ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Desarrollo de un Manual de Operación para un Proceso de Galletas Crackers"

TESIS DE GRADO

Previo a la Obtención del Título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Presentada por:

Ana Karina Loor Cárdenas

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2008

A G R A D E C I M I E N T O

A Dios por darme la vida y permitirme llegar hasta aquí.

A mis padres por su confianza y su infinito apoyo.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron con la realización de este trabajo, en especial a mi Directora de Tesis Ing. Priscila Castillo, por su invaluable ayuda.

D E D I C A T O R I A

MIS PADRES

A MIS ABUELOS

A MI HERMANO

A MI NOVIO

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Fabiola Cornejo Z.
DELEGADA DEL DECANO
DE LA FIMCP
PRESIDENTA

Ing. Priscila Castillo S.
DIRECTORA DE TESIS

Ing. Ana María Costa V.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Ana Karina Loor Cárdenas

RESUMEN

Durante el proceso de elaboración de galletas crackers, la variabilidad de las materias primas, en especial el tipo de harina durante la formulación, conlleva a que se realicen correcciones empíricas en las etapas posteriores del proceso como por ejemplo durante el amasado, laminación y horneo. Como resultado, se hace muy complicado mantener las especificaciones del producto final, provocando desperdicios de materias primas y reprocesos, generando grandes pérdidas económicas.

Con este proyecto, se propuso el desarrollo de un Manual de Operación para el Proceso de Galletas Crackers, que finalmente, fue usado como fuente de consulta en la producción diaria y ayudó también en la formación de nuevos operarios.

Para lograr el objetivo planteado, se implementó una base de consulta que contenga las variables más significativas, tanto de la materia prima como de sus procesos más importantes (amasado, laminación y horneo) y luego de un constante monitoreo en la línea se establecieron grupos, de acuerdo a esta base de consulta, lo cual nos permita predecir las variaciones que se puedan presentar en la recetas de fabricación en función, de las especificaciones de la materia prima; asegurando que las características del producto final sean siempre las mismas.

Una vez estandarizado el proceso de las galletas Crackers, con las variaciones que presenta la harina, se pudo recomendar las correcciones que se necesitan en la fórmula y en el proceso de fabricación. Se desarrolló el manual que consistió en la actualización de las características de la harina y del producto final, considerando las acciones correctivas durante el proceso. Además incluirá una tabla de fallas-causas-soluciones.

Con el fin de verificar la funcionalidad del manual, se procedió a evaluar las nuevas acciones, revisando los registros de reproceso y a verificar que se cumpla con los estándares del producto final. Una vez que se puso en marcha el manual de operación, tanto el % de reproceso como el % de desperdicios disminuyó y el % de rendimiento de la línea aumentó, así se pudo mejorar el proceso y asegurar la buena calidad del producto final, evitando pérdidas económicas en la industria.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN II

INDICE GENERAL III

ABREVIATURAS IV

INDICE DE FIGURAS V

INDICE DE TABLAS VI

INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO 1

1. MARCO TEÓRICO. 3

1.1 Generalidades y Clasificación de las Galletas. 3

1.2 Descripción de las Materias Primas. 6

1.2.1. Características y Composición de la Harina. 6

1.2.2 Otros ingredientes en la formulación 13

1.3 Proceso General de Galletas 23

1.3.1 Breve descripción del proceso 24

1.3.2 Importancia de materias primas en las etapas del Proceso 26

1.4 Objetivos de la Tesis. 31

CAPITULO 2

2. METODOLOGÍA 33

2.1 Descripción de la Situación Actual de la Línea de Producción. 33

2.1.1 Especificaciones de la Harina. 33

2.1.2 Proceso de Elaboración de Galletas Crackers..... 35

2.1.3 Rangos del Producto Terminado. 48

2.2 Elaboración de la Base de Datos. 49

2.2.1 Variables de las etapas del proceso. 49

2.2.2 Metodología de la Toma de Datos. 51

CAPITULO 3

3. ANALISIS DE RESULTADOS. 58

3.1 Identificación de Grupos de las Bases de Datos. 58

3.1.1 Datos de la Harina. 59

3.1.2 Datos del Proceso..... 60

3.1.3 Datos del Producto Terminado. 63

3.2 Análisis de la Base de Datos. 64

3.2.1 Resultados de datos de la Harina. 65

3.2.2 Resultados de datos del Proceso..... 70

3.2.3 Resultados de datos del Producto Terminado..... 74

CAPITULO 4

4. DESARROLLO DEL MANUAL DE PROCESOS. 75

4.1 Actualización de las Características de Materia Prima (harina) 75

4.2 Recetas Óptimas para la Producción de Crackers. 77

4.3 Especificaciones del Producto Terminado. 85

4.4. Tabla de Fallas-Causas- Soluciones del Proceso..... 86

CAPITULO 5

5. MEJORAS DEL PROCESO..... 93

5.1 Reducción del Retrabajo..... 95

5.2 Control de Rendimiento en la Línea..... 97

5.3 Producto Final de acuerdo a Estándares..... 97

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 99

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

STD	Estándar
°C	Grados Centígrados
g	Gramos
h	Horas
Kg	Kilogramo
Lt	Litro
mm	Milímetros
% H	Porcentaje de Humedad
pH	Potencial Hidrógeno
T°	Temperatura
t	Tiempo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Proteína de la Harina	9
Figura 1.2	Diagrama de Flujo del Proceso de Galletas Crackers	24
Figura 2.1	Curva de Fermentación de Galletas Crackers	38
Figura 2.2	Diagrama de Flujo de Toma de Datos	51
Figura 2.3	Balanza	53
Figura 2.4	Toma de Agua para prueba de pH	53
Figura 2.5	pHmetro	54
Figura 2.6	Termobalanza	55
Figura 2.7	Termohidrómetro	56
Figura 3.1	Aplicación de Rangos del Seguimiento de Harinas	66
Figura 3.2	Gráfico Comparativo del Porcentaje de Gluten	67
Figura 3.3	Gráfico Comparativo Porcentaje de Absorción de Agua	68
Figura 3.4	Gráfico de Control de Porcentaje de Gluten	70
Figura 3.5	Gráfico de Control de Porcentaje de Absorción de Agua	70
Figura 5.1	Porcentaje de Aceptación del Manual	94
Figura 5.2	Porcentaje de Reproceso, Sobrepeso y Desperdicios	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de las Galletas	4
Tabla 2	Países Exportadores de Trigo	8
Tabla 3	Potencial de Fuerza de la Harina	11
Tabla 4	Especificaciones de Producto Terminado	48
Tabla 5	Variables en la Etapa de Amasado	50
Tabla 6	Variables en la Etapa de Fermentación	50
Tabla 7	Variables en la Etapa de Laminación	50
Tabla 8	Variables en la Etapa de Horneo	51
Tabla 9	Datos de Harina	59
Tabla 10	Datos de Etapa de Amasado	60
Tabla 11	Datos de Etapa de Fermentación	61
Tabla 12	Datos de Etapa de Laminación	62
Tabla 13	Datos de Etapa de Horneo	63
Tabla 14	Datos del Producto Terminado	64
Tabla 15	Resultado de Datos de Harina	65
Tabla 16	Resultado de Datos del Amasado	71
Tabla 17	Resultado de Datos de Fermentación	72
Tabla 18	Resultado de Datos de Laminación	73
Tabla 19	Resultado de Datos de Horneo	73
Tabla 20	Características de Harina. Primer Rango	77
Tabla 21	Características de Harina. Primer Rango	79
Tabla 22	Características de Harina. Primer Rango	81
Tabla 23	Características de Harina. Primer Rango	83
Tabla 24	Especificaciones de Producto Terminado	85
Tabla 25	Tabla de Fallas-Causas-Soluciones	86
Tabla 26	Tabla de Aceptación del Manual de Procesos	94
Tabla 27	Porcentaje de Retrabajo, Sobrepeso y Desperdicios	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de las Galletas	4
Tabla 2	Países Exportadores de Trigo	8
Tabla 3	Potencial de Fuerza de la Harina	11
Tabla 4	Especificaciones de Producto Terminado	48
Tabla 5	Variables en la Etapa de Amasado	50
Tabla 6	Variables en la Etapa de Fermentación	50
Tabla 7	Variables en la Etapa de Laminación	50
Tabla 8	Variables en la Etapa de Horneo	51
Tabla 9	Datos de Harina	59
Tabla 10	Datos de Etapa de Amasado	60
Tabla 11	Datos de Etapa de Fermentación	61
Tabla 12	Datos de Etapa de Laminación	62
Tabla 13	Datos de Etapa de Horneo	63
Tabla 14	Datos del Producto Terminado	64
Tabla 15	Resultado de Datos de Harina	65
Tabla 16	Resultado de Datos de la Etapa de Amasado	71
Tabla 17	Resultado de Datos de Etapa de Fermentación	72
Tabla 18	Resultado de Datos de la Etapa de Laminación	73
Tabla 19	Resultado de Datos de la Etapa de Horneo	73
Tabla 20	Características de Harina. Primer Rango	77
Tabla 21	Características de Harina. Segundo Rango	79
Tabla 22	Características de Harina. Tercer Rango	81
Tabla 23	Características de Harina. Cuarto Rango	83
Tabla 24	Especificaciones de Producto Terminado	85
Tabla 25	Tabla de Fallas-Causas-Soluciones	86
Tabla 26	Tabla de Aceptación del Manual	94
Tabla 27	Porcentaje de Retrabajo, Sobrepeso y Desperdicios	95

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe escasez de harina de trigo a nivel mundial y debido a que esta es la principal materia prima de casi todas las galletas, las industrias relacionadas a la galletería se ha visto en la necesidad de comprar harinas cuyas características no se encuentren dentro de las especificaciones establecidas por cada industria. Esto ha dado como resultado que cada lote de harina tengan diferencias significativas; principalmente, en el porcentaje de gluten y en el porcentaje de absorción de agua presente en la harina.

Esta proteína posee una gran capacidad de absorción de agua que al hidratarse adquiere sus propiedades de elasticidad y extensibilidad y aunque para galletería es requerido un bajo contenido de gluten (22 – 24%), sin embargo su función en estas harinas es de vital importancia. Así mismo la absorción de agua de la harina se ve afectada por la calidad de proteína (gluten) que contenga. En galletería como el producto final debe estar casi completamente seco, la cantidad de agua aplicada para hacer la masa, debe ser la mínima, por lo que son preferidas las harinas de bajo poder de absorción de agua (52 – 54%) y por lo tanto con un bajo contenido de gluten, como se mencionó anteriormente.

El estudio consiste, en primer lugar en determinar las variaciones del porcentaje de gluten que tenemos en la harina, afectadas por la gran demanda de esta materia prima y también por los altos precios en el mercado. A partir del año 2007, exactamente desde Noviembre, los precios de la harina de trigo se han duplicado y siguen con tendencia a la alza. Este es un buen motivo para estudiar los nuevos límites de porcentajes de gluten que va directamente relacionado con los porcentajes de absorción de agua.

Es por esto, que el presente trabajo trata del “Desarrollo de un Manual de Operación para un Proceso de Galletas Crackers”, con el fin de modificar las condiciones en el proceso de elaboración de estas galletas basándose en la variabilidad de las características de porcentaje de absorción de agua y gluten de la harina, para lograr así mantener las especificaciones del producto final.

CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades y Clasificación de las Galletas.

Galleta se define según la norma INEN, como un producto obtenido mediante el horneo apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano (3).

Es uno de los alimentos más antiguo de la humanidad, siendo relatado su consumo en Egipto antiguo y también durante el imperio Romano.

Las galletas se clasifican en los siguientes tipos:

- ✓ Galletas Saladas
- ✓ Galletas Dulces
- ✓ Galletas Wafer
- ✓ Galletas con recubierto
- ✓ Galletas con relleno.

Las galletas también se las clasifica de acuerdo a la cantidad de agua, azúcar y grasa utilizada en la preparación de masas **(Tabla 1)**

TABLA 1

CLASIFICACIÓN DE LAS GALLETAS (5)

TIPOS DE MASA	TIPOS DE GALLETA
Masa Corta	Galletas Moldeadas Cookies Depositadas
Masa Dura	Crackers Galletas Semi dulces
Masa Líquida	Obleas Goteados

Masas Cortas.

✓ Gran cantidad de grasa y menor cantidad de agua.

✓ La grasa envuelve las partículas de harina, evitando su contacto con el agua y, consecuentemente la formación del gluten;

✓ Son blandas, levemente fragmentables, no elásticas y no extensibles.

✓ Mezcla y batido en dos etapas, siendo la primera para emulsificar grasa y agua y permitir la solubilización del azúcar; y la segunda, después de la adición de harina, será en tiempo mínimo para evitar la formación del gluten y no provocar gran aumento de temperatura en la masa.

✓ Estas galletas tienden a aumentar el tamaño en longitud y anchura al ser horneadas, en lugar de encoger como ocurre con las crackers y semidulces. Este aumento de tamaño es el mayor problema para controlar el proceso.

Masas Duras.

✓ Gran cantidad de agua y poca cantidad de grasa.

✓ El agua entra en contacto con las partículas de harina y reacciona con las proteínas, formando el gluten.

✓ Son duras, extensibles y elásticas.

Masas Líquidas.

✓ El agua es el principal componente en la formulación.

✓ No forma una masa propiamente como tal, quedando fluida.

✓ Normalmente no hay formación de gluten debido a la elección de harina, mantiene bajas temperaturas en la mezcla, la homogenización se da a velocidades muy altas por poco tiempo.

1.2 Descripción de las Materias Primas.

La materia prima más importante usada en la elaboración de galletas es la harina; por lo que se detalla a continuación sus características, empezando desde el trigo hasta su composición.

Posteriormente se detallan, el resto de materias primas que aunque en menores cantidades son esenciales para la elaboración de las crackers.

1.2.1 Características y composición de la harina.

El proceso de molienda del trigo viene siendo perfeccionado por el hombre a lo largo de su historia y los principales factores que determinan los procedimientos y técnicas adecuadas a la molienda, son la estructura del grano y las características deseadas de los productos finales.

Proceso de Molienda de la Harina.

Varias son las harinas obtenidas a lo largo de la molienda del trigo y son agrupadas en las diversas fases del proceso, constituyendo una o diversas harinas finales.

El rendimiento y la calidad de la cosecha de trigo, dependen de diversos factores, desde la variedad escogida para la plantación, hasta las condiciones de suelo y clima.

Se sabe que el trigo es un cultivo mejor adaptado a las regiones húmedas y de temperaturas templadas, sin embargo; correcciones en el suelo y abundancia de agua son factores que propician la producción del cereal lo mismo en las regiones más calientes **(5)**.

Para el Ecuador, el trigo usado para la molienda proviene principalmente de Canadá, Australia, Estados Unidos y en menor cantidad de Argentina **(1)**. A continuación se detallan las toneladas exportadas en estos últimos años.

TABLA 2

PAÍSES EXPORTADORES DE TRIGO (1)

País	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09
Argentina	13.502	8.301	12.210	9.800	9.500
Australia	15.826	15.213	11.241	7.500	15.000
Canadá	15.117	15.616	19.481	15.000	17.000
E.E.U.U.	14.745	15.694	13.873	9.000	15.000

Podemos clasificar el trigo en cuatro grandes grupos distintos: durum, duros (hard), semi-duros y blandos (soft). Estos grupos definen la mejor utilización del trigo y las demás características como contenido de proteínas y peso específico indican el nivel de calidad del cereal.

