEN (mL)	PESO (g)	TIEMPO (S)	g/s	kg/min
M1	50	65	10,96	5,93	0,36
M2	50	60,2	14,66	4,11	0,25
M3	50	63,6	10,06	6,32	0,38
<b>PROMEDIO</b>		<b>62,93</b>	<b>11,89</b>	<b>5,29</b>	<b>0,32</b>

El ritmo de depositado en kilogramos por minuto es similar en las muestras 1 y 3, a excepción de la muestra 2 que está por debajo de los datos presentados por las otras dos, sin embargo en promedio el ritmo de la boquilla número 2 es muy similar al ritmo de la boquilla número uno.

**Tabla XXX. Prueba de cantidad de relleno de canela y tiempo por volumen**

<b>BOQUILLA # 3</b>					
<b>NO. DE MUESTRA</b>	<b>VOLUMEN (mL)</b>	<b>PESO (g)</b>	<b>TIEMPO (S)</b>	<b>g/s</b>	<b>kg/min</b>
M1	50	49,2	28	1,76	0,11
M2	50	66,5	32,47	2,05	0,12
M3	50	70,3	33,5	2,10	0,13
<b>PROMEDIO</b>		<b>62</b>	<b>31,32</b>	<b>1,98</b>	<b>0,12</b>

Los datos de la boquilla número 3 muestran que el peso de cada muestra tiene una relación directa con el tiempo en el cual alcanzaron los 50 ml, ya que a menor tiempo cronometrado, menor peso obtenido, pero el inconveniente en esta boquilla es que el ritmo promedio se aleja demasiado en comparación con las boquillas anteriores, por lo que se considera que la distribución de relleno por medio del manifold no es uniforme.

#### **4.1.2.5. Enrolladores**

Estos están ubicados después de las cuchillas cortadoras, pero previo a pasar por estos, se encuentra un harinador por la parte de arriba del paño, y otro por la parte de abajo, lo cual ayuda a que éste no se adhiera a dichos enrolladores.

**Figura 27. Rodillos enrolladores**



La separación entre cada rodillo enrollador tiene relación con el ancho de cada paño dividido por las cuchillas, teniendo las siguientes medidas dadas por especificación:

**Tabla XXXI. Especificación de separación entre rodillos enrolladores**

<b>Rodillos Enrolladores</b>
26 - 27 cms

Como la prueba anterior, se midió la distancia entre cada rodillo, y se encontró que la distancia entre cada uno está dentro de la especificación:

**Tabla XXXII. Espacio entre rodillos enrolladores sin calibrar**

<b>Rodillos Enrolladores</b>		
<b>Enrollador 1 a</b>	<b>Enrollador 2 a</b>	<b>Enrollador 3 a</b>
<b>Enrollador 2</b>	<b>Enrollador 3</b>	<b>Enrollador 4</b>
(cms)	(cms)	(cms)
26	26,5	26

Debido a que en esta parte del proceso, la exactitud en la distancia de cada uno es despreciable, ya que la única función de estos es enrollar el paño previamente cortado, por lo que esto no afecta la variación de peso.

#### 4.1.2.6. Zigzag

La función de éste es unir las hogazas o rollos de masa, por lo que se encuentra después de los rodillos enrolladores.

**Figura 28. Zig - Zag**



Se midió la abertura en su parte más ancha ya que se debe de tener un espacio adecuado para no afectar los rollos de masa, al igual que su parte angosta porque al unir ésta las tres hogazas pueden presionarse demasiado formando acumulaciones de masa afectando el peso del producto.

**Tabla XXXIII. Especificación de zig - zag**

Zig - Zag	
Exterior	Interior
Abertura	
65 cms	19 cms

Se determinó que estos datos se encuentran dentro de las especificaciones, por lo que no se encontró ningún problema en esta parte.

### 4.1.3. Dividido

#### 4.1.3.1. Guillotina

##### 4.1.3.1.1. Velocidad de la banda

A lo largo de toda la línea se encuentran instaladas cuatro bandas transportadoras y una banda alimentadora de moldes, las cuales tienen las siguientes ubicaciones y velocidades:

**Tabla XXXIV. Velocidad de bandas transportadoras**

	Ubicación	Velocidad
<b>Banda 1</b>	Bomba de Masa Extruder	1,08 m/min
<b>Banda 2</b>	Rodillo Laminador 1	1,93 m/min
<b>Banda 3</b>	Rodillo Laminador 2	3,67 m/min
<b>Banda 4</b>	<b>Guillotina</b>	<b>3,84 m/min</b>
<b>Banda 5</b>	Alimentación de Moldes	23 m/min

Funciones de las bandas transportadoras:

**Banda 1:** recibe la masa de la extruder y la lleva hasta el 1er. Cabezal laminador, sobre ella hay dos harinadores; el primero es para que no se pegue la masa a la banda y el segundo es para aplicarle harina a la masa en la parte superior. En la parte inferior hay una raspa y una charola recolectora, además un rodillo alineador neumático para mantener centrada la banda.

**Banda 2:** lleva la masa del cabezal laminador no. 1 al cabezal laminador no. 2 y sobre ella hay un cepillo de cerdas que sirve para repartir la harina uniformemente en la lámina de masa y con esto usar menor cantidad de harina.

**Banda 3:** a esta banda se le llama de trabajo, ya que es donde se le da forma al producto, es la más larga y con las mismas características de las bandas 1 y 2, sobre ella está el recuperador de harina, los discos cortadores, las guías de corte, el aplicador de canela, el esparcidor de canela, las guías separadoras, los rodillo enrolladotes y el zig – zag.

**Banda 4:** lleva los rollos de masa hasta la cuchilla y tiene transmisión independiente, es banda sanitaria.

**Banda 5:** esta conformada por dos bandas de lona, dos de cadena de tablillas table – top junto con estas hay dos cadenas de rodillos con empujadores cada 53 escalones, éstas no tienen movimiento continuo sino que tiene una pausa ocasionada por la excéntrica que permite que el desplazamiento (paso) entre cavidades sea mayor que el que hay entre corte y corte dentro de la cavidad; es decir que son dos cortes por cavidad

#### 4.1.3.1.2. Velocidad de corte

El ritmo de corte de la guillotina va de acuerdo al peso que se desee obtener de cada rol, dado por especificación se tiene lo siguiente:

**Tabla XXXV. Ritmo de guillotina**

<b>Ritmo de la Guillotina</b>
<b>134 cortes/min</b>

Ésta es la velocidad ideal si se quieren obtener roles de 3 unidades con un peso objetivo de 177 gramos si las demás condiciones también se cumplen, pero debido a que se habla de condiciones ideales, esta velocidad es difícil de mantener, por lo que la misma varía de acuerdo a la consistencia de la masa y el peso que va registrando la báscula. Generalmente, la persona encargada de esa sección de la línea pesa las piezas cada cierto período, por lo que verifica si

el peso está por arriba o por debajo del rango aceptable, cambiando de esta forma la velocidad de corte de la guillotina, aumentando su frecuencia si el peso registrado es muy elevado, o disminuyendo la misma si el peso esta por debajo.

#### **4.1.3.1.3. Ritmo de depositado**

Éste va de acuerdo al ritmo de la guillotina, ya que se utiliza la misma banda transportadora que hace que las hogazas pasen por la guillotina y luego después de realizado el corte, los roles de tres unidades caigan por gravedad a los moldes que pasan por debajo de ésta.

