



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA

TÍTULO DEL TRABAJO:  
**CONGELADOS Y HORNEADOS S.A. DE C.V.**

INFORME TÉCNICO EN LA OPCIÓN CURRICULAR  
EN LA MODALIDAD DE:

**ESTANCIA INDUSTRIAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ALIMENTOS

PRESENTA:  
**GONZÁLEZ PONCE DE LEÓN JONATHAN**

ASESOR INTERNO: M. C. HERMILO SÁNCHEZ PINEDA  
ASESOR EXTERNO: DR. ISIDRO GALVÁN URALDE

México, D. F., mayo 2007



## INDICE

	Página
1 Resumen	1
2 Descripción técnica y administrativa de la empresa	2
2.1 Datos Generales de la empresa	2
2.2 Historia	2
2.3 Organigrama de la empresa	3
2.4 Misión	4
2.5 Visión	4
2.6 Política de calidad	4
3 Plano de la empresa	5
4 Justificación y objetivo de la estancia industrial	6
4.1 Objetivo de la estancia industrial	6
4.2 Objetivos Específicos	6
4.3 Justificación	6
5 Cronograma de actividades	7
6 Introducción	8
7 Marco teórico	8
8 Descripción del proceso de elaboración de tortillas de maíz	12
9 Diagrama de Proceso	13
10 Resultados y Análisis	14
10.1 Diagnóstico del proceso de elaboración de tortillas de maíz	14
10.2 Puntos de Control del Proceso	18
10.3 Pruebas de Control de Calidad	21
10.4 Análisis de la variación de la calidad de la tortilla de maíz	27
10.5 Vida de anaquel de la tortilla	35
10.6 Control de proceso	40
10.7 Inspección y muestreo de producto final	50
10.8 Buenas practicas de manufactura	53
10.9 Nivel de calidad	55
11 Conclusiones	58
12 Recomendaciones	60
13 Glosario	61
14 Referencias	63
Apéndice A	I
Apéndice B	VII
Apéndice C	XII
Apéndice D	XVIII
Apéndice E	XXII



## INDICE DE FIGURAS

	Pagina
1 Diagrama de flujo de elaboración de tortilla de maíz	13
2 Diagrama de ubicación de puntos de control de proceso	16
2.1 Diagrama de bloques de control de proceso	17
3 Muestra 1 Hoja de control de calidad de harina de maíz Minsa	31
4 Muestra 2 Hoja de control de calidad de harina de maíz Minsa	32
5 Monitoreo de vida de anaquel	39
6 Muestra 3 Software de control de calidad	42
7 Muestra 4 Software de control de calidad	47

## INDICE DE TABLAS

1 Puntos de control de proceso	18
1.1 Parámetros de calidad para la recepción de harina de maíz	20
1.2 Parámetros de calidad para material de envasado	20
1.3 Parámetros de calidad para características físicas de la tortilla	20
1.4 Parámetros de calidad para producto preenvasado	21
1.5 Parámetros de calidad para condiciones de operación	21
2 Pruebas de control de calidad	22
2.1 Criterios de evaluación para pruebas de flexibilidad y rollabilidad	22
2.2 Criterios de evaluación para prueba de resistencia al peso	23
3 Instrumentación básica para control de calidad	26
4 Características de calidad de la harina de maíz nixtamalizada	32
5 Especificaciones microbiológicas para la tortilla	36
6 Vida de anaquel de la tortilla SiSi	37
7 Influencia del pH en la vida de anaquel de la tortilla	37
8 Inspección de producto (MIL-STD-105D)	51

## INDICE DE GRAFICAS

1 Evaluación de la pérdida de las características de calidad de las tortillas de maíz respecto a los días de vida de anaquel.	24
2 Monitoreo de Humedad en la tortilla	30
3 Correlación del tiempo de cocimiento y reposo del nixtamal con las características de calidad de la tortilla	30
4 Correlación del tipo de maíz y el tiempo de cocimiento con las características de calidad del producto	33
5 Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre pH en las tortillas de maíz	37
6 Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre el contenido de humedad (%) en las tortillas de maíz	38
7 Evolución de la vida de anaquel de la tortilla de maíz con una carga microbiana inicial de 500 UFC/g	39