El mejor trigo utilizado para la fabricación de galletas fermentadas es el grupo de semi-duros. **(Anexo A).**

Proteínas de la Harina.

Son compuestos complejos formados por unidades básicas llamadas aminoácidos, unidas entre sí. En el trigo existen dos tipos de proteínas, solubles en agua (alrededor del 15% del total proteico) e insolubles (llamadas gliadinas y gluteninas, grandes responsables de la formación y estructura del gluten). **(Figura 1.1)**

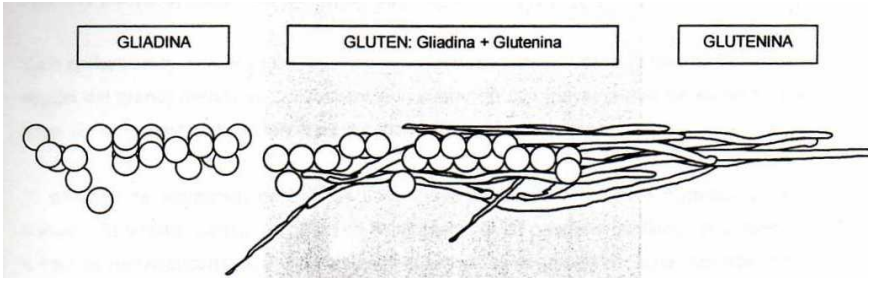


FIGURA 1.1. PROTEÍNA DE LA HARINA

Gluten.

Es un complejo proteico que al hidratarse adquiere propiedades simultaneas de elasticidad y extensibilidad. En su gran mayoría está constituida por gliadina y glutenina, siendo sus características de fuerza y resistencia un factor preponderante en la segmentación del trigo y de su harina **(5)**. El gluten presenta gran capacidad de absorción de agua (de dos a tres veces su propio peso).

Su índice elástico / extensible determinará la mejor utilización de la harina de trigo. En términos generales, para mejor ejemplificación, se indica para la producción de galletas una harina ideal, aquella con poco gluten y que sea débil y extensible.

La elasticidad y extensibilidad inherentes al gluten son características propias de los aminoácidos que componen sus proteínas formadoras. Los aminoácidos sulfurados como la cistina, que componen las cadenas de gliadina y de la glutenina, determinan las propiedades de viscosidad y elasticidad del gluten.

Elasticidad del Gluten.

La propiedad de resistir una fuerza de distensión y tendencia a retomar a su forma original es la característica de la elasticidad. La glutenina es la proteína responsable de este potencial, también conocido como resistencia a la extensión.

Extensibilidad del Gluten.

La propiedad de distensión en el sentido de la fuerza aplicada, sin ruptura de la estructura, caracteriza la extensibilidad. La gliadina es la principal responsable de este comportamiento.

Proteínas en la Harina.

Los tipos de trigos contienen diferentes cantidades y calidades de proteína. Este factor tiene un gran efecto sobre la cantidad y calidad del gluten que se formará cuando se mezclen la harina de trigo y el agua.

Diversos tipos de productos, requieren diferentes variadas de gluten. Las galletas fermentadas (Crackers) utilizan harina con índice relativamente más alto de proteína que las galletas semi-dulces; pero a su vez tiene un índice de proteína más bajo que las harinas que sirven para panificación. **(Tabla 3).**

TABLA 3.

POTENCIAL DE LA FUERZA DE LA HARINA (5)

	HARINA DEBIL (7- 8,5% Gluten)	HARINA MEDIANA (8-10% Gluten)	HARINA FUERTE (> 10% Gluten)
TORTA	X		
GALLETAS MOLDEADAS Y COOKIES	X		
GALLETAS FERMENTADAS Y SEMI-DULCES		X	
PIZZAS		X	
PANIFICACIÓN		X	X
PASTAS ALIMENTICIAS			X

✓ La proteína se divide en la fermentación, pero se pueden presentar problemas si el índice proteínico es muy alto. La resistencia del gluten hace que la cracker quedé más fina y se deforme con mayor facilidad.

✓ Si el índice proteínico es muy bajo, será de difícil proceso debido a la falta de elasticidad para laminación.

Carbohidratos en la Harina.

El polisacárido más importante en la harina es el almidón, que constituye la mayor parte del cereal, presente en el interior del trigo.

Sumados al almidón, los carbohidratos más importantes del trigo son: maltosa, sacarosa, fructosa, xilosa, rafinosa y arabinosa. Estos azúcares, directa o indirectamente fermentables, otorgan un estándar característico a los alimentos derivados del trigo.

Almidón.

Es un carbohidrato complejo, es decir; un azúcar formado por varias moléculas pequeñas de azúcares simples.

Este carbohidrato constituye la mayor parte del endospermo amiláceo, siendo en consecuencia la sustancia con mayor presencia en las harinas de trigo. Es responsable de un tercio de la capacidad de absorción de la harina **(5).**

Se ha visto que el proceso de molienda, a medida que se fracciona y se tritura el endospermo, se lesionan físicamente algunos granos de almidón. Esto tiene un efecto sobre el poder de absorción de agua de la harina al hacer la masa. Se puede demostrar que cuando hay un exceso de agua, la proteína absorbe dos veces su peso de agua, los granos de almidón sin lesionar representan el 33% de su peso y los granos lesionados exactamente su propio peso de agua. Así,

resulta que tanto el nivel de proteína como el nivel de almidón lesionado, tiene gran efecto en el poder de absorción de agua por la harina.

En galletería, como el producto final debe estar casi completamente seco, la cantidad de agua aplicada para hacer la masa debe ser la mínima, por lo que son preferidas las harinas de bajo poder de absorción y por esto pobres en proteína y nivel bajo de almidón lesionado.

1.2.2 Otros Ingredientes en la Formulación.

GRASAS.

Las grasas se utilizan en las galletas tanto en forma de rociado superficial como en los rellenos de crema. En menos grado también se utilizan como agentes antiadherentes en las bandejas de los hornos.

En las masas tienen la misión de aglutinante y funciones de textura, de forma que las galletas resultan menos duras de lo que serían sin ellas.

Durante el amasado hay una competencia por la superficie de la harina, entre la fase acuosa y la grasa. El agua o disolución azucarada, interacciona con la proteína de la harina para crear el gluten que forma una red cohesiva y extensible **(4).**

Cuando algo de grasa cubre la harina, esta estructura es interrumpida y en cuanto a las propiedades comestibles, después del procesamiento resulta menos áspera, más fragmentable y con mas tendencia a deshacerse en la boca.

Si el nivel de grasa es alto, la función lubricante en la masa es tan pronunciada que se necesita muy poca agua para conseguir la consistencia deseada, se forma poco gluten y el hinchamiento del almidón y la gelificación se reducen también resultando una textura muy blanda.

AZÚCAR.

El azúcar que más se utiliza en galletas en la *sacarosa* que es un disacárido compuesto de una unidad de fructosa y otra de dextrosa y es derivada de la caña de azúcar.

Con mucha frecuencia se puede utilizar en la fabricación de galletas, la sacarosa en forma de disolución y se ha hecho

muy popular el suministro de solución de azúcar en contraposición a la cristalizada.

Las ventajas del azúcar líquida son; que se puede dosificar con mayor exactitud y además el coste de la instalación es muy inferior **(5)**. El azúcar líquido del comercio generalmente tiene 67% de sólidos y puede contener una pequeña cantidad de azúcar invertido para evitar la cristalización.

Azúcar Invertido.

El jarabe de azúcar invertido se produce a través de la hidrólisis de la sacarosa en dos componentes, dextrosa y fructosa. Este proceso se da por el uso de un ácido y su posterior neutralización cuando la reacción se completa.

Es muy usado en la fabricación de galletas:

- ✓ Como un poderoso humectante, ya que previene la pérdida de agua del producto.
- ✓ Para aumentar el índice de azúcar en productos sin el riesgo de cristalización.
- ✓ Para reducir el riesgo de crecimiento no deseado de levaduras.

✓ Para ayudar en la coloración de productos que contienen proteínas.

ENZIMAS.

Son catalizadores naturales. El metabolismo de todos los organismos vivos es afectado por enzimas y el número de reacciones envueltas es muy alto. **(Anexo B).**

Hay series de enzimas que pueden ser más o menos específicas, para cada grupo alimenticio. En la fabricación galletera, puede interesarnos la enzima del almidón y las dextrinas llamada amilasa, en relación con la fermentación que produce la levadura; no estamos interesados en las lipasas que degradan las grasas, pero hay un interés creciente en las proteasas, que degradan las proteínas **(5)**. Las amilasas se encuentran o se añaden a la harina.

Para romper las largas moléculas de proteína que forman el gluten, se puede utilizar un grupo de proteasas que se llaman endopeptidasas. El efecto de estas proteasas es, por lo general, un cambio apreciable en el tamaño molecular de la molécula del gluten, y la evidencia física de esta acción es, por

lo general, la rápida reducción de la viscosidad y de la elasticidad.

Tipos de Enzimas.

Serán abordados los dos tipos de enzimas más importantes en la producción de crackers:

Amilasa. Esta enzima actúa sobre los carbohidratos. Es importante durante el proceso de fermentación siempre y cuando la harina no la contenga en cantidades muy elevadas puesto que sería un inconveniente en las harinas destinadas a formar masas fermentadas (crackers).

Proteasas: Es importante en galletería porque disminuye la viscosidad en las masas y aumenta su elasticidad, hasta el punto deseable para la laminación de la misma, especialmente en las masas elaboradas con harina de gluten muy resistente. Es fundamental el control del tiempo y la temperatura de la masa cuando se usa esta enzima.

LEVADURA.

Hay muchos tipos diferentes de levadura, pero la que nos interesa para la fermentación de la masa se llama Saccharomyces cerevisiae. Bajo condiciones anaerobias, esto es, en ausencia de oxígeno, este organismo es capaz de producir gas carbónico y alcohol, a partir de los azúcares inferiores **(5)**. Es la facultad de producción gaseosa lo que tiene más importancia en la fermentación de la masa.

Las dispersiones de la levadura nunca deben hacerse en agua salada, ya que la sal tiene un efecto inhibidor muy fuerte sobre la actividad de la levadura. Puede matar las células a concentración de 2% y aún a concentraciones más moderadas. Las disoluciones fuertes de azúcar también inhiben la levadura, en gran medida a causa de las grandes presiones osmóticas que afectan a las células vivas. La concentración de azúcar no debe exceder de 5%.

El metabolismo de la levadura es útil, sobre todo por la acción externa de dos enzimas: *invertasa* que desdobla la sacarosa en dextrosa y fructosa, y el complejo *zimasa* que convierte los azúcares inferiores en alcohol etílico y anhídrido carbónico, en ausencia de oxigeno.

La temperatura máxima de fermentación es de 38 °C. La levadura muere rápidamente a 54 °C. El pH óptimo para la fermentación se sitúa entre 4 y 6, pero la levadura muestra una tolerancia a pH´s tan bajos como 3 durante una hora a 30°C.

Durante la fermentación, algo del anhídrido carbónico producido, se disuelve en el agua de la masa produciendo ácido carbónico, pero como este tiene una ionización muy débil, tiene poca influencia para bajar el pH.

La causa principal para que se aumente la acidez de las masas en fermentación son las bacterias lácticas y acéticas que siempre están presentes en la harina. Es particularmente el ácido láctico, que se ioniza fuertemente, el responsable del descenso del pH. Es normal neutralizar este ácido durante las fermentaciones largas, con adiciones de bicarbonato sódico.

AGENTES QUÍMICOS EN GALLETAS.

La fabricación de galletas involucra el uso de un gran número de compuestos químicos, donde los normalmente utilizados son: sal, agentes de crecimiento y ácidos.

La forma de la mayoría de estos compuestos es cristalina o en polvo y durante el almacenamiento se vuelven aglomerados y húmedos.

La cantidad utilizada de estos agentes es muy pequeña y por esto se debe de tener mucho cuidado al guardarlos o manipularlos.

Sal.

La sal se utiliza en casi todas las recetas de galletas debido a su sabor y propiedades de intensificación del mismo. Además de esta propiedad, actúa en las masas elásticas desarrollando el gluten en masas con gran desarrollo de gluten. La sal endurece el gluten y produce masas menos adherentes; reduce la velocidad de fermentación e inhibe la acción de las enzimas proteolíticas sobre el gluten.

Fosfato Monocálcico.

El objetivo de la incorporación de esta mezcla de sustancias es producir burbujas de gas carbónico, bien antes de la cocción, o más particularmente al calentarse la pieza en el horno.

Los acidulantes deben reaccionar más en el horno. La mayoría de estos acidulantes son sales fosfóricas que tienen el inconveniente de dejar residuos de fosfato con sabor no precisamente deseable. Por tanto, si se utilizan acidulantes fosfóricos, es muy importante equilibrar las proporciones de bicarbonato sódico utilizado en la masa, en relación con otros ingredientes ácidos. El establecimiento del equilibrio correcto depende de la receta y normalmente es cuestión de probar y corregir.

El fosfato monocálcico tiene velocidad de reacción rápida y normalmente se sustituye por pirofosfato ácido de sodio.

Bicarbonato Sódico.

Aunque el bicarbonato sódico está disponible en varios tamaños, las partículas muy grandes no se disuelven de manera adecuada en la mezcla de la masa dando como

resultado pedazos de bicarbonato sódico en la superficie y dentro de la galleta.

En presencia de agua, éste reacciona con cualquier material ácido para liberar el gas carbónico, al formarse la correspondiente sal sódica y agua. Para muchos ingredientes, incluso la harina, tener una reacción de acidificación es útil, ya que suele resultar conveniente utilizar Bicarbonato Sódico para ajusta el pH de la masa. Si el gas carbónico liberado es necesario como agente de crecimiento es mejor tener el bicarbonato sódico el mayor tiempo posible lejos de todos los demás ingredientes agregándola en la última etapa del batido junto a la harina.

En estas circunstancias el bicarbonato de sodio en polvo se debe dispersar por toda la masa en la última etapa del batido.

En éste batido, el bicarbonato de sodio reacciona con los ácidos presentes y libera además del gas carbónico una sal alcalina y agua, dejando un residuo en el producto. Un exceso de bicarbonato sódico dejará la galleta con un pH alcalino, la costra y la parte interna amarillentas y el producto tendrá un

sabor desagradable (este sabor es conocido como amargo de crackers).

El bicarbonato sódico durante el horneado produce gas a partir de 60°C y de esta forma el gas, al tratar de salir de la galleta, hará que crezca.

En muchos casos es satisfactorio y conveniente eliminar todo acidulante de las masas de galletas y solo utilizar sodio. El sodio se usa principalmente para controlar la acidez de las galletas horneadas.

1.3 Proceso General de Galletas.

A continuación se hará una breve descripción del proceso de elaboración de galletas crackers, para posteriormente, conocer como influyen las materias primas mencionadas anteriormente, en dicho proceso.