#### **4.1.3.2. Alimentación de moldes**

Los moldes en donde son depositadas las piezas son transportados por medio de una banda que pasa por debajo de la guillotina depositadora, dicha banda tiene forma curva, ya que a uno de los lados de la línea se encuentra un colaborador colocando los moldes, además de esto, el colaborador debe de agregar grasa a los moldes por medio de una máquina especial para esto.

Conforme a los estudios y análisis realizados en la línea, se ha visto que en esta parte se dan dos tipos de inconvenientes que no favorecen el control de peso, uno de ellos es que algunas veces los botes de grasa para agregar a la máquina no se encuentran cerca y el colaborador debe de ir a traerlos, sin que nadie quede en su puesto para seguir alimentando de moldes, por lo que la línea debe de parar, ocasionando problemas a la salida de la bomba de masa extruder, ya que por ser un tipo de masa fermentada, ésta sigue saliendo de la boquilla, ocasionando acumulación de paño, cuando esta parte pasa por los rodillos laminadores, estos acondicionan el paño, pero no del todo, por lo que esta parte sale con excesivo sobrepeso, y por esta causa muchas veces debe ser reprocesado, y si no es reprocesado, al momento de registrar los datos, éstos contribuyen a que exista una mayor variación y un rango mas amplio de sobrepeso.

Y la segunda razón es que se da la falta de moldes, debido a que en algunas jornadas se preparan 2 ó 3 masas más, por lo que la línea debe parar hasta que algunos moldes se desocupen, afectando de esta forma la fermentación y consistencia de las últimas masas, estas condiciones pueden ser arregladas con otros aditivos, pero de igual forma, las propiedades y consistencia de la masa cambian.

#### 4.1.4. Fermentado

##### 4.1.4.1. Tiempo

Luego de que las hogazas son cortadas y depositadas en los moldes, éstos son colocados en unos estantes llamados jaulas los cuales tienen las siguientes características:

**Tabla XXXVI. Capacidad de cámara de vapor**

<b>Cámara de Vapor</b>				
Jaulas	# de Filas	# de Moldes/ Jaula	# de Jaulas en Cámara de Vapor	Total
Tipo 1	10	70	3	210
Tipo 2	20	80	16	1280

La cámara de vapor tiene una capacidad de 19 moldes, de los cuales 3 son del tipo 1 y 16 del tipo, con éste número de jaulas ésta se encuentra totalmente llena, conteniendo en su interior un total de 1490 moldes.

**Figura 29. Jaulas para moldes**



#### 4.1.4.2. Temperatura

La temperatura dentro de la cámara de vapor varía de 43 °C a 48 °C, agregándole de un 75 a 90 % de humedad relativa.

#### 4.1.5. Horneo

Los moldes que contienen los roles de canela con el crecimiento y consistencia necesaria, son introducidos al horno, área muy importante en el proceso, ya que es uno de los últimos pasos que lleva la elaboración del producto.

**Figura 30. Horno**



El horno para la cocción de los roles de canela están formados de tres zonas, las cuales tienen distintas funciones con su respectiva temperatura:

**Tabla XXXVII. Funciones de las zonas del horno**

<b>HORNO</b>		
<b>Zona</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Función</b>
<b>I</b>	<b>175 - 190</b>	<b>Da tamaño, alcanza su crecimiento máximo</b>
<b>II</b>	<b>200 - 205</b>	<b>Forma la corteza, se realiza la cocción</b>
<b>III</b>	<b>175 - 185</b>	<b>Proporciona el color adecuado</b>

De esta manera, los roles de canela adquieren las características mencionadas en la tabla de arriba, atravesando las tres zonas en un tiempo aproximado de 15 minutos y la frecuencia de la banda transportadora es de 45 Hz.

Debido al calor proporcionado a las piezas, la humedad que éstas pierden dentro del horno es del 9 – 10% aproximadamente.

#### **4.1.6. Envoltura**

##### **4.1.6.1. Rebanado**

Después de esperar un tiempo prudente para el enfriamiento de los roles, éstos son desmoldeados y colocados en un área listos para ser cortados nuevamente por unas cuchillas rebanadoras.

**Figura 31. Desmoldeado de roles**



La rebanadora posee 2 cuchillas, las cuales están separadas entre sí 7 cms, cada molde de roles contiene 6 unidades, y son cortados por la rebanadora en dos unidades la mayoría de las veces, y algunas otras en 3 unidades, obteniendo de cada molde ya sea 3 paquetes de 2 unidades cada uno, o 2 paquetes de 3 unidades cada uno.

**Figura 32. Rebanadora**



#### **4.1.6.2. Aplicación de jarabe**

##### **4.1.6.2.1. Densidad**

El jarabe es aplicado a los roles de canela, los cuales fueron previamente horneados y enfriados cierto lapso, con la ayuda de ventiladores, para rebajar su temperatura.

El jarabe es preparado un día antes de utilizarse, conteniendo los siguientes ingredientes:

**Tabla XXXVIII. Materiales para jarabe**

<b>JARABE DE ROLES DE CANELA</b>	
<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad (Kg)</b>
Azúcar	63
Glucosa	47
Agua	60
Alcohol	12

Cada fórmula de jarabe contiene 182 kilogramos formada por los ingredientes mencionados anteriormente, tanto el azúcar, la glucosa y el agua son mezclados de 20 a 30 minutos aproximadamente, dejando enfriar dicha mezcla hasta que llegue a una temperatura que se encuentre en un rango de 30 °C a 40 °C, el alcohol es agregado hasta que la mezcla alcanza dicha temperatura.

Para cubrir con la producción de la jornada se deben preparar 3 mezclas de jarabe al día.

**Figura 33. Aplicador de jarabe**



#### **4.1.6.2.2. Cantidad adecuada**

Cada unidad debe contener de 20 a 24 gramos de jarabe teóricamente, se realizaron unas pruebas en las cuales se determinó lo siguiente:

#### **PRUEBA 1:**

**Tabla XXXIX. Peso de jarabe en cada rol – prueba 1**

<b>Cantidad de Jarabe</b>			
<b>Ubicación</b>	<b>Peso Sin Jarabe</b>	<b>Peso con Jarabe</b>	<b>Diferencia</b>
<b>Rol 1</b>	110	120	<b>10</b>
<b>Rol 2</b>	113	127	<b>14</b>
<b>Rol 3</b>	109	123	<b>14</b>

## PRUEBA 2:

Tabla XL. Peso de jarabe en cada rol – prueba 2

<b>Cantidad de Jarabe</b>			
<b>Ubicación</b>	<b>Peso Sin Jarabe</b>	<b>Peso con Jarabe</b>	<b>Diferencia</b>
<b>Rol 1</b>	109	121	<b>12</b>
<b>Rol 2</b>	110	123	<b>13</b>
<b>Rol 3</b>	113	128	<b>15</b>

Según los resultados podemos observar que ninguna de las unidades contiene siquiera el peso mínimo que debe de aportar el jarabe a los roles según la especificación, y analizando detenidamente, tanto las unidades 2 y 3 contienen una cantidad muy parecida entre ellas, pero la unidad 1 se encuentra hasta 4 gramos alejada de las otras dos.

Durante las pruebas, se observó que la frecuencia de la jarabeadora no varía, y que la cortina de jarabe que cae a los roles es bastante uniforme.