1.3.1 Breve descripción del proceso.

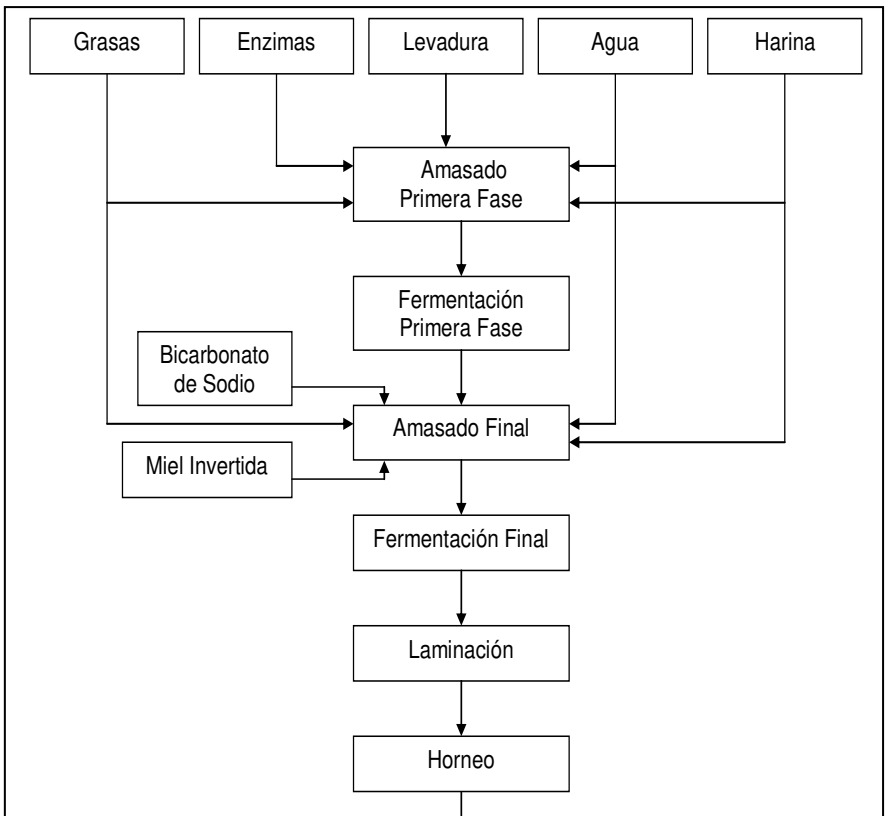


FIGURA 1.2. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE GALLETAS CRACKERS

1. Pesar las materias primas según la receta establecida, considerando que cualquier dosificación equivocada hace que la galleta adquiera características diferentes.
2. Mezclar los primeros ingredientes de la receta hasta obtener una masa homogénea.

3. Colocar la mezcla en una artesa y dejarla reposar, para que ocurra la primera fermentación; esto ayudará a aumentar el volumen de la masa y a desarrollar su sabor y aroma.

4. Mezclar la masa con el resto de ingredientes.

5. Reposar nuevamente la masa dentro de la cámara de fermentación.

6. Pasar la masa por los laminadores hasta que tome el espesor adecuado y además forme el corte de las galletas; lo cual no solo le da el tamaño y la forma, sino también la impresión en la superficie y los hoyos en la galleta.

7. Hornear las galletas, para ayudar a la disminución de la densidad del producto, unida al desarrollo de una textura abierta y porosa, además de una reducción de humedad y un cambio en la coloración de la superficie.

8. Enfriar las galletas en las bandas transportadoras hasta que estén frías, evitando el incremento de humedad en la galleta por un excesivo enfriamiento y defectos en el empaque.

9. Empacar las galletas en el material adecuado, que le de protección y preservación a la misma.

1.3.2 Importancia de las materias primas en las etapas del Proceso.

A continuación se detalla la importancia que tiene cada una de las materias primas dentro del proceso; su influencia, y además se describirá su forma de acción durante la elaboración de las Galletas Crackers.

Importancia de la Harina en el Proceso.

La harina, es una materia prima muy importante porque entre sus componentes como el almidón y las enzimas sobresale el gluten.

El gluten es un complejo proteico que al hidratarse adquiere propiedades simultáneas de elasticidad y extensibilidad. Estas características físicas se las puede relacionar con las de un chicle.

La mayor parte del gluten está constituido por gliadina, que le da la fuerza a la masa y la glutenina que le da la elasticidad; estos son factores preponderantes en la selección del trigo y en el proceso de extracción de la harina.

La variación del porcentaje de gluten va directamente proporcional con la variación de absorción de agua, motivo por el cual este elemento es motivo de análisis en este estudio, en el que analizaremos los efectos que puede causar en el proceso debido a las variaciones en los productos anotados.

Importancia de las Grasas en el Proceso.

Siendo uno de los tres principales ingredientes en la fabricación de galletas, la grasa desempeña los siguientes papeles:

- ✓ Lubricante
- ✓ Ablandador
- ✓ Saborizante
- ✓ Controlador de Expansión
- ✓ Distribuye uniformemente los aromas

Lubrica el gluten de la harina y garantiza la expansión del aire sin ruptura y de esta forma mejora la textura de la galleta **(5)**.

El volumen y la estructura de las galletas son determinados por dos factores claves. Ellos son: la cantidad de aire

incorporado en la masa durante el mezclado y la expansión posterior de este aire durante el cocimiento.

La presencia de grasa en la galleta garantiza que las burbujas de aire se expanden sin romperse contribuyendo en la creación de la estructura de la galleta.

Importancia del Azúcar en el Proceso.

Son importantes ingredientes responsables del sabor y de la estructura de la mayoría de las galletas. Se usa pocas cantidades de azúcar en la elaboración de galletas tipo crackers.

Las principales funciones de los azúcares en las galletas son:

- ✓ Otorgar dulzor y sabor.
- ✓ Para estructura y dureza. Altos índices de sacarosa originan una textura dura y vítrea, ello porque la solución concentrada de azúcar que se funde cuando la galleta esté en el horno se estabiliza después del enfriamiento.
- ✓ Como intensificador de sabor y corrección de aromatizantes.

✓ Como alimento para la levadura. En masas fermentadas como crackers, la adición de pequeñas cantidades de azúcar hace que la levadura actúe con mayor rapidez, aumentando la velocidad del proceso de fermentación.

✓ Para ayudar a la coloración de la superficie durante el proceso de cocción.

Importancia de las Enzimas.

Las enzimas en el campo alimenticio sirven para hidrolizar los alimentos. Para el caso de nuestro estudio, tenemos enzimas específicas; para la hidrólisis de las cadenas de almidón, tenemos la amilasa y para la hidrólisis de las cadenas de gluten, tenemos la amilopectina.

De acuerdo a la experimentación realizada, podemos argumentar, que el gluten proveniente de trigo blando es más débil frente a fermentación con amilopectina; mientras que el gluten con harinas de trigos duros necesita mayor tiempo de fermentación para obtener una masa ideal de crackers.

Importancia de la Levadura.

Es utilizada en todas las industrias de galletas, la principal función de la levadura en la elaboración de las galletas es acondicionar la proteína (gluten) de la harina.

Combinar una cierta cantidad de ingredientes junto con la levadura siempre producirá los siguientes resultados:

- ✓ Formación de dióxido de carbono dando a la masa una gran cantidad de compartimentos celulares.
- ✓ Producción de alcoholes y ácidos que contribuyen al desarrollo del sabor y aroma.

Como acción secundaria, la levadura altera las propiedades físicas de la masa, especialmente la elasticidad del gluten, por su acción de estiramiento generada por la difusión y concentración del CO_2 comúnmente llamado ablandamiento, maduración o acondicionamiento de la masa. Se recomienda tener en cuenta que la fermentación excesiva traerá como resultados masas muy blandas.

Importancia de la Sal.

La sal se utiliza en casi todas las recetas de galletas por su sabor y por su propiedad de potenciar el sabor.

En masas con mucho desarrollo de gluten, tipo cracker, la sal endurece el gluten y produce masas menos adherentes. Retrasa la velocidad de fermentación y también inhibe la acción de las enzimas proteolíticas sobre el gluten.

Importancia del Bicarbonato de Sodio.

Es considerado un leudante químico, reacciona ante el agua. Sirven para modificar el peso de la galleta; por ejemplo, agregarlo para subir el peso a la galleta. Sin embargo a nivel industrial, el bicarbonato de sodio produce un efecto neutralizador.

1.4 Objetivos de la Tesis.

Debido a que se tiene variabilidad en las especificaciones de materia prima durante la elaboración de galletas crackers, se realizan correcciones empíricas para ajustar las condiciones del proceso de elaboración de las mismas. Esto provoca que no se pueda cumplir con las especificaciones del producto terminado.

Para lo cual, el objetivo de esta tesis es desarrollar un manual operativo con el fin de ajustar estas condiciones en el proceso, cuando las especificaciones de la harina tengan variaciones en el contenido de gluten y en el porcentaje de absorción de agua, logrando así el producto final deseado.

CAPITULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Descripción de la Situación Actual de la Línea de Producción.

Para conocer la situación actual se consideró las especificaciones que actualmente mantiene la fábrica tanto en materia prima, en específico de la harina; en la operación del proceso y del producto final.

2.1.1 Especificaciones de la Harina.

La adquisición de la harina para galletas cracker esta sujeto a las especificaciones dadas por la compañía, las cuales están en el **Anexo C.**

Las características más importantes son:

Absorción de agua	52-54 %
Gluten	21-23.5 %

Estas características fueron las más importantes por que cuando la harina se mezcla con el agua, la proteína forma una

sustancia elástica y extensible, el gluten. Al gluten cuando se le agrega calor, se coagula y forma la estructura de la galleta, además es quien determina la dureza y la crocancia de la misma.

Existen harinas con diferentes porcentajes de gluten; de las cuales, con mayor cantidad de gluten, son destinadas para pastas, panificación; y en porcentajes no mayores al 26% (gluten húmedo), son destinados a galletas.

El porcentaje de absorción de agua de la harina, es muy determinante para la masa porque va ligado al porcentaje de gluten, éste parámetro es sumamente importante ya que se ha convertido en un indicador de la cantidad de agua que debemos añadir a la masa. El buen cálculo nos ayudará a definir la humedad correcta de la masa y al mismo tiempo nos definirá el peso correcto de la galleta, como producto terminado.

2.1.2 Proceso de Elaboración de Galletas Crackers.

PESADO.

Su importancia se concentra directamente en el producto terminado, ya que cualquier dosificación errada hace que la galleta adquiera características diferentes.

Todos los ingredientes que son dosificados, se deterioran con el paso del tiempo, ya que incorporan humedad del medio ambiente y lentamente liberan gas, se transforman en otra sustancia o modifican su aspecto. Por eso se debe utilizar las sustancias más frescas posible, conservándolas bajo condiciones adecuadas de almacenamiento, tales como; ambiente limpio y seco, recipiente bien cerrado y cubierto cuando no se está usando y utilizar el lote más antiguo siempre observando la fecha de fabricación y de llegada a la fábrica. Por lo tanto, el pesado de ingredientes siempre debe estar en concordancia con lo que ocurre en la mezcladora, en el resto de la línea y en la recepción y almacenamiento de las materias primas.

MEZCLA.

La operación de mezcla de los ingredientes tiene como objetivos:

- ✓ Formar una masa homogénea.
- ✓ Dispersión de sólidos en líquidos, o de líquidos en líquidos;

- ✓ Amasamiento para otorgar un desarrollo de gluten a partir de la hidratación de proteínas de la harina;
- ✓ Aumento de temperatura como resultado del trabajo ejercido sobre la masa;
- ✓ Aireación de la masa para disminuir la densidad.

La calidad de la masa queda determinada por la receta, la naturaleza de los ingredientes utilizados y el grado hasta el cual estos ingredientes han sido mezclados. El resultado es una masa que tiene cualidades particulares de elasticidad y moldeabilidad, las cuales en conjunto constituyen lo que se llama consistencia. La consistencia es una propiedad de la reología (el estudio del flujo y deformación de la materia) y Frazier ha dicho: "reológicamente, la masa debe clasificarse como uno de los materiales más complejos conocidos por el hombre" **(2).**

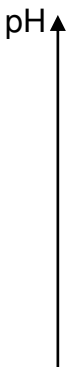
Mezcla de Masas.

Se pueden clasificar de acuerdo con la cantidad de grasa y agua utilizada en la preparación de masa, como se explicó en el capitulo anterior.

FERMENTACIÓN.

Durante la fermentación hay 2 reacciones bioquímicas principales que ocurren en la masa. La fermentación por la bacteria lactobacilos (presente naturalmente en la harina) y la fermentación por la levadura. Los productos de fermentación son alcohol y gas dióxido de carbono; el alcohol contribuye en el desarrollo del sabor y aroma, y el gas dióxido de carbono abastece a la masa una gran cantidad de aire que aumenta su volumen.

El gráfico que se muestra a continuación, representa una curva característica del proceso de fermentación de una cracker sodada, donde se observa que la masa inicial parte con un pH de 6.8 (casi neutro), entre las doce y catorce horas de fermentación en la primera fase, el pH de la masa baja a un promedio de 5.2; luego esta masa es neutralizada con Bicarbonato de Sodio hasta obtener un valor de 8.4. La masa entra a una segunda etapa de fermentación con un promedio de 4 horas, arrojando un pH final superior a 8, quedando lista para los siguientes procesos.



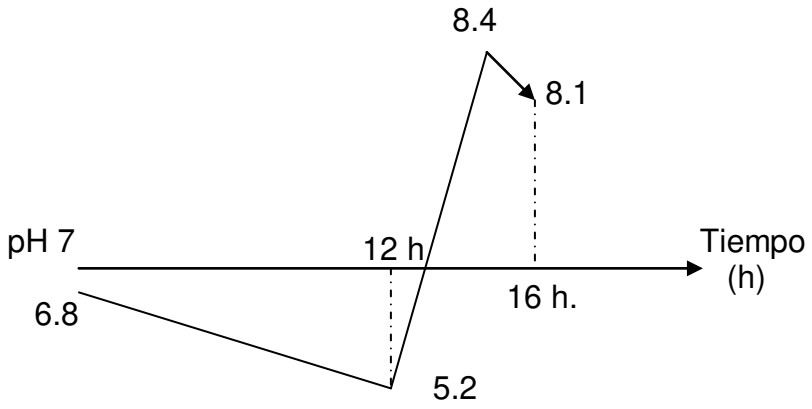


FIGURA 2.1. CURVA DE FERMENTACIÓN DE MASAS CRACKERS.

Como acción secundaria, el fermento altera las propiedades físicas de la masa, especialmente la elasticidad del gluten, por su acción de estiramiento generada por la difusión y concentración del CO_2. Comúnmente esto es llamado de ablandamiento, maduración o acondicionamiento de la masa. Es bueno recordar que la fermentación excesiva traerá como resultados masas muy blandas o cortas.

Los parámetros claves que serán controlados en la fermentación son: tiempo, temperatura y humedad.

El tiempo y su control durante la fermentación es un factor muy importante, pues cuanto más aumenta el tiempo, más

difícil es el control del peso del cracker durante el proceso de fabricación. Con relación a la temperatura es importante que la masa tenga una temperatura ideal al final de la mezcla y que sea almacenada en esta misma temperatura sin muchas variaciones pues puede alterar la eficiencia de la fermentación.

LAMINACIÓN.

Después de la fase de mezcla, la masa se fermenta o descansa y luego se introduce en el sheeter. La función del sheeter es compactar y calibrar la masa para formar una hoja con espesor uniforme. No debe haber hoyos y las laterales deben ser centradas y enteras. Dentro del sheeter la masa se comprime y se trabaja para sacar el aire, siendo inevitable que se produzca cierta tensión en la estructura del gluten.

La nueva hoja de masa pasa por uno o más conjuntos de pares de rodillos calibradores que reducen el espeso hasta el necesario para el corte. La masa es llevada desde un par de rodillos al otro mediante bandas.

Cada estación de calibración agrega tensión a la hoja de masa y normalmente no hay tiempo suficiente para liberar esta

tensión de manera natural antes de alcanzar la siguiente etapa del proceso.