### 4.2. Documentación de actividades

#### 4.2.1. Datos iniciales

Para la realización del análisis de la línea de roles de canela se tomaron en cuenta los siguientes parámetros, tomándolos como factores iniciales del estudio:

- Análisis de los materiales utilizados, tanto para las esponjas como para las masas, tomando en cuenta qué materiales se utilizan y la cantidad utilizada, es decir, el peso exacto según la fórmula.
- Pruebas de abertura y calibración de la boquilla de masa.
- Análisis del espesor de paño a la salida de la boquilla, cabezal laminador 1 y cabezal laminador 2.

- d. Análisis de peso de paño ubicado después de la boquilla, cabezal laminador 1 y cabezal laminador 2.
- e. Calibración de cabezales laminadores tanto el 1 como el 2.
- f. Medición del espacio entre las cuchillas cortadoras y su calibración.
- g. Verificación de mezcla uniforme de relleno
- h. Pruebas de depositado uniforme de relleno por las tres boquillas del aplicador.
- i. Evaluación de la funcionalidad de los rodillos enrolladotes
- j. Función del zig – zag
- k. Análisis de la velocidad y uso de las bandas transportadoras a lo largo de toda la línea.
- l. Verificación del ritmo de corte y depositado de roles en los moldes.
- m. Conocimiento del proceso de alimentación de moldes y verificar su eficiencia
- n. Beneficios de la cámara de vapor, temperatura y tiempo de la misma.
- o. Temperatura del horno y sus zonas
- p. Rebanado de las piezas de roles
- q. Análisis de densidad de jarabe y cantidad requerida por cada rol.

Debido a que no se conocían exactamente las causas que afectaban el proceso de roles, se hizo un recorrido a lo largo de toda la línea, desde el análisis de los materiales hasta la envoltura del producto, esto con el fin de poder determinar las razones que verdaderamente tienen repercusiones en la variación de peso del producto, y es por esto que se llevó a cabo todo el análisis con los puntos mencionados anteriormente.

#### 4.2.2. Identificación de causas

Conforme se dio el desarrollo de las pruebas, se fueron encontrando las causas que afectaban directamente el problema de la variación de peso, mientras que otros factores resultaron insignificantes para dicho estudio.

A continuación se presenta el listado de causas encontradas y su respectivo análisis:

**Tabla XLI. Causas del problema**

<b>FACTOR</b>	<b>RESULTADOS DE LAS PRUEBAS</b>	<b>PROBLEMA IDENTIFICADO</b>
ABERTURA Y CALIBRACIÓN DE BOQUILLA DE MASA	Se encontró que la abertura de la boquilla no era la misma a lo largo de ésta, por lo que se realizaron varias pruebas, tratando de ajustarla hasta una abertura de 8 milímetros.	Variación en la cantidad de masa a la salida de la boquilla.
ANÁLISIS DEL ESPESOR DE PAÑO	El espesor del paño no es uniforme a lo largo de este, variando entre 13 y 21 milímetros de espesor, y con el ajuste de la boquilla a 8 milímetros, se redujo dicho rango a 12 y 18 milímetros.	El espesor de paño se ve afectado por la variación de la abertura de la boquilla, teniendo de esta forma, mayor espesor de paño en los puntos en donde la boquilla tiene mayor abertura, y por consiguiente, menor espesor en los puntos en donde la boquilla tiene menor abertura.

<p>PESO DE PAÑO</p>	<p>El estudio se llevó a cabo en 5 puntos a lo ancho del paño, al igual que los dos factores anteriores, encontrando que hay variación de peso entre cada uno.</p>	<p>El espesor y el peso de paño están relacionados en forma directa, ya que en los puntos donde hay mayor espesor de paño, hay mayor peso del mismo, y viceversa. Por lo que el peso de paño no es uniforme, ocasionando gran variación.</p>
<p>CALIBRACIÓN DE CABEZAL LAMINADOR 1 Y 2</p>	<p>Se determinó que dichos cabezales, tanto el 1 como el 2, no se encuentran con la abertura dada por la especificación, y además de esto no están alineados perfectamente, por lo que uno de sus extremos está más abierto que el otro. Ambos cabezales poseen en la parte inferior un raspador para quitar excesos de harina y masa que pudieren adherirse a los mismos, por lo que se encontró que en el cabezal laminador No. 1 el raspador no está funcionando</p>	<p>La reducción de espesor del paño no es uniforme a lo ancho del mismo, los datos reales de abertura no coinciden con lo especificado. El cabezal laminador 1 ocasiona una hendidura en la parte central del paño, reduciendo de esta manera su espesor en esta parte, reduciendo al mismo tiempo el peso de ésta área.</p>

	adecuadamente dejando masa y gran cantidad de harina pegada al mismo.	
CUCHILLAS CORTADORAS	El espacio entre las cuchillas cortadoras si se encuentra dentro del rango de especificación, sin embargo, no es el mismo entre cada una.	Los tres paños resultantes del corte no tienen el mismo ancho, ya que unos son más angostos que otros, afectando el peso de estos.
RELLENO DE CANELA	Se observó que la cantidad de relleno que sale de por cada boquilla es variable, teniendo que por la boquilla 1 y 2 se tiene una cantidad parecida, pero la boquilla 3 deposita menor cantidad de relleno.	Debido a la variación de cantidad de relleno depositado de cada boquilla, esto afecta el peso total del rol en el proceso de dividido.
RITMO DE CORTE	El ritmo de corte de la guillotina no permanece constante, y no está de acuerdo a los 134 cortes por minuto proporcionados por la especificación.	No se tiene un rango aproximado de la variación de velocidad de corte, por lo que no se conoce qué ritmo es el adecuado para no tener ni sobrepeso ni bajo peso del producto.
PAROS DE LA LÍNEA EN EL	Según el análisis efectuado se encontró que los paros en la	Todos y cada uno de los paros realizados durante el

<p>PROCESO DE MAQUINADO</p>	<p>línea son debidos a problemas como falta de moldes, falta de grasa para moldes, paño sin harina por lo que se adhiere a los enrolladores, falta de personal o materiales, problemas en las bandas transportadoras, y otras fallas mecánicas entre los mas frecuentes.</p>	<p>proceso afectan de gran manera la variación de peso, ya que cuando la línea es detenida, se dan acumulaciones de masa a la salida de la boquilla de la bomba de masa extruder, debido a la fermentación de la masa, por lo que esta parte, la mayoría de veces, es reprocesada afectando las características y consistencia de la masa, perdiendo tiempo, y aumentando el re trabajo y esfuerzos. Cuando la masa no es reprocesada, se tienen roles con mayor peso, y otros con menor peso, por lo que también es un inconveniente que afecta la variación de peso.</p>
<p>APLICACIÓN DE JARABE</p>	<p>La cantidad de jarabe absorbido por cada pieza de rol es diferente una con otra, y los datos no coinciden con los dados por especificación.</p>	<p>La falta de gramos de jarabe en las piezas, afecta directamente a los roles que salen bajos de peso.</p>

### 4.2.3. Registro de datos

Con la implementación del programa de control estadístico de proceso se estableció el registro de datos con un tamaño de muestra adecuado de acuerdo a la producción diaria de roles de canela.

Para poder obtener dicha muestra se cuenta con equipo tal como dos computadoras y 2 básculas, 1 en el área de maquinado y la otra en el área de terminado, se le asignó a un colaborador que se encargara de pesar los roles durante la jornada de producción, tomando aproximadamente 4 muestras por minuto, el programa registra los datos y los guarda automáticamente.