Entre el rodillo de calibración final y el corte, hay un ajuste que permite reducir la tensión de la masa antes de ser cortada. Durante dicha etapa la masa es sometida a diferentes tensiones, las cuales afectan el espesor de la masa que será cortada, esta variable depende del espesor que se obtiene en el último rodillo de calibración y de la etapa de pliegue. El espesor al que se corta la masa es un factor determinante en el peso de la galleta, sin embargo, la razón principal de regular la tensión es controlar la dimensión de la galleta horneada.

La masa laminada que está bajo tensión en el momento del corte produce galletas que presentan un largo menor y tienden a ser más gruesas en la parte posterior o anterior.

El proceso de corte no produce sólo la forma y tamaño del producto, sino también la impresión en la superficie y hoyos. Es necesario estar seguro de que las galletas cortadas se adhieran preferentemente a la lona de corte y no al rodillo cortador.

La adherencia en la lona de corte tampoco debe ser muy fuerte o de lo contrario será difícil transferir las galletas cortadas a la próxima banda.

HORNEO.

Durante la cocción se producen tres variaciones importantes:

1. Una gran disminución de la densidad del producto unida al desarrollo de una textura abierta y porosa.
2. Reducción del nivel de humedad
3. Cambio en la coloración de la superficie.

Aunque estas alteraciones se producen a medida que el producto va pasando por el horno, son cambios considerables; por lo que es importante considerarlas por separado.

Desarrollo de la Estructura.

Este tiene lugar en el primer cuarto del horno. Las alteraciones son muy complejas. Los fenómenos internos que probablemente ocurren en el producto son:

- ✓ Calentamiento del almidón y de las proteínas hasta los niveles en los que tiene lugar el hinchamiento, gelificación y desnaturalización.
- ✓ Liberación de gases de los compuestos químicos esponjantes.
- ✓ Expansión de las burbujas de esos gases, como resultado del aumento de temperatura que también hace aumenta la presión de vapor que hay dentro de ellas.
- ✓ Ruptura y coalescencia de alguna de estas burbujas.
- ✓ Pérdida de vapor de agua de la superficie del producto, seguida por la migración de la humedad hacia la superficie y escape a la atmósfera del horno.
- ✓ Elevación de la temperatura con el aumento de la concentración del azúcar en la disolución.
- ✓ Reducción de la viscosidad de la disolución del azúcar y de la grasa, por el aumento de la temperatura.

Se observará que los fenómenos más importantes se centran alrededor de la formación de burbujas de gas y de su expansión en un medio que al principio se hace más blando y más flexible, seguido por un endurecimiento **(4).**

Reducción de humedad.

Lo ideal sería que la pérdida de humedad se produjera después de consolidada la estructura, pero esto obviamente es imposible de conseguir. La humedad solo se puede eliminar desde la superficie de la pieza de masa, por lo que es necesario el fenómeno de migración a la superficie por capilaridad y por difusión. Ambos fenómenos se aceleran con los gradientes de temperatura, por lo que en está etapa de la cocción, es necesario el rápido calentamiento del producto a 100°C. Si se calienta demasiado la superficie, la sequedad llega a ser excesiva y se producen coloraciones, por tanto, se impone una limitación.

Al ir perdiendo humedad en el almidón y los geles de proteína, se produce alguna contracción, y por tanto es inevitable la pérdida parcial del crecimiento del producto. En la mayoría de los casos esto es de poca importancia, comparado con el colapso de la estructura interior debido a rupturas de las burbujas de gas, pero es bueno tener en cuenta que continuará la contracción incluso hasta que la galleta se haya chamuscado por completo si continúa el calentamiento.

A medida que el gradiente de humedad a través de la pieza de masa va aumentando durante el secado, se producen tensiones debidas a la contracción de la estructura del almidón. Estas tensiones, si no se relajan, pueden producir grietas al enfriarse la galleta y se establecerá la condición denominada “checking” (se conoce así, en las industrias galleteras, al cuarteamiento de las galletas), que traerá consigo fracturas. El problema se puede eliminar si se seca la galleta más lentamente o si reduce el contenido total de humedad hasta niveles suficientemente bajos.

Cambios de Color.

Los cambios de color son debido a una serie de motivos. La reacción de Maillard implica la interacción de azúcares reductores con proteínas y produce tonos pardo-rojizos atractivos. Esto se produce hacia los 150-160°C y está asociado con la dextrinización del almidón y la caramelización de los azúcares, particularmente de los azucares inferiores. Estas temperaturas se pueden conseguir, en la superficie de la masa solamente, bien cuando el contenido de humedad es muy bajo o cuando se aplica un calor intenso localmente. Se observará que si la estructura de la galleta es muy abierta, la

emigración de la humedad a la superficie será por difusión y más lenta, así puede conseguirse más fácilmente un aumento de la temperatura de la superficie y por tanto de la coloración.

El exceso de álcali, generalmente producto del excesivo bicarbonato sódico en la receta, producirá coloración amarillenta en toda la estructura de la galleta y esto resulta poco atractivo si no está presente otra coloración.

ENFRIAMIENTO.

El enfriamiento de las galletas debe ser considerado como una parte importante de la producción de galletas, ya que algunos de los problemas más relevantes de la fabricación pueden ser originados por un enfriamiento incorrecto.

Cuando las galletas salen del horno tienen una temperatura elevada, están blandas y siempre húmedas. De esta forma se producen varios cambios durante el enfriamiento:

a. El azúcar y la grasa se fundieron en la galleta durante la cocción. Si el producto tiene una gran proporción de grasa y azúcar, la estructura será flexible hasta el enfriamiento y solidificación de los ingredientes.

b. La humedad se sigue perdiendo a medida que la galleta se enfría.

Se debe estudiar bien el tiempo de enfriamiento, porque si es excesivo la galleta comienza a absorber humedad de la atmósfera y se marchita; si el tiempo es corto se pueden producir defectos en el empaque, olores de solventes, así como alta humedad.

Las principales condiciones de enfriamiento son:

a. Un sistema de transporte con lonas para permitir que la superficie de la galleta quede expuesta a la atmósfera.
b. Dar vuelta a la galleta para que se enfríe tanto en su superficie superior como en la inferior.
c. Evitar el cuarteamiento de la galleta. Si el enfriamiento es irregular, la salida de la humedad también será irregular.
d. Antes de empacar las galletas, la temperatura deberá ser de aproximadamente 30°C para evitar la condensación dentro del empaque.

Se usan varias bandas para transportar las galletas durante el enfriamiento. Las bandas de enfriamiento están diseñadas

para tener velocidades superiores que la banda del horno, lo que permite una separación mayor de las galletas. Es importante tener por lo menos un punto de transferencia en el sistema de bandas para dar vuelta la galleta y se esta forma enfriarla por ambos lados.

Después del enfriamiento, las galletas se agrupan lo más posible para que puedan ser empacadas.

EMPAQUE.

Las funciones del empacado son:

- ✓ Proteger contra la contaminación y fragmentación durante el transporte. Las galletas deben estar en grupo para que no se rompan.
- ✓ Preservar la humedad de la galleta, normalmente es menor a la humedad ambiente. De esta forma se necesita una barrera que envuelva el producto para evitar que absorba humedad.
- ✓ Describir al producto e indicar los ingredientes.
- ✓ Indicar la información nutricional y el tiempo de vida útil.

2.1.3 Rangos del Producto Terminado.

Las especificaciones que deben cumplir la galleta posterior al proceso de elaboración son las siguientes:

TABLA 4

ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO TERMINADO

Elaborado por: A. Loor (2008)

PERFIL ORGANOLÉPTICO

ASPECTO: Galleta de forma ligeramente rectangular a cuadrada, con muy ligera presencia de ampollas en la superficie.

AROMA: Característico a pan recién horneado

SABOR: Moderado a sal y moderado a pan recién horneado y fermentado.

TEXTURA: Galleta con consistencia fresca, moderadamente crocante.

PESO (gr.)	ESPESOR (mm.)	LARGO (mm.)	ANCHO (mm.)	HUMEDAD (%)	VIDA ÚTIL (meses)
51	54	49	49	3.0	8

COLOR: Producto con color altamente uniforme: amarillo a café dorado.

2.2 Elaboración de la Base de Datos.

Para la elaboración de la Base de Datos, se tomaron en cuenta las variables más importantes del proceso, las cuales se detallan a continuación, y posteriormente se monitoreo durante tres meses el proceso de elaboración de las galletas. La metodología de esta toma de datos es también detallada en este subcapítulo.

2.2.1 Variables de las etapas del proceso.

Estas variables fueron establecidas por la compañía como las condiciones óptimas del proceso que cumple con las características del producto final.

Los valores se obtuvieron luego de hacer una serie de ensayos y análisis, ajustándose a parámetros de masa que permitan facilitar un proceso de laminación, horneo y empacado y al mismo tiempo ajustarlo a los parámetros del producto terminado.

TABLA 5

VARIABLES DE LA ETAPA DE AMASADO

	Tiempo de mezcla	pH final	Temperatura de masa	Humedad de masa	Tiempo de Fermentación
1	2 min.	5 – 5.8	50 – 35°C	28 – 34%	12 horas
2	15 min.	7.6–8.5	35 – 38°C.	25– 28.5%	4 horas.

Elaborada por: A. Loor (2008)

TABLA 6

VARIABLES DE LA ETAPA DE FERMENTACIÓN

Variables	*Valor*
Temperatura de la Cámara	30 – 38°C.
Humedad de la Cámara	75 – 80%

Elaborada por: A. Loor (2008)

TABLA 7

VARIABLES DE LA ETAPA DE LAMINACIÓN

Variables	*Valor*
Peso al entrar a Laminación	66 – 69 gr.
Peso al salir de laminadores	4 – 6 gr.

Elaborada por: A. Loor (2008)

TABLA 8

VARIABLES DE LA ETAPA DE HORNEO

Variables	*Valor*
Tiempo de Horneo	5 minutos
Velocidad de la malla	5.1 – 5.6 mm.
Temperatura Precámara	80 – 100°C.
Temperatura Cámara Final	160 – 230 °C.

Elaborada por: A. Loor (2008)

2.2.2 Metodología de la Toma de Datos.

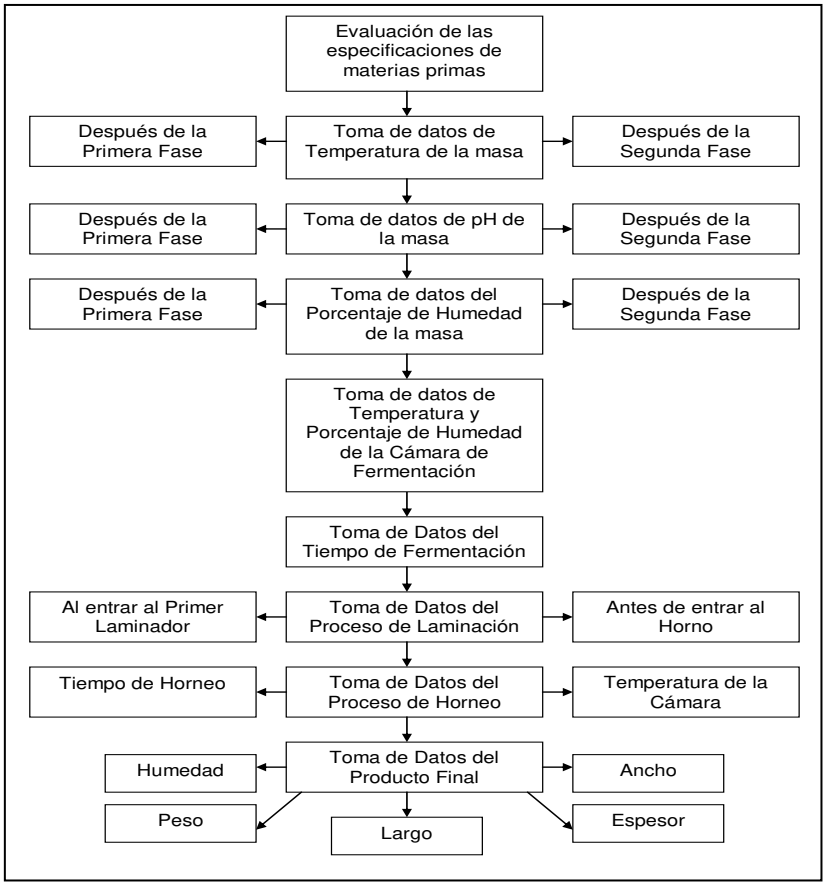


FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE TOMA DE DATOS

Antes de empezar con la recolección de datos, se evalúa si las características de gluten y absorción de la harina se encuentran dentro de los parámetros establecidos en las especificaciones de la empresa.

A continuación se tomaron datos durante tres meses, en cada una de las etapas del proceso de elaboración de crackers.

Durante el proceso de amasado, se tomaron las siguientes pruebas físicas, y su procedimiento se detalla a continuación:

Temperatura.

1. Se introduce en la masa de cracker un termómetro al salir de la primera fase de fermentación (luego de 14 horas, aproximadamente)

2. Luego se introduce el termómetro en la misma masa fermentada, antes de pasar a la etapa de laminación.

pH.

Los datos de pH de la masa, se toman también en las mismas dos oportunidades.

1. Se pesan 10 gramos de la masa previamente pulverizada en una balanza.

FIGURA 2.3 BALANZA

2. Se miden 90 ml de agua destilada en una probeta.

FIGURA 2.4 TOMA DE AGUA PARA PRUEBA DE pH

3. Se coloca la masa con agua destilada en la licuadora hasta obtener una masa homogénea.

Esta mezcla se coloca en el potenciómetro. Para lo cual se debe:

4. Enjuagar el electrodo con agua destilada y secar.

5. Sumergir el electrodo en el vaso con la muestra, agitando constantemente.

6. Esperar hasta que se estabilice la lectura.

7. Cuando suena la alarma, el valor que sale en la pantalla es el resultado del pH de la muestra.

FIGURA 2.5 pHMETRO

Humedad.

1. Se pesan 5 gramos de la masa porcionados en pequeños pedazos en el porta muestras de una termobalanza.

2. Una vez pesada la muestra, cerrar la tapa de la unidad de calentamiento la que debe tener una temperatura de 135°C, y el aparato iniciará de modo automático la desecación y la medición.

FIGURA 2.6 TERMOBALANZA

3. Transcurridos 10 minutos, suena una señal acústica, lo que índica el resultado final.

La toma de los datos durante el proceso de producción se da de la siguiente manera:

La temperatura y la humedad de la cámara de fermentación son tomadas mediante el termohidrómetro que se haya dentro de la misma cámara. En este equipo, se observan los datos visualmente.

FIGURA 2.7 TERMOHIDRÓMETRO

Finalmente el tiempo de fermentación;

1. Se mide el tiempo de forma manual, mediante un cronómetro;

2. Se mide desde el amasado inicial de la masa hasta que sale a la segunda fase de amasado.

3. Se envían las masas nuevamente al cuarto de fermentación.

4. El tiempo es nuevamente tomado desde que entra por segunda vez al cuarto de fermentación hasta que sale para la siguiente etapa del proceso, laminación.

Los datos del proceso de laminación se toman manualmente como se describe a continuación:

1. Se toma una muestra de la masa cuando esta recién se dirige hacia el primer rodillo.

2. Se toma una nueva muestra de la masa, la cual ya ha sido laminada, se la toma antes de ingresar al horno.

3. Se pesan estas masas para obtener sus valores y comparar que estas se encuentren dentro del rango establecido por la fábrica.