De esta forma, se realiza un análisis semanal, obteniendo de los datos la siguiente información:

- Media aritmética
- Desviación estándar
- Gráfico de control
- Histograma

Estos registros se han estado llevando a cabo desde que se inició con el programa, sirviendo como base para llevar a cabo los estudios que se realizaron en la línea.

### 4.2.4. Planes de acción

En base a las causas encontradas, que contribuyen a que exista variación de peso, se listan a continuación una serie de actividades para erradicar y mejorar los problemas ocasionados.

**Tabla XLII. Planes de acción**

FACTOR	PLAN DE ACCIÓN
ABERTURA Y CALIBRACIÓN DE BOQUILLA DE MASA	 Elaborar una pieza que mida exactamente 8 milímetros de espesor.

	<ul style="list-style-type: none"> <li> Pasar la pieza fabricada a lo largo de la boquilla para verificar que este uniforme.</li> <li> Calibrar la boquilla diariamente antes de iniciar la producción.</li> </ul>
ESPESOR DE PAÑO	<ul style="list-style-type: none"> <li> Al ajustar la boquilla a 8 mm, se mejora la uniformidad del espesor.</li> <li> Realizar pruebas semanales de espesor de paño para verificar que sea uniforme a la salida de la boquilla, cabezal laminador 1 y 2</li> </ul>
PESO DE PAÑO	<ul style="list-style-type: none"> <li> Realizar pruebas semanales de peso de paño</li> <li> Comparar las pruebas de peso con las pruebas de espesor para comprobar que exista una relación directa, y de esta forma saber que la consistencia de la masa es adecuada.</li> </ul>
CALIBRACIÓN DE CABEZAL LAMINADOR 1 Y 2	<ul style="list-style-type: none"> <li> Ajustar los cabezales laminadores a la especificación.</li> <li> Si la abertura según especificación no proporciona resultados adecuados, cambiar las especificaciones de ambos cabezales a un nuevo dato.</li> <li> Alinear los cabezales laminadores</li> <li> Verificar que el micrómetro funcione adecuadamente para que proporcione un dato real y confiable</li> <li> Rectificar cuchillas raspadoras de ambos cabezales</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li> Ajustar la cuchilla raspadora del cabezal laminador 1.</li> </ul>
CUCHILLAS CORTADORAS	<ul style="list-style-type: none"> <li> Ajustar la distancia entre cada cuchilla cortadora y dejarlas iguales</li> <li> Verificar semanalmente el espacio entre cada una.</li> </ul>
RELLENO DE CANELA	<ul style="list-style-type: none"> <li> Cambiar la boquilla principal o reducir su diámetro, para que la presión transmitida sea la misma de la que la bomba proporciona.</li> <li> Igualar el largo de los tubos de las tres boquillas, para que el relleno recorra la misma distancia.</li> <li> Cambiar las válvulas que se encuentran al final de cada boquilla, por unas que sean reguladoras de caudal.</li> </ul>
RITMO DE CORTE	<ul style="list-style-type: none"> <li> Proporcionar a los colaboradores un rango adecuado del ritmo de la guillotina y que se encuentre registrado dentro de los datos de especificación para que su uso también sea válido.</li> </ul>
PAROS DE LA LÍNEA EN EL PROCESO DE MAQUINADO	<ul style="list-style-type: none"> <li> Evitar que falten materiales</li> <li> Entrenar a los colaboradores para saber qué hacer en caso que falte un colaborador en la línea</li> <li> Dar capacitación, tanto al personal de producción como de mantenimiento, informando sobre la importancia de no realizar paros innecesarios en la línea.</li> </ul>

	 Revisar partes mecánicas, en períodos donde no se produce, para garantizar su buen funcionamiento.
APLICACIÓN DE JARABE	 Comprobar que la cortina de jarabe deposita la misma cantidad en todos sus puntos.  Realizar ajustes o arreglos, si fuera necesario.

#### 4.2.5. Mejoras y avances

Según las correcciones realizadas a cada una de las partes que ocasionaban un problema a la línea, se fueron obteniendo las mejoras en el proceso, que contribuyeron a mejorar la reducción en la variación de peso.

**Tabla XLIII. Corrección 1**

BOQUILLA DE BOMBA DE MASA EXTRUDER	
Corrección	Mejora
 Rectificar boquilla  Calibración de la boquilla  Fabricación de pieza de acero para fácil calibración	Salida uniforme de la masa a través de la boquilla. Disminución considerable de variación en el espesor y peso del paño en distintos puntos del mismo.

**Tabla XLIV. Corrección 2**

CABEZAL LAMINADOR 1	
Corrección	Mejora
 Ajuste del micrómetro	Espesor y peso de paño más uniforme

 Nivelación de cabezal  Rectificar el raspador colocado en la parte de abajo  Ajuste de la cuchilla raspadora en el cabezal  Proporcionar nueva abertura al cabezal	Superficie de cabezal limpia de residuos de masa y harina
	Erradicación de hendiduras en la masa por acumulaciones de residuos de material en las paredes del cabezal

**Tabla XLV. Corrección 3**

CABEZAL LAMINADOR 2	
Corrección	Mejora
 Nivelar el eje del cabezal  Ajustar el micrómetro para que dé una medida confiable  Dar una abertura nueva al cabezal, cambiando la especificación anterior.	El espesor de paño es el mismo en toda su superficie.
	El peso del paño es uniforme

**Tabla XLVI. Corrección 4**

CUCHILLAS CORTADORAS	
Corrección	Mejora
 Dejar el mismo espacio entre cada cuchilla cortadora  Alinear perfectamente cada pieza  Rectificar la superficie de cada cuchilla	Ancho igual de las tres partes
	No hay variación de peso por tamaño de paño para cada rol

**Tabla XLVII. Corrección 5**

APLICADOR DE CANELA	
Corrección	Mejora
 Reducción del diámetro de la boquilla principal	Conservación de la misma presión aportada por la bomba del aplicador
 Cambio del largo de los tubos de las boquillas no. 1 y no. 2	Distribución uniforme de relleno hacia las tres boquillas
 Reducción del diámetro de los tubos de las tres boquillas distribuidoras	El caudal obtenido y depositado es uniforme sobre el paño, previamente cortado en tres partes iguales, evitando variación de peso

**Tabla XLVIII. Corrección 6**

JARABEADORA	
Corrección	Mejora
 Modificación de la frecuencia de la banda transportadora	Mayor cantidad absorbida por cada rol
	Cortina depositadora de jarabe proporciona cantidades iguales
	Mejor penetración de jarabe en los roles

### 4.3. Controlar el proceso por medio de la metodología 123

Habiendo realizado los cambios propuestos para darle solución a las fallas encontradas en la línea, es decir, gestionando los cambios en el proceso; se deben de documentar los métodos o acciones más eficaces para darle un seguimiento al programa de control tanto de peso como de calidad al producto, evaluando dichos resultados obtenidos al dar una retroalimentación del

proyecto realizado, y comparando la situación pasada con la actual, obviamente, teniendo muchos más beneficios que se vean representados en la calidad de cada pieza, pero sobretodo, que el impacto económico por tal variación, sea reduzca lo más posible.

## **5. SEGUIMIENTO DEL PROGRAMA**

### **5.1. Registro de datos**

#### **5.1.1. Muestreo**

Se debe realizar de acuerdo al tamaño de la población, como ya se mencionó en el capítulo 3, es necesario utilizar la fórmula para conocer el número de muestras ideal que se deben tomar durante la jornada de producción, ya con esto, podemos determinar aproximadamente la frecuencia con la cual se deben de registrar los datos por minuto, para que de esta forma se tenga información lo más representativa posible para la realización de los gráficos.

Esta muestra puede usarse todo el tiempo, a menos que los cambios en la cantidad a producir sean grandes, entonces se deberá obtener una nueva muestra de tal población.

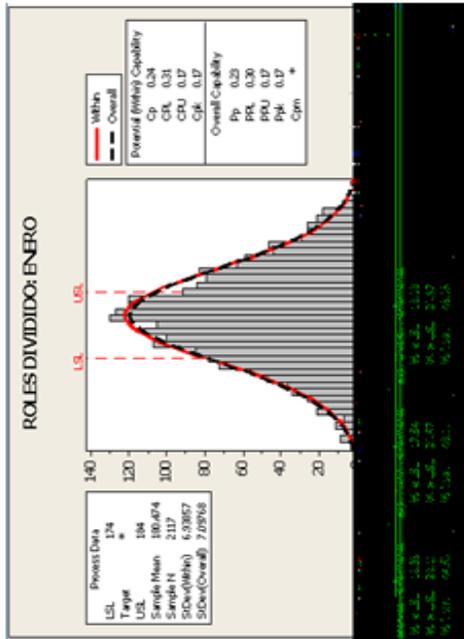
#### **5.1.2. Gráficos**

Se presenta una recopilación de los gráficos realizados desde que se inició el proyecto de control estadístico de proceso, tanto de las variables de peso de las piezas en dividido, como de las piezas en terminado.

Se recopilaron los gráficos de enero a julio para los datos de dividido, sin embargo, los datos de producto terminado solamente se tienen desde el mes de mayo, debido a que tanto la báscula como la computadora que registra los datos se colocó a partir de esa fecha.

- ENERO – PIEZAS EN DIVIDIDO

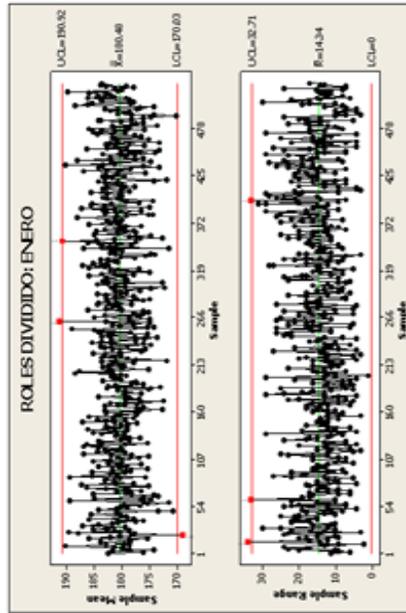
### HISTOGRAMA



### INFORMACIÓN OBTENIDA:

- No. De Datos = **2117**
- Media = **180.47**
- Desviación = **6.94**
- % Bajo Límite Inferior = **16.39**
- % Sobre Límite Superior = **28.11**
- % Total fuera de especificación = **44.50**
- Capacidad del proceso (Cp) = **0.24**