Para la toma de los datos de la etapa de horneo;

1. Se mide mediante un cronómetro el tiempo que dura la galleta en el horno, desde que entra hasta que se obtiene el producto horneado,

2. Se observa en el equipo los valores de temperaturas, tanto de la precámara como del resto de cámaras.

Para la toma de datos del producto final:

1. Se toman como muestras 10 galletas

2. Se tritura las muestras

3. Se las pesa para posteriormente tomarles la humedad mediante una termobalanza;

4. Se mide también: largo, espesor y ancho; mediante un calibrador para comprobar que siempre esté dentro de los estándares.

CAPITULO 3

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

3.1 Identificación de Grupos de las Bases de Datos.

Luego de haber realizado el monitoreo en cada etapa de los procesos de elaboración de galletas crackers se obtuvieron los resultados tanto de la harina, como del proceso y del producto terminado.

Estos grupos fueron clasificados en función del porcentaje de gluten y de absorción de agua que fueron tomados de las especificaciones de la harina, durante el período de toma de datos.

3.1.1 Datos de la Harina.

Los datos que fueron tomados en distintos lotes que llegaron a la fábrica para la elaboración de sus galletas, fueron: porcentaje de gluten, porcentaje de absorción de agua, porcentaje de humedad, porcentaje de cenizas y tiempo de estabilidad de la harina.

TABLA 9

DATOS DE HARINA

GLUTEN (%)	ABSORCIÓN (%)	HUMEDAD (%)	CENIZAS (%)
22.33	51.60	13.13	0.53
21.32	51.40	13.00	0.58

22.40	51.60	13.30	0.60
23.70	51.80	13.40	0.58
23,39	51.90	13.00	0.60
23.43	51.70	13.13	0.59
23.69	51.80	13.30	0.59
23.24	52.60	13.00	0.53
23.33	52.60	13.00	0.53
23.39	52.60	13.09	0.53
23.41	52.20	13.04	0.53
23.47	52.00	13.13	0.51
25.80	53.80	12.40	0.59
25.80	53.80	12.90	0.59
25.90	53.00	12.70	0.55
25.95	53.70	13.00	0.59
25.95	53.70	13.05	0.50
26.00*	53.80	12.80	0.60
26.50*	52.90	12.80	0.59

* Valores fuera de especificaciones; no se pudieron ajustar condiciones de proceso.

Elaborado por: A. Loor (2008)

3.1.2 Datos del Proceso.

Los datos que fueron tomados en cada una de las etapas de los procesos de elaboración de estas galletas, fueron:

En la etapa de amasado: pH de la masa, humedad de la masa, temperatura de las masas, y las variaciones de ciertas materias primas en la receta.

TABLA 10

1 FASE				2 FASE				
pH	**Humedad (%)**	**T° (°C)**	**Agua (lts.)**	**pH**	**Humedad (%)**	**T° (°C)**	**Agua (lts.)**	**Sodio (Kg.)**
5.20	28.80	36	75	7.78	27.80	38	35	3.6
5.18	28.30	37	75	7.80	27.74	38	34	3.7
5.14	28.60	37	75	7.76	27.42	37	35	3.6
5.12	29.30	37	76	7.78	28.30	38	35	3.6
5.10	30.24	36	76	7.62	28.60	37	36	3.5
5.22	29.60	36	75	7.74	27.89	39	35	3.6

DATOS DE LA ETAPA DE AMASADO

5.23	30.08	37	76	7.65	28.13	38	34	3.7
5.71	29.09	37	78	7.78	27.36	37	30	3.4
5.70	28.63	38	78	7.70	28.93	37	32	3.5
5.17	**28.36**	**37**	**78**	**7.80**	**28.39**	**39**	**35**	**3.6**
5.96	28.12	39	79	7.84	27.22	37	28	3.7
5.73	31.57	38	78	7.69	28.45	38	30	3.5
5.12	28.08	35	78	7.62	28.08	37	34	3.7
5.17	27.39	36	79	7.80	27.39	38	35	3.6
5.35	29.98	37	80	7.77	27.98	38	35	3.8
5.40	28.81	36	79	7.68	28.81	38	35	3.8
5.24	29.11	36	80	7.70	29.11	38	36	3.7
5.23	26.89	37	78	7.72	27.89	37	35	3.6
5.18	28.65	37	79	7.67	27.65	37	36	3.7

Elaborado por: A. Loor (2008)

En la etapa de fermentación: tiempos de fermentación; temperatura y humedad de la cámara de fermentación.

TABLA 11

DATOS DE LA ETAPA DE FERMENTACIÓN

1 FASE	**2 FASE**	*CÁMARA*	
t de Leudo (horas)	**t de Leudo (horas)**	**Humedad (%)**	**Temperatura (°C)**
14.00	4.00	97	35
14.10	4.30	97	33
14.00	4.10	95	36
14.00	4.30	94	37
13.50	4.20	89	35
14.30	4.10	99	32
14.00	3.50	85	35
15.00	4.10	98	38
14.30	3.40	94	37
14.00	4.00	94	35

14.00	4.40	87	35
13.30	5.20	99	38
15.30	3.00	89	37
13.30	4.20	94	35
15.00	4.00	97	35
14.30	4.00	87	35
14.00	5.30	94	38
13.00	4.00	94	37
13.50	5.20	99	38

Elaborado por: A. Loor (2008)

Para la etapa de Laminación se tomaron los siguientes datos: peso de la masa cuando ésta se dirige al primer rodillo y peso de la masa laminada.

TABLA 12

DATOS DE LA ETAPA DE LAMINACIÓN

PESO CRUDO	ENTRADA LAMINACIÓN (gr.)	I PAR LAMINADOR (gr.)	II PAR LAMINADOR (gr.)	III PAR LAMINADOR (gr.)	IV PAR LAMINADOR (gr.)
68,2	77,6	37,2	16,1	8,8	4,5
68,4	79,9	38,1	16,2	8,6	4,2
68,3	72,8	35,4	16,4	8,2	4,3
68,5	82,2	39,7	17,6	9,8	4,5
68,6	82,4	38,5	17,8	9,6	4,6
68,4	81,8	38,1	16,5	10,1	4,4
68,3	81,4	39,8	18,2	10,3	4,5
68,7	83,1	41,8	18,5	10,2	4,3
68,2	88,4	41,5	18,9	11,5	4,5
68,1	89,6	40,9	18,1	10,8	4,5
68,2	84,2	42,1	17,8	9,4	4,6
68,4	82,9	41,7	19,3	8,6	4,5
68,2	82,8	40,8	18,5	8,4	4,4
68,3	85,6	41,6	18,7	8,2	4,6
68,4	83,9	41,3	19,5	10,7	4,5

69,1	84,5	40,9	18,6	10,6	4,4
69,7	82,6	42,1	18,2	10,2	4,3
68,3	83,8	40,8	18,6	8,6	4,5
68,5	89,8	41,7	19,1	9,3	4,6

Elaborado por: A. Loor (2008)

Finalmente en la etapa de Horneo, el tiempo de la galleta en el horno y las temperaturas de la precámara así como del resto de cámaras de horneo.

TABLA 13

DATOS DE LA ETAPA DE HORNEO

TEMPERATURAS (°C)									
ZONA 1		**ZONA 2**		**ZONA 3**		**ZONA 4**		**ZONA 5**	
SUP.	**INF.**	**SUP.**	**INF.**	**SUP.**	**INF.**	**SUP.**	**INF.**	**SUP.**	**INF.**
239	220	259	240	258	232	229	148	189	APAGADO
225	208	258	235	243	210	218	139	186	
238	218	263	240	251	231	229	148	187	
245	220	256	242	249	228	227	145	189	
250	217	259	235	247	229	218	155	191	
242	198	278	238	243	232	220	153	182	
262	196	286	239	245	230	235	147	179	
227	219	251	235	250	227	217	138	198	
235	202	277	241	252	225	223	139	192	
265	215	265	240	253	218	225	147	189	

262	209	278	238	246	120	229	145	195	
244	198	269	231	249	216	231	152	182	
235	214	284	228	251	130	235	157	179	
222	208	262	235	241	228	228	142	195	
265	196	264	232	265	212	226	146	188	
251	217	265	241	263	202	231	139	189	
228	215	275	240	251	232	225	148	198	
252	209	259	239	257	235	230	151	202	
236	199	261	237	249	239	217	147	210	

Elaborado por: A. Loor (2008)

3.1.3 Datos del Producto Terminado.

Los datos que fueron tomados en distintos lotes de galletas que salieron de la fábrica fueron: espesor, largo, ancho, humedad y peso de las galletas.

Los resultados se resumieron en la siguiente tabla:

TABLA 14

DATOS DEL PRODUCTO TERMINADO

Espesor (mm)	**Largo** (mm)	**Ancho** (mm)	**%H**	**Peso** (g.)
STD= 54	**STD=** 49	**STD=** 49	**STD=** 3	**STD=** 51
54	49	49	3.0	51
53	50	50	3.9	50.2
53	50	50	3.7	50.6
54	49	49	3.0	51
53	50	50	2.8	49.8
54	49	50	2.9	50.1
53	50	49	2.7	51.1
53	51	52	2.2	48.8
53	51	50	2.9	50
54	49	49	3.0	51
54	50	51	2.6	52
53	47	47	2.5	45.3
53	50	50	3.1	50.6
53	51	50	2.9	51.4
54	49	49	3.0	51
50	51	50	2.9	50
53	51	51	2.8	50.1
52	51	51	2.4	50.5
53	47	47	2.5	45.3

Elaborado por: A. Loor (2008)

3.2 Análisis de la Base de Datos.

Luego de tener los resultados de la Toma de Datos, se analizarán cada una de las tablas y se obtendrá un resultado final, tanto de la harina, como del proceso y del producto final.

3.2.1 Resultados de datos de la Harina.

Para un mejor manejo de los datos, se elaboraron grupos mediante rangos que separan los distintos valores de cada característica de la harina.

Los resultados de los valores obtenidos en la toma de datos de la harina, se resumieron en la Tabla 15, en la cual se ha sombreado cada uno de los rangos con distintos colores para su diferenciación; siendo el Grupo 1 de color naranja, Grupo 2 de color celeste, Grupo 3 de color amarillo, Grupo 4 de color verde.

TABLA 15

RESULTADO DE DATOS DE HARINA

	GLUTEN	ABSORCIÓN	HUMEDAD	CENIZAS
G1	21 – 22.4%	< 52 %	13.00 %	0.65 %
G2	22.5 – 24.5%	< 52%	13.00 %	0.65 %
G3	22.5 – 24.5%	52 – 54%	13.00 %	0.65 %
G4	24.6 – 27%	52 – 54%	13.00 %	0.65 %

Elaborado por: A. Loor (2008)

A continuación se presenta un gráfico para representar la cantidad de veces que el total de datos de harina fue clasificado dentro de cada uno de los rangos.

De los datos que se obtuvo observamos que la cantidad de veces que cada dato tomado encajo en cada uno de los rangos fue el siguiente:

Primer Rango = 20 muestras

Segundo Rango = 35 muestras

Tercer Rango = 65 muestras

Cuarto Rango = 99 muestras

Con un total de 219 datos se obtuvo por lo tanto el siguiente porcentaje, el cual es graficado posteriormente.

Primer Rango = 9%

Segundo Rango = 16%

Tercer Rango = 30%

Cuarto Rango = 45%

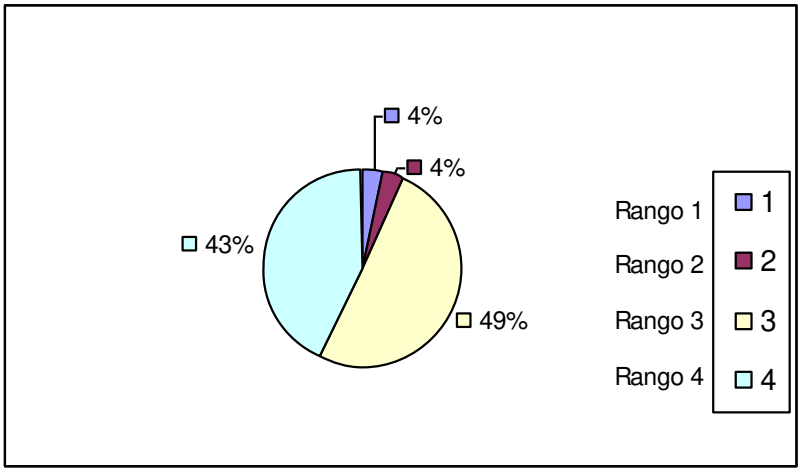
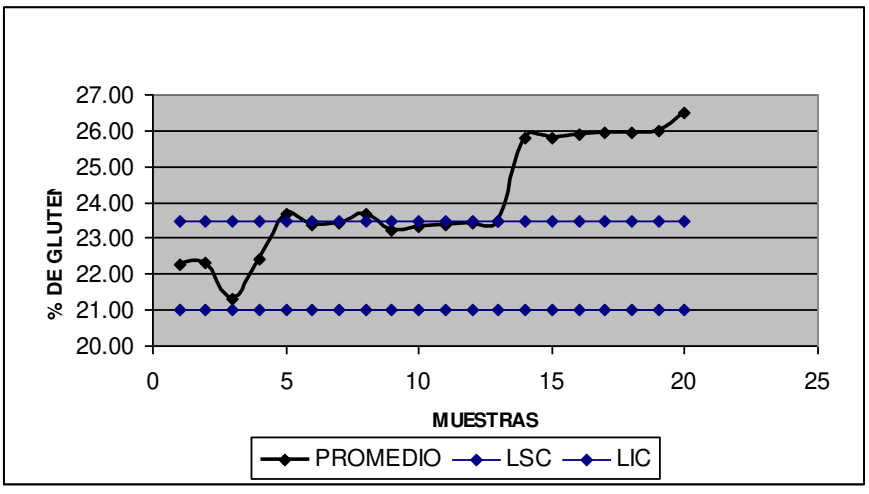


FIGURA 3.1. APLICACIÓN DE RANGOS DEFINIDOS EN EL SEGUIMIENTO DE HARINAS

Durante el período de toma de datos y gracias a los gráficos anteriores, observamos que no todos los valores obtenidos están dentro de las especificaciones que tiene la compañía, en cuanto al porcentaje de gluten (21.0 – 23.5%) y porcentaje de absorción de agua (52 – 54%) de la harina como materia prima, indicado en el Capitulo 2.

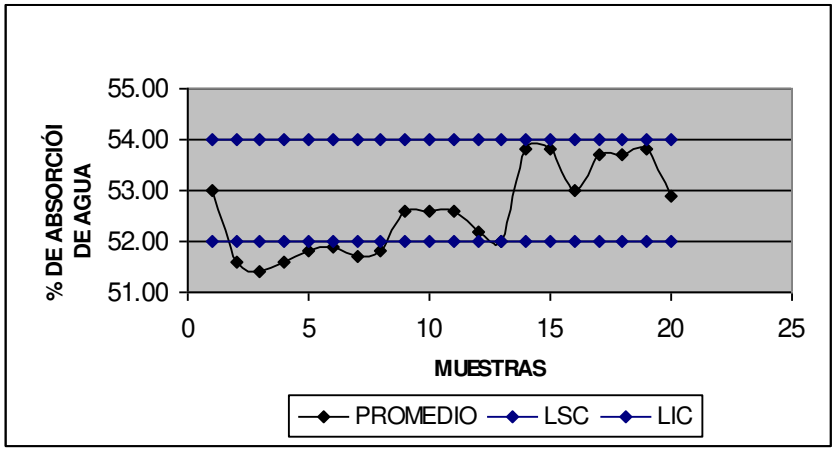
Para una mejor apreciación lo graficaremos a continuación, tomando como estándar la especificación original, combinado con los valores obtenidos en la toma de datos.