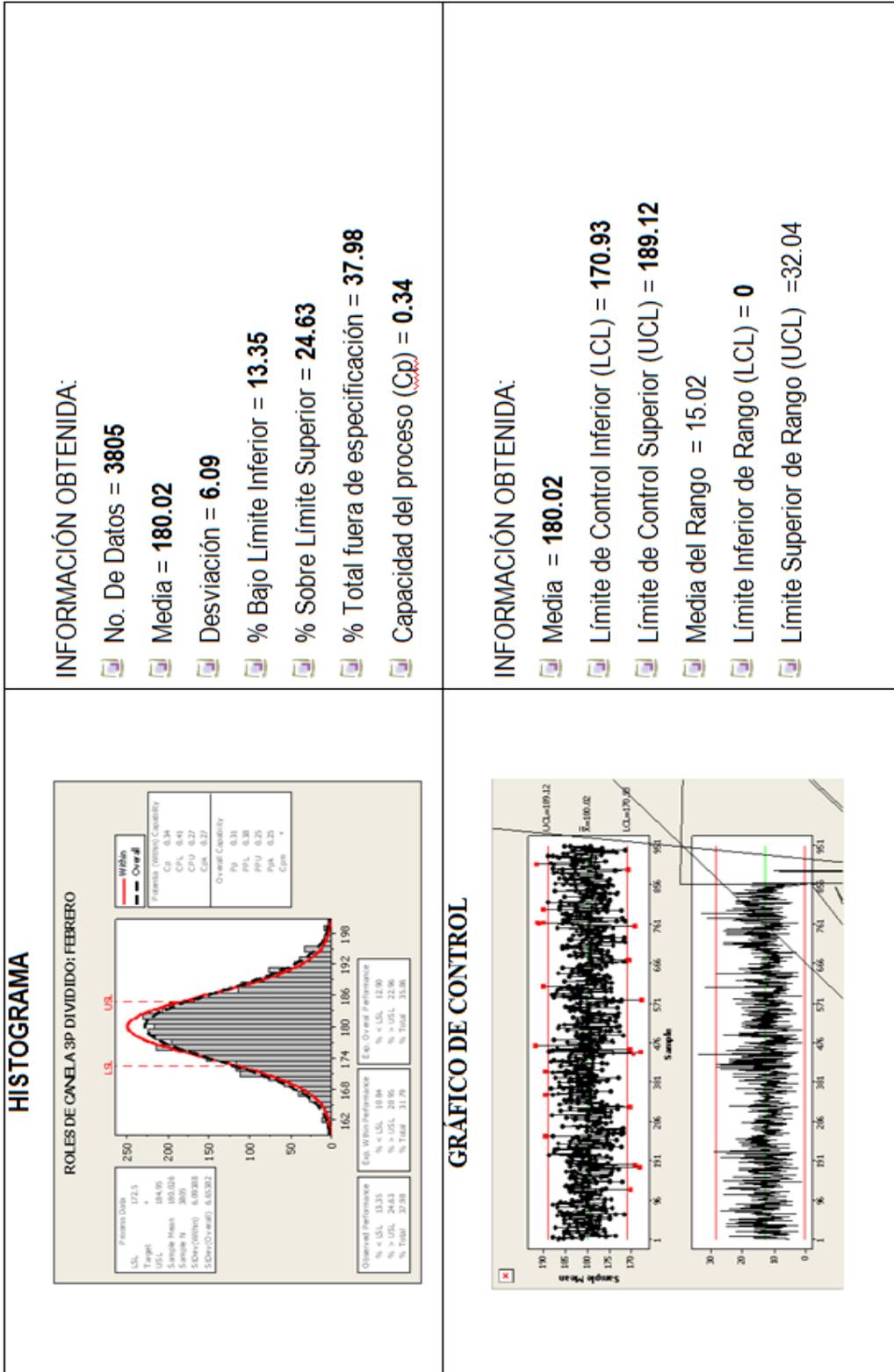
### GRÁFICO DE CONTROL



### INFORMACIÓN OBTENIDA:

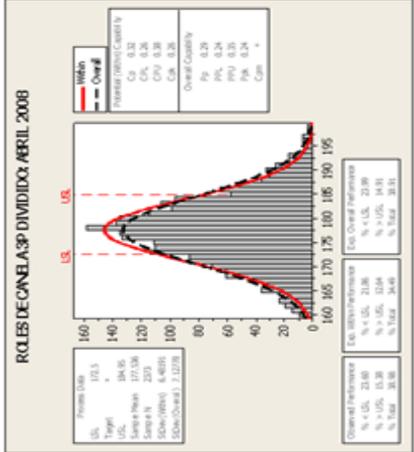
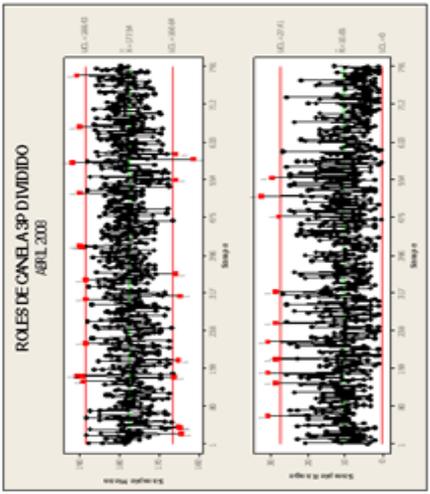
- Media = **180.48**
- Límite de Control Inferior (LCL) = **170.03**
- Límite de Control Superior (UCL) = **190.92**
- Media del Rango = **14.34**
- Límite Inferior de Rango (LCL) = **0**
- Límite Superior de Rango (UCL) = **32.71**

• FEBRERO – PIEZAS EN DIVIDIDO





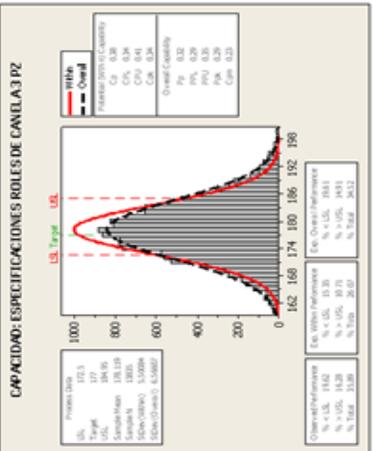
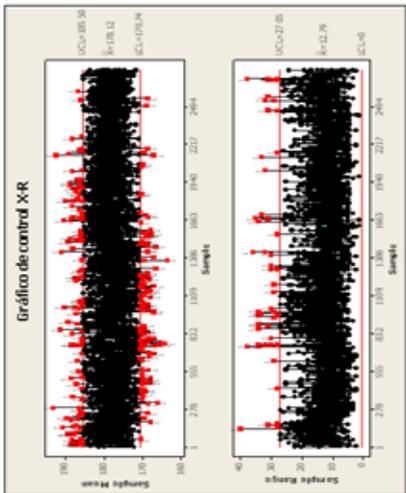
- ABRIL – PIEZAS EN DIVIDIDO

<h3 style="text-align: center;">HISTOGRAMA</h3> 	<p><b>INFORMACIÓN OBTENIDA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No. De Datos = <b>2373</b></li> <li>Media = <b>177.53</b></li> <li>Desviación = <b>6.48</b></li> <li>% Bajo Límite Inferior = <b>23.60</b></li> <li>% Sobre Límite Superior = <b>15.38</b></li> <li>% Total fuera de especificación = <b>38.98</b></li> <li>Capacidad del proceso (Cp) = <b>0.32</b></li> </ul>
<h3 style="text-align: center;">GRÁFICO DE CONTROL</h3> 	<p><b>INFORMACIÓN OBTENIDA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Media = <b>177.54</b></li> <li>Límite de Control Inferior (LCL) = <b>166.64</b></li> <li>Límite de Control Superior (UCL) = <b>188.43</b></li> <li>Media del Rango = <b>10.65</b></li> <li>Límite Inferior de Rango (LCL) = <b>0</b></li> <li>Límite Superior de Rango (UCL) = <b>27.41</b></li> </ul>

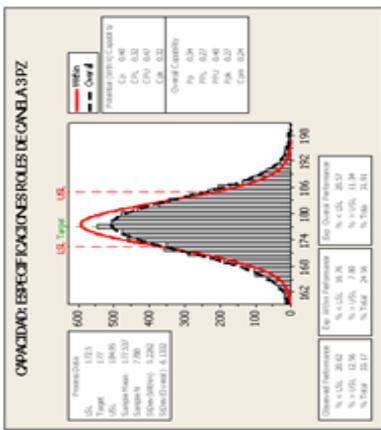
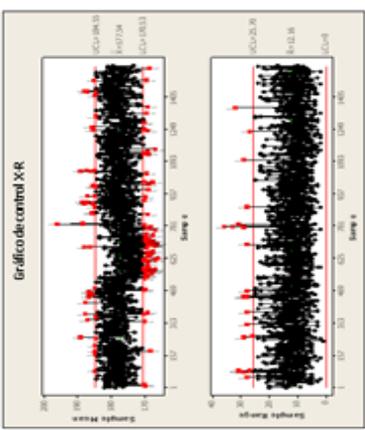
- MAYO – PIEZAS EN DIVIDIDO

<h3 style="text-align: center;">HISTOGRAMA</h3>	<p><b>INFORMACIÓN OBTENIDA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No. De Datos = <b>8695</b></li> <li>Media = <b>178.79</b></li> <li>Desviación = <b>6.00</b></li> <li>% Bajo Límite Inferior = <b>17.45</b></li> <li>% Sobre Límite Superior = <b>19.16</b></li> <li>% Total fuera de especificación = <b>36.61</b></li> <li>Capacidad del proceso (Cp) = <b>0.35</b></li> </ul>
<h3 style="text-align: center;">GRÁFICO DE CONTROL</h3>	<p><b>INFORMACIÓN OBTENIDA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Media = <b>178.79</b></li> <li>Límite de Control Inferior (LCL) = <b>170.73</b></li> <li>Límite de Control Superior (UCL) = <b>186.84</b></li> <li>Media del Rango = <b>13.97</b></li> <li>Límite Inferior de Rango (LCL) = <b>0</b></li> <li>Límite Superior de Rango (UCL) = <b>29.53</b></li> </ul>

- JUNIO – PIEZAS EN DIVIDIDO

<h3 style="text-align: center;">HISTOGRAMA</h3> <p style="text-align: center;">CAPACIDAD: ESPECIFICACIONES ROLES DE CAÑELA 3 PZ</p> 	<p><b>INFORMACIÓN OBTENIDA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No. De Datos = <b>13835</b></li> <li>Media = <b>178.12</b></li> <li>Desviación = <b>5.50</b></li> <li>% Bajo Límite Inferior = <b>19.62</b></li> <li>% Sobre Límite Superior = <b>16.28</b></li> <li>% Total fuera de especificación = <b>35.89</b></li> <li>Capacidad del proceso (Cp) = <b>0.38</b></li> </ul>
<p><b>INFORMACIÓN OBTENIDA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Media = <b>178.12</b></li> <li>Límite de Control Inferior (LCL) = <b>170.74</b></li> <li>Límite de Control Superior (UCL) = <b>185.50</b></li> <li>Media del Rango = <b>12.79</b></li> <li>Límite Inferior de Rango (LCL) = <b>0</b></li> <li>Límite Superior de Rango (UCL) = <b>27.05</b></li> </ul>	<p><b>GRÁFICO DE CONTROL</b></p> 

- JULIO – PIEZAS EN DIVIDIDO

<h3 style="text-align: center;">HISTOGRAMA</h3> 	<p><b>INFORMACIÓN OBTENIDA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> No. De Datos = <b>7780</b></li> <li> Media = <b>177.54</b></li> <li> Desviación = <b>5.23</b></li> <li> % Bajo Límite Inferior = <b>20.62</b></li> <li> % Sobre Límite Superior = <b>12.56</b></li> <li> % Total fuera de especificación = <b>33.17</b></li> <li> Capacidad del proceso (Cp) = <b>0.40</b></li> </ul>
<h3 style="text-align: center;">GRÁFICO DE CONTROL</h3> 	<p><b>INFORMACIÓN OBTENIDA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Media = <b>177.54</b></li> <li> Límite de Control Inferior (LCL) = <b>170.53</b></li> <li> Límite de Control Superior (UCL) = <b>184.55</b></li> <li> Media del Rango = <b>12.16</b></li> <li> Límite Inferior de Rango (LCL) = <b>0</b></li> <li> Límite Superior de Rango (UCL) = <b>25.70</b></li> </ul>

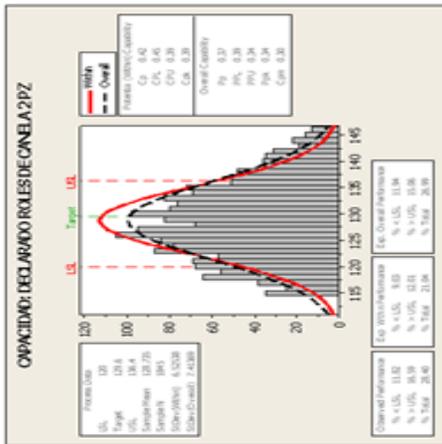
- MAYO – PIEZAS EN TERMINADO

<h3 style="text-align: center;">HISTOGRAMA</h3> <p style="text-align: center;">CAPACIDAD: DECLARADO ROLES DE CAÑELA 2 PZ</p>	<p><b>INFORMACIÓN OBTENIDA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No. De Datos = <b>2080</b></li> <li>Media = <b>130.48</b></li> <li>Desviación = <b>7.09</b></li> <li>% Bajo Límite Inferior = <b>8.89</b></li> <li>% Sobre Límite Superior = <b>23.94</b></li> <li>% Total fuera de especificación = <b>32.84</b></li> <li>Capacidad del proceso (Cp) = <b>0.39</b></li> </ul>
<h3 style="text-align: center;">GRÁFICO DE CONTROL</h3>	<p><b>INFORMACIÓN OBTENIDA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Media = <b>130.48</b></li> <li>Límite de Control Inferior (LCL) = <b>120.97</b></li> <li>Límite de Control Superior (UCL) = <b>139.99</b></li> <li>Media del Rango = <b>16.49</b></li> <li>Límite Inferior de Rango (LCL) = <b>0</b></li> <li>Límite Superior de Rango (UCL) = <b>34.87</b></li> </ul>



- JULIO – PIEZAS EN TERMINADO

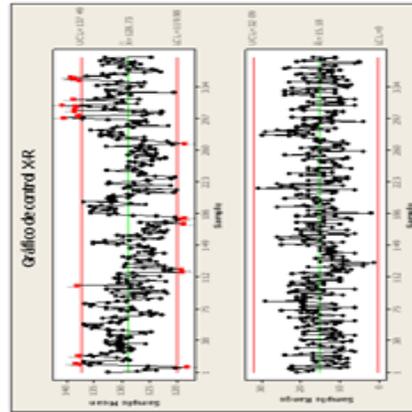
### HISTOGRAMA



#### INFORMACIÓN OBTENIDA:

- No. De Datos = **1845**
- Media = **128.73**
- Desviación = **6.52**
- % Bajo Límite Inferior = **11.82**
- % Sobre Límite Superior = **16.59**
- % Total fuera de especificación = **28.40**
- Capacidad del proceso ( $C_p$ ) = **0.42**

### GRÁFICO DE CONTROL



#### INFORMACIÓN OBTENIDA:

- Media = **128.73**
- Límite de Control Inferior (LCL) = **119.98**
- Límite de Control Superior (UCL) = **137.49**
- Media del Rango = **15.18**
- Límite Inferior de Rango (LCL) = **0**
- Límite Superior de Rango (UCL) = **32.09**

## 5.2. Maquinaria

### 5.2.1. Mantenimiento

De acuerdo a lo planificado, la lubricación en las partes mecánicas de la línea la realizan cada 15 días ó 1 mes, dependiendo de la pieza. El mantenimiento así como cambio de empaques, cambio de piezas, limpieza de motores, entre otros, se llevan a cabo según un plan previo.

### 5.2.2. Ajustes

Los ajustes realizados en algunas áreas fueron documentados en la bitácora de mantenimiento, y se ha prestado mayor atención a dichas piezas, ya que es necesario darles una revisión más periódica para que no ocasionen nuevamente inconvenientes en la línea.

## 5.3. Mejoras y avances

### 5.3.1. Beneficios económicos

#### 5.3.1.1. Producto dividido

Tabla XLIX. Datos producto dividido

<b>ROLES DE CANELA 3 PIEZAS (producto en dividido)</b>								
<b>MES</b>	<b>LIE</b>	<b>PESO OBJETIVO</b>	<b>LSE</b>	<b>PESO PROMEDIO</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>% DE PRODUCTO ARRIBA DEL LSE</b>	<b>% DE PRODUCTO ENTRE LIE Y OBJETIVO</b>	<b>% DE PRODUCTO POR ABAJO DEL LIE</b>
Mayo	172,5	177	184,95	178,79	6	19%	32%	17%
Junio	172,5	177	184,95	178,12	5,5	16%	30%	20%
Julio	172,5	177	184,95	177,54	5,22	13%	31%	21%

Tabla L. Análisis económico producto dividido

<b>ANÁLISIS GRAMOS, PIEZAS Y COSTOS</b>											
	Total De Piezas Producidas En El Mes	Gramos Promedio Ahorrados Entre LIE Y Objetivo	Gramos Promedio Arriba Del LSE	Gramos Ahorrados entre LIE Y Objetivo	Gramos Excedidos (Arriba Del LSE)	# De Paquetes Producidos Adicionalmente	# De Paquetes No Producidos Por Estar Arriba Del LSE	Costo Unitario Estándar	Costo De Pérdida Por Paquetes No Producidos	Ahorro Por Paquetes Producidos Abajo Del LSE Y LIE	AHORRO MENSUAL
<b>Mes</b>											
Mayo	622444	3,56	1,89	709.088,20	225.401,91	3.966,04	1.260,71	0,9	1.134,64	3.569,44	<b>2.434,80</b>
Junio	578640	2,88	0,55	499.944,96	51.811,43	2.806,79	290,88	0,9	261,79	2.526,11	<b>2.264,32</b>
Julio	672808	2,51	0,95	523.511,90	80.279,45	2.948,70	452,18	0,9	406,96	2.653,83	<b>2.246,87</b>

5.3.1.2. Producto terminado

Tabla LI. Datos producto terminado

<b>ROLES DE CANELA 2 PIEZAS</b>										
<b>MES</b>	<b>PESO DECLARADO</b>	<b>LIE</b>	<b>PESO OBJETIVO</b>	<b>LSE</b>	<b>PESO PROMEDIO</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b>	<b>% DE PRODUCTO CON SOBREPESO</b>	<b>% DE PRODUCTO ENTRE LIE Y OBJETIVO</b>	<b>% DE PRODUCTO POR ABAJO DEL LIE</b>	<b>% DE PRODUCTO DEBAJO DE LO DECLARADO</b>
MAYO	120	125,9	129,6	136,4	130,48	7,84	23	18	28	9
JUNIO	120	125,9	129,6	136,4	129,71	7,59	19,00	19	31	10
JULIO	120	125,9	129,6	136,4	128,74	7,41	15	20	35	12