FIGURA 3.2. GRÁFICO



COMPARATIVO DEL PORCENTAJE DE GLUTEN

FIGURA 3.3.
GRÁFICO



COMPARATIVO DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA

De acuerdo a los gráficos 3.2 y 3.3, podemos observar que no todos los datos de especificaciones de la harina en cuanto al porcentaje de gluten y al porcentaje de absorción de agua, quedan dentro de los límites superior e inferior, ósea dentro de los rangos establecidos.

Por esta razón este estudio se justifica para encontrar condiciones de proceso y adaptar a las especificaciones que están fuera de los rangos establecidos. Finalmente, este estudio nos permitirá fijar nuevos límites de porcentaje de gluten en la harina y porcentaje de absorción de agua, adaptándose a nuevas condiciones de proceso.

Gráficos de Control.

Se creó con estos valores, un nuevo estándar de especificaciones de la Harina como materia prima. Para la elección de este nuevo estándar; se realizaron gráficos de dispersión en los que se introdujeron los valores obtenidos en la toma de datos, tanto de porcentaje de gluten como de porcentaje de absorción de agua, con lo cual obtuvimos los límites máximos y mínimos, valores que serán establecidos como rangos dentro de las nuevas especificaciones, que constan en el siguiente capitulo. Cabe recalcar que dentro de los valores tomados de especificaciones de gluten, en

los que han superado la cantidad de 26% no es posible ajustar condiciones porque estos requieren de nuevos procesos y de un nuevo perfilamiento de producto terminado.

En los valores de absorción de agua aunque la mayoría si esta dentro del estándar, si habría que hacer variaciones, estas si serian factibles porque solo depende del agua y esta es ya una variante.

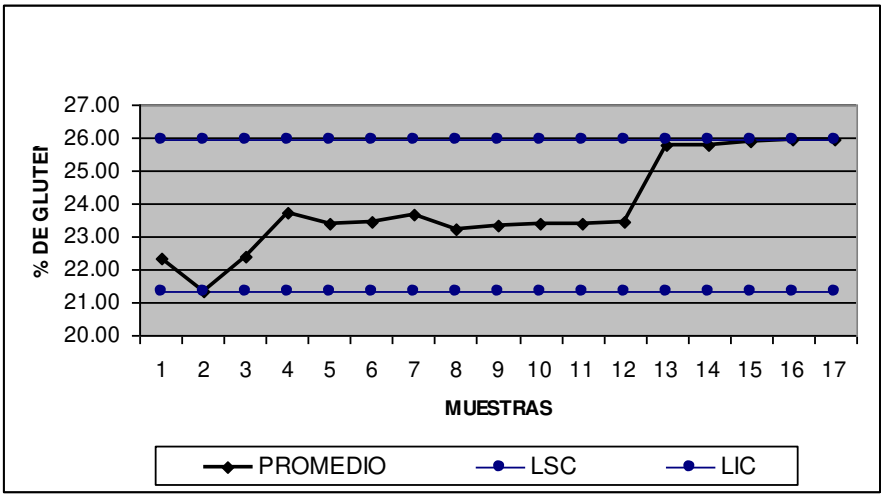


FIGURA 3.4.GRÁFICO DE CONTROL DEL PORCENTAJE DE GLUTEN

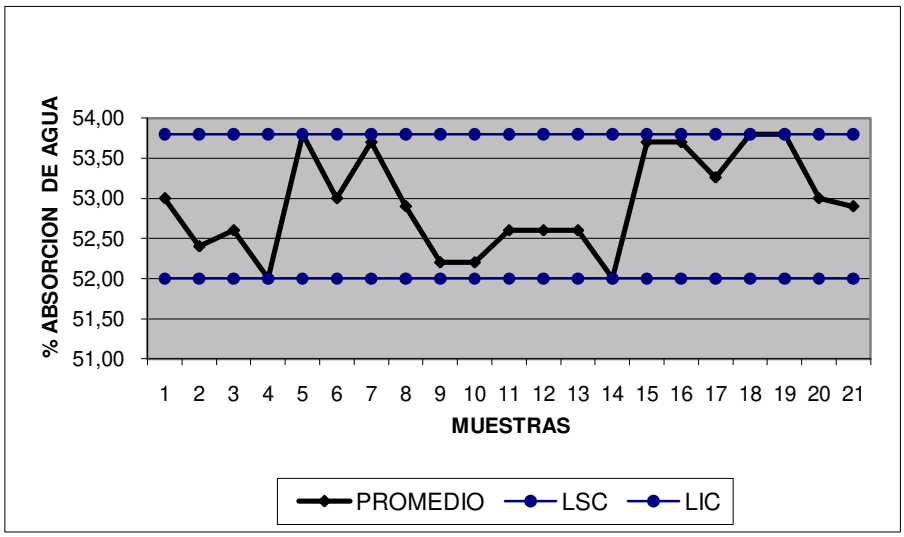


FIGURA 3.5.GRÁFICO DE CONTROL DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA

3.2.2 Resultados de datos del Proceso.

Dentro del rango escogido de gluten (21.5 – 25.95%) y absorción de agua de la harina (51.6 - 54%), se requiere de ajustes de las condiciones de proceso; como por ejemplo, ajustar la cantidad de agua necesaria para obtener el valor de porcentaje de humedad de la masa estable en la receta, dependiendo de los valores de absorción de agua presentes en la harina.

Otra variable es el uso de leudantes químicos, lo que puede darse dependiendo del tiempo de fermentación de las masas, esto modifica el peso de la galleta sin que esto implique un cambio significativo en las cantidades establecidas en la receta. Se debe recalcar que estos valores han sido escogidos de la tabla general de resultados como los valores óptimos dado que durante la elaboración de la galleta, tanto el valor de harina como del proceso; lograron el producto final adecuado.

TABLA 16

RESULTADO DE DATOS DE LA ETAPA DE AMASADO

1 FASE				2 FASE				
pH	Humedad (%)	T° (°C)	Agua (lts.)	Ph	Humedad (%)	T° (°C)	Agua (lts.)	Sodio (Kg.)
5.20	28.80	36	75	7.78	27.80	38	35	3.6
5.12	29.30	37	76	7.78	28.30	38	35	3.6
5.17	28.36	37	78	7.80	27.39	39	35	3.6
5.35	29.98	37	80	7.77	27.98	38	35	3.8

Otra modificación es la de los tiempos de fermentación, dado que podemos aumentar o disminuir el tiempo de reposo, dependiendo del porcentaje de gluten de la harina.

Esta modificación se da en la primera fase, en la cual mientras mayor porcentaje de gluten presenta la harina, mayor es el tiempo que la masa debe permanecer en reposo.

La temperatura y Humedad de la cámara de Fermentación, no se pueden modificar pero si se puede recomendar cuales deben ser los valores ideales para que la masa soporte el tiempo de fermentación necesario para la buena formación de la galleta.

TABLA 17

RESULTADO DE DATOS DE ETAPA DE FERMENTACIÓN

1 FASE	2 FASE	AMBIENTE	
t de Leudo (horas)	t de Leudo (horas)	% H (%)	T° (°C)
14.00	4.00	97	35
14.00	4.00	94	37
14.00	4.00	94	35
15.00	4.00	97	35

Los datos tomados durante las etapas de Laminación y Horneo indican que existen pequeñas variaciones en el peso de las masas y en las Temperaturas de las cámaras del Horno pero ni

estos pesos, ni estas temperaturas son regulables; tienen un estándar al que se deben regir por lo que las mejores condiciones para este proceso son iguales para cada uno de los rangos establecidos.

A continuación se muestran los estándares:

TABLA 18

RESULTADO DE DATOS DE LA ETAPA DE LAMINACIÓN

RANGOS	ENTRADA LAMINACIÓN (gr.)	I PAR LAMINADOR (gr.)	II PAR LAMINADOR (gr.)	III PAR LAMINADOR (gr.)	IV PAR LAMINADOR (gr.)
MAX	91	44	20	13	6
MIN	60	30	15	7	4

TABLA 19

RESULTADO DE DATOS DE LA ETAPA DE HORNEO

RANGOS	TEMPERATURAS (°C)									
	ZONA 1		ZONA 2		ZONA 3		ZONA 4		ZONA 5	
	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
MAX	280	220	290	240	270	240	240	180	230	APAGADO
MIN	220	180	250	190	220	180	195	130	160	

Aunque también en la etapa de laminación, existen ciertas condiciones físicas que sí son regulables como por ejemplo, el relajamiento o alargamiento de la masa que son parámetros que garantizan una galleta de forma redonda a la salida del horno, la cual podría verse afectada por la calidad y cantidad del gluten presente en la harina; cabe recalcar que estas condiciones no presentan datos que deban ser establecidos.

3.2.3 Resultados de datos del Producto Terminado.

Considerando las especificaciones de la Harina y las condiciones de proceso, representadas en las tablas anteriores, podemos indicar que los resultados del producto final se ajustan fácilmente a los estándares establecidos de producto terminado.

Estos resultados tienen una lógica, debido a que este estudio se basa en ajustar condiciones de proceso con harinas que varían en el contenido de gluten y en el porcentaje de absorción y finalmente manteniendo constantemente el mismo producto final.

Debemos anotar que las características del producto tanto físico-químicas como organolépticas no deben cambiar porque eso significaría un nuevo producto y un nuevo desarrollo de mercado.

Finalmente se presenta una tabla comparativa de cada uno de los rangos de la Harina, donde podremos comparar los cambios en las distintas etapas del proceso para cada uno de dichos rangos. (Anexo D)

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO DEL MANUAL DE PROCESOS.

4.1 Actualización de las Características de Materia Prima (harina).

Calidad Organoléptica: Polvo fino seco, de color blanco a ligeramente beige. De olor puro y sabor característico, libre de olores extraños y de sabor agrio, terroso o mohoso o cualquier otro defecto.

Análisis Físicos-Químicos:

Humedad:	máx. 12.95%
Gluten Húmedo:	21.5 – 26%
Proteínas:	8 – 10%
Cenizas:	0.55%

Almidón dañado: 3 – 5%

Absorción de Agua: 51.6 – 54%

Estabilidad: 3.14 minutos.

Pesticidas: de acuerdo a la legislación.

Aflatoxinas: < 20 ppb

Aflatoxinas B1: < 5 ug/Kg.

Análisis Microbiológico:

Mohos y Levaduras: máx. 1000 g.

Salmonella: ausencia en 50 g.

Embalaje: Producto envasado en sacos de fibra plástica.

Contenido neto: 50 Kg.

Almacenamiento: En su empaque original, conservar en lugar, limpio, fresco y seco.

Vida útil: 2 meses.

4.2 Recetas Óptimas para la Producción de Crackers.

PRIMER RANGO

OBSERVACIONES EN EL PROCESO.

Las variantes fueron:

- Agua, que aumento de 105 litros, valor estándar, a 110 litros.
- Tiempo de fermentación de 14 horas en la primera fase.
- Tiempo de fermentación de 4 horas en la segunda fase.
- Bicarbonato de Sodio, se agregan 3.6 Kilos

TABLA 20

CARACTERÍSTICAS DE HARINA. PRIMER RANGO

CARACTERÍSTICAS DE LA HARINA		
	ESTANDAR	**ACTUAL**
Gluten	21,0 - 23,5%	21 – 22.4%
Absorción	52 - 54%	< 52%
Humedad	Máx. 13,2%	Máx. 13,2%
Cenizas	Máx. 0,65%	Máx. 0,65%
Estabilidad	3,5 - 5 min.	3,5 - 5 min.

MASAS

Tiempo de Amasado.

- Primera Fase: 2 min.
- Segunda Fase: 15 min.

PH final.

- esponja: 5 – 5.4
- Masa: 7.8 – 8.0

Temperatura.

- Primera Fase: 34 – 36 °C
- Segunda Fase: 37 – 39 °C

Humedad.

- Primera Fase: 28 – 33%
- Segunda Fase: 28 – 30%

Tiempo de Fermentación.

- Primera Fase: 16 horas
- Segunda Fase: 4 horas

SEGUNDO RANGO

OBSERVACIONES EN EL PROCESO.

- Agua que aumento de 105 litros, valor estándar, a 111 litros.
- Tiempo de fermentación de 14 horas en la primera fase.
- Tiempo de fermentación de 4 horas en la segunda fase.
- Bicarbonato de Sodio, se agregan 3.6 Kilos.

TABLA 21

CARACTERÍSTICAS DE HARINA. SEGUNDO RANGO

CARACTERÍSTICAS DE LA HARINA		
	ESTANDAR	**ACTUAL**
Gluten	21,0 - 23,5%	22.5 – 24.5%
Absorción	52 - 54%	< 52%
Humedad	máx. 13,2%	máx. 13,2%
Cenizas	máx. 0,65%	máx. 0,65%
Estabilidad	3,5 - 5 min.	3,5 - 5 min.

MASAS

Tiempo de Amasado.

- Primera Fase: 2 min.
- Segunda Fase: 15 min.

PH final.

- esponja: 5 – 5.5
- masa: 7.6 – 7.8

Temperatura.

- Primera Fase: 34 – 37 °C
- Segunda Fase: 37 – 39 °C

Humedad.

- Primera Fase: 28 – 32%
- Segunda Fase: 27 – 29%

Tiempo de Fermentación.

- Primera Fase: 14 horas
- Segunda Fase: 4 horas, 30 minutos

TERCER RANGO

OBSERVACIONES EN EL PROCESO.

- Agua que aumentó de 105 litros, valor estándar, a 113 litros.
- Tiempo de fermentación de 14 horas en la primera fase.
- Tiempo de fermentación de 4 horas en la segunda fase.
- Bicarbonato de Sodio, se agregan 3.6 Kilos

TABLA 22

CARACTERÍSTICAS DE HARINA. TERCER RANGO

CARACTERISTICAS DE LA HARINA		
	ESTANDAR	**ACTUAL**
Gluten	21,0 - 23,5%	22.5 – 24.5%
Absorción	52 - 54%	52 – 54%
Humedad	Máx. 13,2%	Máx. 13,2%
Cenizas	Máx. 0,65%	Máx. 0,65%
Estabilidad	3,5 - 5 min.	3,5 - 5 min.

MASAS

Tiempo de Amasado.

- Primera Fase: 2 min.
- Segunda Fase: 15 min.

PH final.

- Esponja: 4.9 – 5.9
- masa: 7.6 – 7.8

Temperatura.

- Primera Fase: 36 – 38 °C
- Segunda Fase: 38 – 39 °C

Humedad.

- Primera Fase: 28 – 31%
- Segunda Fase: 28 – 29%

Tiempo de Fermentación.

- Primera Fase: 14 horas
- Segunda Fase: 4 horas, 30 minutos

CUARTO RANGO

OBSERVACIONES EN EL PROCESO.

- Agua que aumento de 105 litros, valor estándar, a 115 litros
- Tiempo de fermentación de 15 horas en la primera fase.
- Tiempo de fermentación de 4 horas en la segunda fase.
- Bicarbonato de Sodio, aumento de 3.6 Kilos a 3.8.

TABLA 23

CARACTERÍSTICAS DE HARINA. CUARTO RANGO

CARACTERISTICAS DE LA HARINA		
	ESTANDAR	**ACTUAL**
Gluten	21,0 - 23,5%	24.6 – 27%
Absorción	52 - 54%	52 – 54%
Humedad	máx. 13,2%	máx. 13,2%
Cenizas	máx. 0,65%	máx. 0,65%
Estabilidad	3,5 – 5 min.	3,5 - 5 min.