Tabla LII. Análisis económico producto terminado

ANÁLISIS DE GRAMOS, PIEZAS Y COSTOS											
MES	TOTAL DE PIEZAS PRODUCTAS EN EL MES	GRAMOS PROMEDIO AHORRADOS ENTRE LIE Y OBJETIVO	GRAMOS PROMEDIO ARRIBA DEL LSE	GRAMOS AHORRADOS POR ESTAR ABAJO DEL LSE Y LIE	GRAMOS EXCEDIDOS	# DE PAQUETES PRODUCIDOS ADICIONALMENTE	# DE PAQUETES NO PRODUCIDOS POR ESTAR ARRIBA DEL LSE	COSTO UNITARIO ESTÁNDAR	COSTO DE PERDIDA POR GRAMOS ARRIBA DEL LSE	AHORRO POR GRAMOS ABAJO DEL LSE Y LIE	DÉFICIT MENSUAL
MAYO	622444	2,088	4,54	228442,16	636787,02	1751	4880	1,02	4977,87	1785,77	3192,10
JUNIO	578640	2,061	4,03	222260,71	440810,16	1714	3398	1,03	3500,35	1764,91	1735,44
JULIO	672808	2,237	3,98	294018,20	403177,09	2284	3132	1,03	3225,79	2352,42	873,37

### **5.3.2. Calidad del producto**

La calidad del producto aumentó de manera considerable, ya que al implementar el proyecto de control estadístico de proceso se tienen los siguientes beneficios en este aspecto:

- a. Cumplimiento de especificaciones de producto terminado
- b. Reducción de re – procesos en la línea
- c. Optimización de los recursos utilizados, tanto en materiales como de la fuerza de trabajo.
- d. Disminución de desperdicios de materia prima y recursos económicos
- e. Proceso de fabricación confiable y bajo control, ya que la mayoría de sus datos se encuentran dentro de las especificaciones que la empresa desea.
- f. Aumento de las utilidades generadas por la producción de roles de canela.

## CONCLUSIONES

1. Se implementó un programa de control de peso en la línea de roles de canela, que permite reducir el porcentaje de producto fuera de especificación, teniendo como base la recopilación de datos que muestran mejoras en el proceso y por lo tanto en las utilidades obtenidas.
2. Con base en las causas encontradas durante la implementación del proyecto, se pudo dar solución a las mismas, sometiendo el proceso bajo control y por lo tanto reduciendo los índices de variación.
3. Se instaló una computadora y una báscula en el área de maquinado y también en producto terminado, dejando a una persona encargada para que registre en forma diaria las muestras obtenidas de cada jornada de producción, y con esto analizar los cambios que se den.
4. Se le asignó a una persona documentar en forma semanal y mensual los gráficos obtenidos de las muestras, además de colocar fecha y acción realizada en la línea, que le dio solución a algún inconveniente, archivando toda esta información en una sola carpeta.
5. Al reducir la cantidad de productos fuera de especificación, se tiene mejor control de los recursos utilizados, ya que el proceso se vuelve más eficiente al utilizar solamente la materia prima asignada para producir una cantidad establecida de producto.
6. La revisión de las fichas de mantenimiento de la maquinaria, y la bitácora de fallas, evitó paros repentinos en la línea, proporcionando información

útil para conocer las zonas con mayor dificultad y dar solución rápida y efectiva a las piezas.

7. No se realizaron cambios de maquinaria, pero sí se le hicieron modificaciones a las siguientes:
  - a. Calibración de la boquilla de masa
  - b. Nivelación y calibración de cabezales laminadores
  - c. Rectificación de cuchillas raspadoras de harina
  - d. Rectificación y calibración de cuchillas cortadoras
  - e. Reducción de diámetros de los tubos del aplicador de canela
  
8. Las especificaciones establecidas por la planta son las adecuadas para la elaboración de roles de canela, y el cumplimiento de las mismas es la forma de medir la calidad con la que los productos son elaborados.

## RECOMENDACIONES

1. La recopilación de datos debe darse en forma diaria y no semanal o mensual, ya que la producción de cada día da una imagen clara del rendimiento del proceso, aunque el análisis sí puede hacerse en forma semanal o mensual para tener un dato global del desempeño del mismo.
2. Al eliminar las causas encontradas, se redujo la variación del proceso, por lo que todos los cambios realizados en la línea deben documentarse; por más pequeños e insignificantes que parezcan, pueden dar soluciones grandes y mejorar las condiciones del proceso.
3. La persona encargada del análisis y elaboración de gráficos, debe supervisar periódicamente que el archivo creado tanto en maquinado como en producto terminado, contenga la información necesaria con el número de datos adecuado a la producción, para que dicha información sea válida.
4. No olvidar colocar en el archivo que contiene la información de la línea de roles de canela, cualquier acción realizada en la misma, ya que puede ser útil para cambios futuros.
5. Realizar comparaciones entre la cantidad de materia prima asignada a la línea y la utilizada por el personal, cada cierto tiempo, ya que la reducción de productos fuera de especificación debe tener relación con el uso exacto del material para la elaboración del producto.
6. Instruir y dar a conocer al personal de mantenimiento, acerca de todas las fallas más frecuentes en la línea, para que éstos lo sepan de

antemano y se encuentren listos para cualquier dificultad presentada por la maquinaria que se utiliza en la línea, y de esta forma repararlas en forma rápida.

7. La calibración de los elementos modificados, debe revisarse frecuentemente, ya que por usar medidas tan exactas, tienden a variar al realizar la limpieza de los mismos, por lo que se recomienda su inspección continua.
8. Se debe tener una política de mejora continua, ya que un programa de control estadístico de proceso nunca termina, por lo que se debe seguir recopilando, archivando y analizando la información, de esta forma se logra contribuir en la mejora de la calidad del producto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Gerónimo Alvarado, Mario Luis Fernando. Evaluación de la Calidad de una Crema Suavizante por medio de Control Estadístico de Proceso (CEP), producida en una industria nacional de cosméticos. Facultad de ingeniería. USAC 2001.
2. González Orozco, Luis Gustavo. Implementación del Sistema de Administración del Mantenimiento Preventivo de la Industria de Manufactura de Cereales. Facultad de ingeniería. USAC 2005.
3. Duffuaa, Salih O. Raouff A. Campbell, Jonh Dixon. Ed. Limusa, México 2002.
4. Freund, Jonh E. Miller, Irwin. Miller, Maryless. Estadística Matemática con Aplicaciones. Ed. Pearson México, 2000.
5. Loboucheix, Vincent. Tratado de la Calidad Total. Ed. Limusa, México, 2000.
6. Banks, Jerry. Control de Calidad. Ed. Limusa México, 2002.
7. Devore, Jay L. Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. Ed. Thomsom, México 2005.
8. Montgomery, Douglas C. Control Estadístico de la Calidad. Ed. Limusa Wiley, México 2007.

9. Gutiérrez Pulido, Humberto. Calidad Total y Productividad. Ed. Mc Graw Hill, México 2005.
  
10. Quevedo Flores, Eduardo. Control de Calidad Para La Producción de pan Dulce de 30 onzas en una industria panificadora por medio del sistema HACCP. Facultad de ingeniería. USAC 2000.