MASAS

Tiempo de Amasado.

- Primera Fase: 2 min.
- Segunda Fase: 15 min.

PH final.

- esponja: 4.6 – 4.8
- masa: 7.6 – 7.9

Temperatura.

- Primera Fase: 34 – 37 °C
- Segunda Fase: 37 – 38 °C

Humedad.

- Primera Fase: 32 – 33%
- Segunda Fase: 28 – 30%

Tiempo de Fermentación.

- Primera Fase: 15 horas
- Segunda Fase: 5 horas

INSTRUCCIONES DE FABRICACIÓN

1. Colocar los ingredientes en la mezcladora y mezclar por 2 minutos.

2. Colocar la mezcla en una artesa y dejar reposar tiempo necesario según rectas, con un rango de +/- 30 minutos.

3. Colocar la esponja en la amasadora vertical, adicionar el resto de los ingredientes y mezclar por 15 minutos, a velocidad estándar.

4. Colocar la masa en la artesa y dejar reposar durante el tiempo necesario según recetas. (II Fase: masa)**.** Luego del Reposo llevar a laminación.

4.3. Especificaciones del Producto terminado.

Las especificaciones que deben cumplir la galleta posterior al proceso de elaboración son las siguientes:

TABLA 24

ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO TERMINADO.

PESO (gr.)	ESPESOR (mm.)	LARGO (mm.)	ANCHO (mm.)	HUMEDAD (%)	VIDA ÚTIL (meses)
51	54	49	49	3.0	8

PERFIL ORGANOLÉPTICO

ASPECTO: Galleta de forma ligeramente rectangular a cuadrada, con muy ligera presencia de ampollas en la superficie.

AROMA: Característico a pan recién horneado

SABOR: Moderado a sal y moderado a pan recién horneado y fermentado.

TEXTURA: Galleta con consistencia fresca, moderadamente crocante.

COLOR: Producto con color altamente uniforme: amarillo a café dorado.

FALLAS	CAUSAS	SOLUCIONES
Pesos fuera de Receta	**a)** Descalibración de Balanzas	**a.1)** Solicitar al instrumentista técnico la calibración periódica y llevar un registro.

4.4 Tabla de Fallas-Causas- Soluciones del Proceso.

TABLA 25

TABLA DE FALLAS-CAUSAS-SOLUCIONES

MASAS

Baja Temperatura de la Masa	**a)** Poco tiempo de Amasado en la Fase Final	**a.1)** Aumentar 30 segundos el tiempo de amasado.
Adición desordenada de Ingredientes	**a)** Desconocimiento de los Procedimientos	**a.1)** Establecer un Plan de Capacitación
Masas duras antes de Laminación	**a)** Condiciones de Proceso.	**a.1)** Revisar que las condiciones de proceso (Temperatura en C, Humedad), según receta.
	a) Desconocimiento de los Procedimientos	**a.1)** Establecer un Plan de Capacitación.
	b) Dosificador de agua.	
Uso Incorrecto de Retrabajo	**b)** Uso exagerado por exceso de Retrabajo	**b.1)** Ajustarse al porcentaje de retrabajo indicado en la receta.
Adición Incorrecta de Agua	**a)** Descalibración del Dosificador de Agua. **b)** Variación de Absorción de Agua en la Harina.	**a.1)** Llamar al Departamento Técnico para la revisión y calibración. **b.1)** Corrección de la cantidad de agua en proporción directa de acuerdo a la receta. (Tomar como base que se deben agregar 116 litros de agua con una harina de 53% de absorción).

	c) Cantidad de líquidos según receta. **d)** Alto porcentaje de gluten de la harina. **e)** Uso de retrabajo sin el control adecuado de agua.	**b.1)** Asegurarnos del buen funcionamiento del dosificador. Registrar calibraciones. **c.1)** Ajustar la cantidad de agua según las condiciones de las materias primas que se estén trabajando. **d.1)** Ajustar el tiempo de fermentación de acuerdo al porcentaje de gluten. **e.1)** Estandarizar el porcentaje de retrabajo(por cada 10 Kilos de polvo de galletas A, añadir 6 litros de agua y por cada 10 Kilos de la galleta B, añadir 8 litros de agua).

Masas blandas antes de Laminación	**a)** Condiciones de materias primas (porcentaje de absorción de agua bajo). **b)** Dosificador de agua. **c)** Cantidad de líquidos según receta.	**a.1)** Revisar que las condiciones (Temperatura en °C, humedad y textura) de cada una de las materias primas sean las indicadas para el trabajo. **b.1)** Asegurarnos del buen funcionamiento del

	d) Exceso de tiempo de fermentación. **e)** Bajo porcentaje de gluten de la harina.	dosificador. **c.1)** Ajustar la cantidad de agua según las condiciones de las materias primas que se estén trabajando. **d y e.1)** Ajustar el tiempo de fermentación de acuerdo al porcentaje de gluten.

LAMINACIÓN

FALLAS	CAUSAS	SOLUCIONES
Galleta Ovalada antes de Horneo.	**a)** Masa dura **b)** Poco tiempo de reposo	**a.1)** Revisar receta y condiciones del proceso de amasado. **b.1)** Ajustar el tiempo necesario de reposo según receta.
Galleta con sobrepeso antes de Horneo.	**a)** Mala calibración de rodillos	**a.1)** Calibración de rodillos de acuerdo al estándar
Galleta con bajo peso antes de Horneo.	**a)** Mala calibración de rodillos.	**a.1)** Calibración de rodillos de acuerdo al estándar

HORNO

FALLAS	CAUSAS	SOLUCIONES
Galleta Cruda	**a)** Bajo perfil de Temperatura de Horneo	**a.1)** Ajustar perfil de temperatura en el horno, como: 1. Aumentando la llama de los quemadores directos. 2. Cerrando las compuertas de extracción
Galleta Pálida	**a)** Exceso de fermentación y mala neutralización de la masa.	**a.1)** Ajustar el pH de la masa con bicarbonato de sodio, manteniendo un rango de 8 y 8.4.
Galleta Quemada	**a)** Exceso de poder calorífico.	**a.1)** Ajustar perfil de temperatura en el horno, como: 1. Disminuyendo las llama de los quemadores directos. 2. Abriendo las compuertas de

		extracción
Galleta Ovalada	**a**) Problemas de masa dura	**a.1)** Ajustar cantidad de agua y tiempos de fermentación para obtener una textura ideal de masa. **a.2)** Ajustar la laminación con proceso de relajamiento de la masa
Galleta desarrollada y con bajo peso	**a)** Exceso de Leudantes **b)** Demasiado tiempo de fermentación.	**a.1)** Disminuir el uso de leudantes. **b.1)** Controlar tiempo de fermentación, de acuerdo a la receta.
Galleta Dura y con peso alto	**a)** Masas duras. **b)** Falta de leudantes químicos. **c)** Falta de tiempo de fermentación	**a.1)** Controlar el proceso de amasado. **b.1)** Ajustar cantidades de acuerdo a especificaciones de la harina. **c.1)** Controlar tiempo de fermentación, de acuerdo a la receta.
Galleta Pegada	**a)** Masas defectuosas, ocurre cuando tenemos masa con poco tiempo de fermentación y/o exceso de tiempo de fermentación.	**a.1)** Ajustar condiciones de proceso y controlar tiempos de fermentación.

Galleta Ampollada	**a)** Masas defectuosas y rebatidas **b)** Exceso de temperatura en la primera zona del horno.	**a.1)** Ajustar condiciones de proceso. **a.2)** Revisar características de la harina (% de almidones dañados). **b.1)** Controlar perfil de horneo especialmente en la primera zona.
Problemas de Checking	**a)** Alto contenido de gluten en la harina. **b)** Exceso de velocidad de horneo (3 minutos vs. 5 del estándar). **c)** Inadecuado perfil de temperatura vs. Humedad relativa.	**a.1)** Trabajar con harinas que cumplan con las especificaciones de gluten. **b.1)** Ajustar velocidad estandarizada de horneo. **b.2)** Sacar el producto de los primeros 5 minutos de horneo como retrabajo. **c.1)** Ajustar el perfil adecuado de temperatura y mantener el ambiente saturado de humedad en las tres primeras zonas del horno, cerrando y/o abriendo las compuertas de extracción del aire de las cámaras.

CAPÍTULO 5

5. MEJORAS DEL PROCESO

Una vez ajustados los nuevos parámetros de la harina y definidos los cambios en las condiciones del proceso de elaboración de galletas crackers, se realizaron seguimientos continuos en la línea; para lo cual, se tomaron los datos de la harina y de las condiciones del proceso durante 2 semanas, en las que se pudo observar que todo el producto fue liberado cumpliendo con los estándares de producto terminado, así también, con los estándares de reproceso y porcentaje de descarte.

Para la confirmación de este estudio, se tomaron como pruebas, 8 paradas por turno; la empresa tiene tres turnos diarios, de lo cuales se trabajó con dos de los tres turnos; dando como resultado 16 paradas al día, con un total de 160 paradas, durante las dos semanas que duró este estudio.

De estas 160 paradas; en 147 paradas el manual funcionó y su producto final fue aceptado por el departamento de Calidad. Por el contrario 13 paradas tuvieron dificultades tales como paradas técnicas debido al mal funcionamiento del equipo y por inconvenientes climáticos y en ellas se tuvo que trabajar nuevamente de manera empírica. Cabe recalcar que el problema no fue el manual elaborado sino más bien problemas que estaban fuera de nuestro control.

TABLA 26

TABLA DE ACEPTACIÓN DEL MANUAL

	Resultados	%
Aceptados	147	92%
Rechazados	13	8%
TOTAL	160	100%

Los cambios en las condiciones de proceso definidos en este estudio, tienen una aplicación del 92%, como se puede observar en el gráfico que se muestra a continuación.

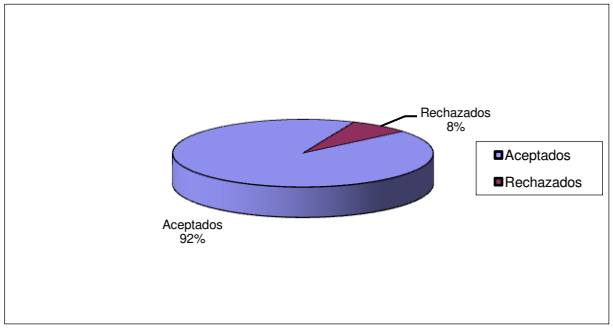


FIGURA 5.1 PORCENTAJE DE ACEPTACIÓN DEL MANUAL

A continuación se tomó en cuenta los aspectos de control de producción para garantizar que el manual cumpla su objetivo en la empresa.

5.1 Reducción del Retrabajo.

El reproceso o retrabajo es un factor importante para determinar el buen resultado del desarrollo de este manual. Su disminución aunque numéricamente es muy poca, en la práctica demuestra una gran mejora en la producción.

Como veremos en la Tabla 27; El porcentaje de reproceso de esta galleta ha disminuido de un 8% en el mes de Octubre hasta un 6.2% luego de las pruebas finales de verificación del manual. Cabe recalcar que los estudios se hicieron desde el mes de octubre por eso, desde ese mes se toma en cuenta la cantidad de reproceso.

TABLA 27

PORCENTAJE DE REPROCESO, SOBREPESO Y DESPERDICIOS

	Sobrepeso	Reproceso	Desperdicios
	STD: 2.3%	**STD:** 8%	**STD:** 2.5%
Octubre	2.4%	8.0%	2.50%
Noviembre	2.3%	7.8%	2.30%
Diciembre	2.2%	7.6%	2.40%
Enero	2.1%	7.8%	2.20%
Febrero	2.1%	7.2%	2.20%
Marzo	2.0%	6.2%	2.10%

También podemos observar que la cantidad de desperdicios que produce la línea donde se elaboran estas galletas ha disminuido del 2.5% al 2.10% en el último mes.

Finalmente; la producción debe tener la tendencia a ser igual al peso neto declarado en la etiqueta; si el promedio es menor a lo declarado, la compañía esta propensa a una demanda legal por parte del estado; y si el peso real esta sobre el promedio declarado, la empresa pierde dinero por la entrega de más producto al mismo precio. Por lo tanto este sobrepeso debe ser controlado y como vimos en la tabla anterior; éste también disminuyó del 2.4 al 2.0%.

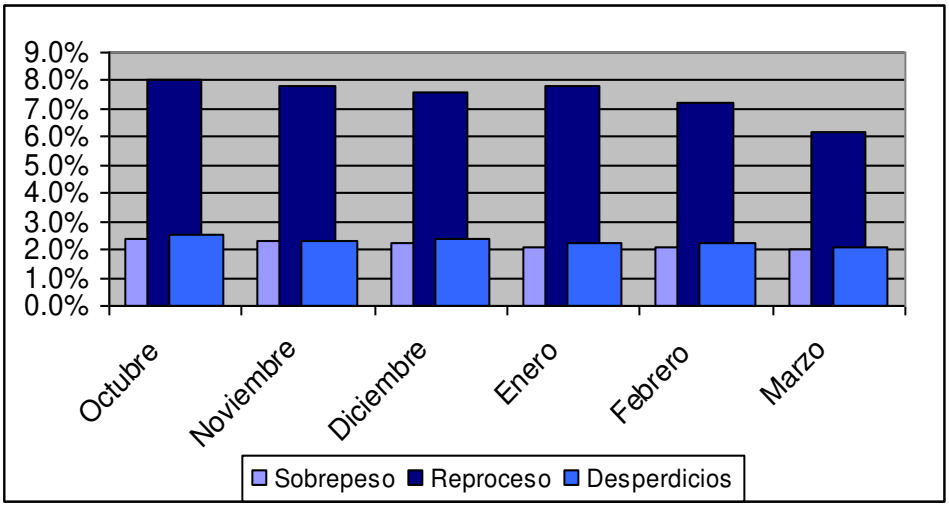


FIGURA 5.2. PORCENTAJE DE REPROCESO, SOBREPESO Y DESPERDICIOS

Se puede decir que aunque el objetivo de este proyecto fue el de adaptar el proceso de acuerdo a la variación de especificaciones de la harina; también se logró mejorar los indicadores de reproceso, sobrepeso y desperdicios de esta galleta; lo que es un gran logro ya que se pudo evitar una pérdida innecesaria de dinero para la fábrica.

5.2 Control del Rendimiento en la Línea.

Generalmente cuando tenemos variaciones en las especificaciones de la harina, como es el porcentaje de gluten y el porcentaje de absorción de agua, el proceso presenta muchas paradas técnicas en la línea, debido a las masas duras, por el sobrepeso del producto final o por que las características del producto final están fuera del estándar; como por ejemplo el ovalamiento en la galleta. Esto afecta directamente al rendimiento de la línea de producción, pero con la utilización de este manual hemos podido comprobar que los procesos han sido continuos, sin paradas técnicas por problemas de las masas; esto demuestra que las nuevas condiciones de proceso son confiables y se puede garantizar índices de productividad sostenibles durante la producción.

5.3 Producto Final de acuerdo a estándares.

Otro factor importante para comprobar la validez de este manual operativo es cumplir con las especificaciones del producto final.

Para comprobar si los parámetros del producto final estuvieron dentro de las especificaciones dadas por la empresa, se realizo un seguimiento a la producción de dos semanas. Luego del estudio de comprobación del manual, los resultados fueron satisfactorios, eso quiere decir que estas galletas se ajustan a las características de peso, forma, textura y al resto de características organolépticas del producto ya establecidas.

Con lo mencionado anteriormente se confirmó la liberación del 100% del producto final, lo que se dio bajo revisión del departamento de Calidad de la empresa.

CONCLUSIONES

1. El rango de gluten de la harina más adecuado para la elaboración de galletas estaría entre 21.5 y 23.5% sin embargo es difícil obtener harinas con ese porcentaje de gluten y hoy por hoy con todos los problemas de precios tenemos gluten con porcentaje mas altos llegando a niveles de hasta 26%. Harinas hasta con este contenido de gluten, se hace posible trabajar en galletas crackers ajustando condiciones de proceso,

específicamente con la adición de agua, modificando tiempos de fermentación y en algunos casos modificando la cantidad de leudantes químicos.

2. Al hablar del contenido de gluten de la harina se tiene que hablar también del porcentaje de absorción de agua, está especificación va de la mano con el porcentaje de gluten de la harina, eso quiere decir que a mayor cantidad de gluten, mayor será la cantidad de agua que la harina va a absorber.

3. La cantidad de gluten de la harina utilizada para la preparación de crackers debe ser controlada; si se usa con rangos menores a los establecidos (21.5%) se obtienen masa muy débiles, muy sensibles y de poca elasticidad que no soporta procesos físicos como son la laminación o troquelado. Por el contrario, contenidos superiores de gluten (mayor de 26%) puede ocasionar variaciones de peso en las galletas, generalmente consumen más leudantes y en el proceso arrojan galletas en las que no se puede controlar el peso debido a que la masa de gluten absorbe más agua y atrapa más gas.

4. Se concluye también que en la elaboración de masas para crackers se requiere la utilización de enzimas para hidrolizar las cadenas largas de gluten durante la fermentación, con esto logramos controlar el peso de la galleta.

5. Para un mejor entendimiento del manual, se agruparon los datos tomados de las especificaciones de harina en cuatro rangos los cuales dependían de las antiguas especificaciones; entre 21.5 – 23.5% del gluten y entre 52 – 54% de la absorción de agua; esto es, debajo del rango, dentro del rango y por encima del rango.

6. Finalmente se puede concluir que los cambios en las condiciones de proceso definidos en este estudio, tienen una aplicación del 92% y que el proceso es continuo y que se han disminuido las paradas técnicas en la línea, además que los resultados del producto final fueron satisfactorios, eso quiere decir que estas galletas se ajustan a las características de peso, forma, textura y al resto de características organolépticas del producto ya establecidas.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el manual que se ha planteado, siguiendo las condiciones de procesos establecidas, cuando tengamos harina con desviaciones de porcentaje de gluten para garantizar una producción continúa.

2. En la elaboración de crackers se recomienda harinas con contenido de gluten que pueden ir en un rango de 21.5% a 26%, de igual forma se puede aceptar porcentajes de absorción de agua de 52 – 54%.

3. Se recomienda en la elaboración de crackers adaptar condiciones de fermentación adecuadas donde se pueda controlar temperaturas y humedad relativa. Es recomendable asignar cuartos de fermentación indicados para tal efecto. (cuartos herméticos con respiración controlada y con humedad relativa controlables)

4. Se recomienda enfriar la galleta una vez que ha salido del horno sin un proceso forzado, debido a que este producto requiere un tiempo para estabilizar la estructura de la miga, para llegar preferiblemente a temperatura ambiente.

5. En un proceso de galletas es de vital importancia el manejo de reproceso y la relación que puede tener la humedad del retrabajo y la humedad de la masas; en estos casos, se recomienda que antes de modificar procesos o atacar al gluten de la harina, se debe revisar primero la cantidad de reproceso y la cantidad de agua que se va a añadir a las masas.

BIBLIOGRAFÍA

(1) COTRISA. Comercializadora de Trigo S.A., Mercado Internacional - Trigo - Principales Exportadores, www.cotrisa.cl/mercado/trigo/internacional/exportadores.php (Marzo, 2008)

(2) FRAZIER, P., A basis for optimum dough development, Baking Ind. Journal, July, 1979

(3) INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, NTE INEN 2 085:2005 Galletas Requisitos. 2005.

(4) MANLEY, D., Technology of Biscuits, Crackers and Cookies, Ellis Horwood Ltd., 1983

(5) NESTLE S.A., Manual de Entrenamiento en Tecnología de Proceso de Galletas, 2002.

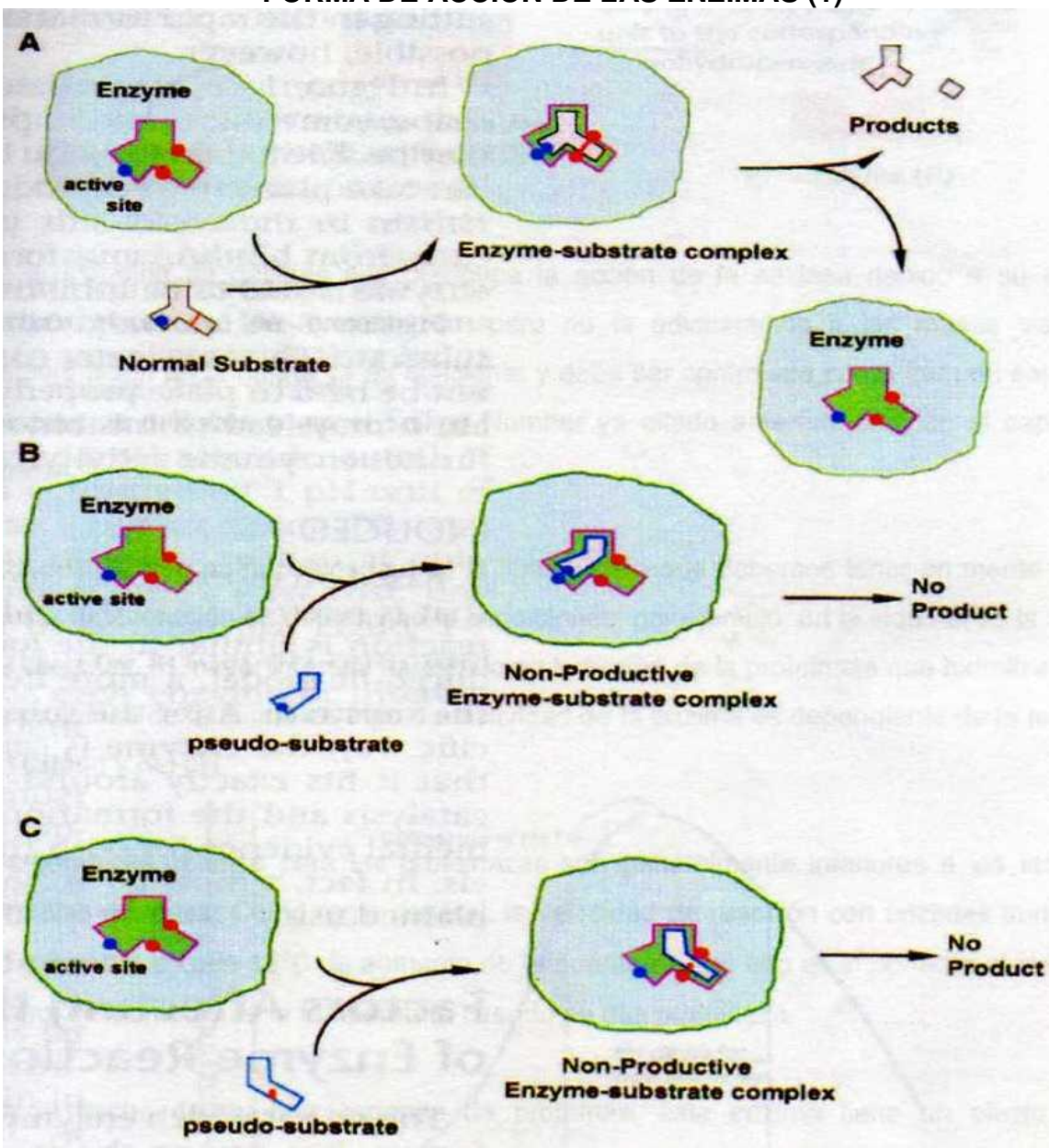
ANEXO A

CLASIFICACIÓN DEL TRIGO (1)

DURUM	DURO	SEMI-DURO	BLANDO
Masas dulces y Tortas	Masas Alimenticias Alimenticias	Panificación y y Panificación	Galletas Galletas Fermentadas

ANEXO B

FORMA DE ACCIÓN DE LAS ENZIMAS (1)



ANEXO C
ESPECIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA

PRODUCTO: **HARINA DE TRIGO BLANDA**

CALIDAD: La harina no debe contener impurezas como mezclas de harinas provenientes de otros cereales y residuos de salvados. También debe estar exenta de cuerpos extraños y plagas.

CALIDAD ORGANOLÉPTICA:

Polvo fino seco, de color blanco a ligeramente beige.

De olor puro y sabor característico, libre de olores extraños y de sabor agrio, terroso o mohoso o cualquier otro defecto.

ANÁLISIS FÍSICOS-QUÍMICOS:

Humedad:	máx. 13.0%
Gluten Húmedo:	21.0 – 23.5%
Proteínas:	8 – 9.5%
Cenizas:	máx. 0.65%
Almidón dañado:	3.5 – 5%

Falling Number:	340 +/- 10

FARINOGRAMA

Absorción de Agua:	mín. 52% máx. 54%
Estabilidad:	4 – 5 minutos.
Tiempo de Desarrollo:	min. 1.2 min.
Tiempo de Breakdown:	4-5 min.

ALVEOGRAMA

Valor P/L:	0.4 +/- 0.1

EXTENSOGRAMA (135 min.)

Energía:	85 +/- 20cm^2
Resistencia:	330 +/- 50 BU
Extensibilidad:	140 +/- 20 mm.

Pesticidas: de acuerdo a la legislación.

Aflatoxinas Total B+G:	<10 ug/Kg.
Aflatoxinas Total B1:	< 5 ug/Kg.
Aflatoxinas:	< 20 ppb

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

Mohos y Levaduras:	máx. 1000 g.
Salmonella:	ausencia en 50 g.

ALMACENAMIENTO: En su empaque original, conservar en lugar, limpio, fresco y seco.

ANEXO D

TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS

	Primer Rango Gluten:21 – 22.4 Absorción: < 52%	Segundo Rango Gluten: 22.5 – 24.5 Absorción: < 52%	Tercer Rango Gluten: 22.5 – 24.5 Absorción: 52 - 54%	Cuarto Rango Gluten: 24.6 – 27 Absorción: 52 - 54%
Amasado	**Tiempo de mezcla 1=** 2 min. **Tiempo de mezcla 2=** 15 min. **pH final de esponja=** 5 – 5.4 **pH final de masa=** 7.8 – 8.0 **T° de masa 1=** 34 – 36°C. **T° de masa 2=** 37 – 39°C. **% H de masa 1=** 28 – 33% **% H de masa 2=** 28 – 30% **Agua** = 110 litros **B. de Sodio** = 3.6 Kg.	**Tiempo de mezcla 1=** 2 min. **Tiempo de mezcla 2=** 15 min. **pH final de esponja=** 5.0 – 5.5 **pH final de masa=** 7.6 – 8.0 **T° de masa 1=** 34 – 37°C **T° de masa 2=** 37 – 39°C **% H de masa 1=** 28 – 32% **% H de masa 2=** 27 – 29% **Agua** = 111 litros. **B. de Sodio** = 3.6 Kg.	**Tiempo de mezcla 1=** 2 min. **Tiempo de mezcla 2=** 15 min. **pH final de esponja=** 4.9 – 5.9 **pH final de masa=** 7.6 – 8.1 **T° de masa 1=** 36 – 38°C **T° de masa 2=** 38 – 39°C **% H de masa 1=** 28 – 31% **% H de masa 2=** 28 – 29% **Agua** = 113 litros. **B. de Sodio** = 3.6 Kg.	**Tiempo de mezcla 1=** 2 min. **Tiempo de mezcla 2=** 15 min. **pH final de esponja=** 4.6 – 4.8 **pH final de masa=** 7.6 – 8.0 **T° de masa 1=** 34 – 37°C **T° de masa 2=** 37 – 38°C **% H de masa 1=** 32 – 33% **% H de masa 2=** 28 – 30% **Agua** = 115 litros **B. de Sodio** = 3.8 Kg.
Fermentación	**t de Fermentación 1=** 14 horas **t de Fermentación 2=** 4 horas. **T° de la Camara=** 30 – 38°C. **% H de la Cámara=** 75 – 80%	**t de Fermentación 1=** 14 horas **t de Fermentación 2=** 4 horas. **T° de la Cámara =** 30 – 38°C. **% H de la Cámara=** 75 – 80%	**t de Fermentación 1=** 14 horas **t de Fermentación 2=** 4 horas **T° de la Camara=** 30 – 38°C **% H de la Cámara=** 75 – 80%	**t de Fermentación 1=** 15 horas **t de Fermentación 2=** 4 horas. **T° de la Camara=** 30 – 38°C **% H de la Cámara=** 75 – 80%
Laminación	**Peso Crudo Galleta =** 66 – 69g. **Pesos de masas.** **Entrada a Laminación** =60–91g. **Primer Laminador =** 30 – 44 g. **Segundo Laminador =** 15– 20 g. **Tercera Laminador =** 7 – 13 g. **Cuarto Laminador =** 4 – 6 g.	**Peso Crudo Galleta =** 66 – 69g. **Pesos de masas.** **Entrada a Laminación** =60–91g. **Primer Laminador =** 30 – 44 g. **Segundo Laminador =** 15– 20 g. **Tercera Laminador =** 7 – 13 g. **Cuarto Laminador =** 4 – 6 g.	**Peso Crudo Galleta =** 66 – 69g. **Pesos de masas.** **Entrada a Laminación** =60–91g. **Primer Laminador =** 30 – 44 g. **Segundo Laminador =** 15– 20 g. **Tercera Laminador =** 7 – 13 g. **Cuarto Laminador =** 4 – 6 g.	**Peso Crudo Galleta =** 66 – 69g. **Pesos de masas.** **Entrada a Laminación** =60–91g. **Primer Laminador =** 30 – 44 g. **Segundo Laminador =** 15– 20 g. **Tercera Laminador =** 7 – 13 g. **Cuarto Laminador =** 4 – 6 g.
Horneo	**T° Precámara** = 80 - 100°C **T° Zona 1** = 220 – 280°C **T° Zona 2** = 250 – 290°C **T° Zona 3** = 220 – 270°C **T° Zona 4** = 195 – 240°C **T° Zona 5** = 160 – 230°C	**T° Precámara** = 80 - 100°C **T° Zona 1** = 220 – 280°C **T° Zona 2** = 250 – 290°C **T° Zona 3** = 220 – 270°C **T° Zona 4** = 195 – 240°C **T° Zona 5** = 160 – 230°C	**T° Precámara** = 80 - 100°C **T° Zona 1** = 220 – 280°C **T° Zona 2** = 250 – 290°C **T° Zona 3** = 220 – 270°C **T° Zona 4** = 195 – 240°C **T° Zona 5** = 160 – 230°C	**T° Precámara** = 80 - 100°C **T° Zona 1** = 220 – 280°C **T° Zona 2** = 250 – 290°C **T° Zona 3** = 220 – 270°C **T° Zona 4** = 195 – 240°C **T° Zona 5** = 160 – 230°C