---

8	Comportamiento del peso inicial (tortilla cruda)	43
9	Comportamiento del peso neto final (tortilla cocida)	43
10	Comparación del peso promedio inicial y final por línea con los pesos óptimos	44
11	Nivel de eficiencia por línea de producción	44
12	Promedio mensual del peso final de la tortilla	45
13	Inspección del peso de la tortilla preenvasada	48
14	Promedio mensual del peso de la tortilla preenvasada	49
15	Control de producto rechazado	52
16	Total de deficiencias mensuales en el cumplimiento de las BPM	54
17	Comparación del Nivel de calidad del producto entre cada mes	57



---

## 1. RESUMEN

El crecimiento continuo de la industria de productos de maíz nixtamalizado y el aumento de la demanda del consumidor por productos de calidad alta y consistente crean la necesidad de implementar procedimientos analíticos para monitorear la calidad de los productos intermedios y terminados, sistemas de estandarización, monitoreo y control de procesos, así como de crear especificaciones de calidad. Los métodos analíticos para la calidad deben ser sensitivos a la variabilidad normal de los productos en puntos críticos a lo largo del proceso.

En el presente informe se describen las actividades realizadas para estructurar e implementar un sistema de calidad que vigilara, asegurara y controlara el proceso de elaboración de la tortilla de maíz, se estudio y diagnostico el proceso de elaboración de la tortilla con la finalidad de determinar los puntos críticos del proceso y a partir de estos poder establecer parámetros de control que nos guiaran hacia la estandarización del proceso, este sistema constó de actividades de inspección de materia prima y material de envasado, muestreo de producto, monitoreo y registro de variables del proceso, realización de análisis microbiológicos, pruebas fisicoquímicas y organolépticas de materia prima y producto final, mismas que determinaron un nivel de calidad para el producto final. Se realizó la capacitación, aplicación y verificación de las buenas prácticas de manufactura, Para la interpretación de resultados se aplico un sistema de control estadístico de procesos para el manejo e interpretación de datos. Este sistema tuvo la finalidad de aumentar el nivel de calidad del producto y proceso y por ende aumentar la eficiencia de la productividad.

Se incremento el nivel de calidad de la tortilla, para tortilla de línea de 78% a 95% y para tortilla preenvasada de un 72% a 91% trayendo como resultado un incremento en la calidad producto.

El monitoreo e inspección permitieron corregir y mejorar las condiciones del proceso haciéndolo mas eficiente, las pruebas de calidad al producto demostraron la baja calidad de la materia prima (harina de maíz) permitiendo hacer mejoras en las formulaciones y homogeneizando el proceso



## 2. DESCRIPCION TECNICA Y ADMINISTRATIVA DE LA EMPRESA

### 2.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

#### NOMBRE DE LA EMPRESA

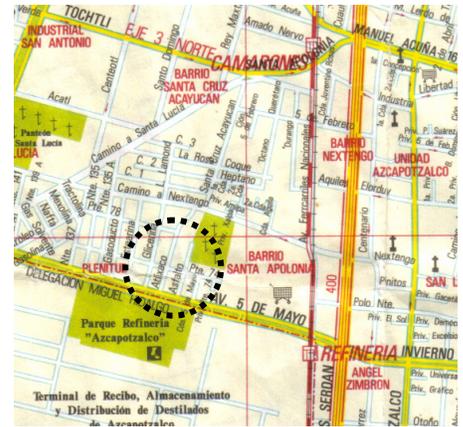
- CONGELADOS Y HORNEADOS S.A. DE C.V.

#### RAZON SOCIAL

- Atlixaco No.86, Col. Plenitud, Deleg. Azcapotzalco

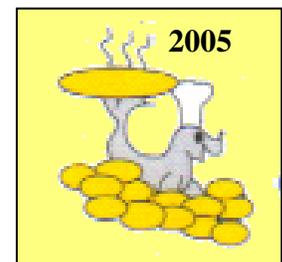
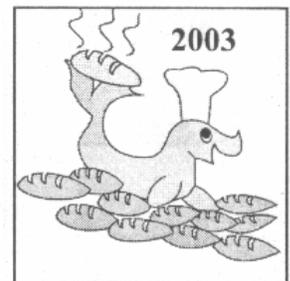
#### GIRO

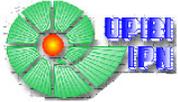
- Panificación (Elaboración de tortilla de maíz).



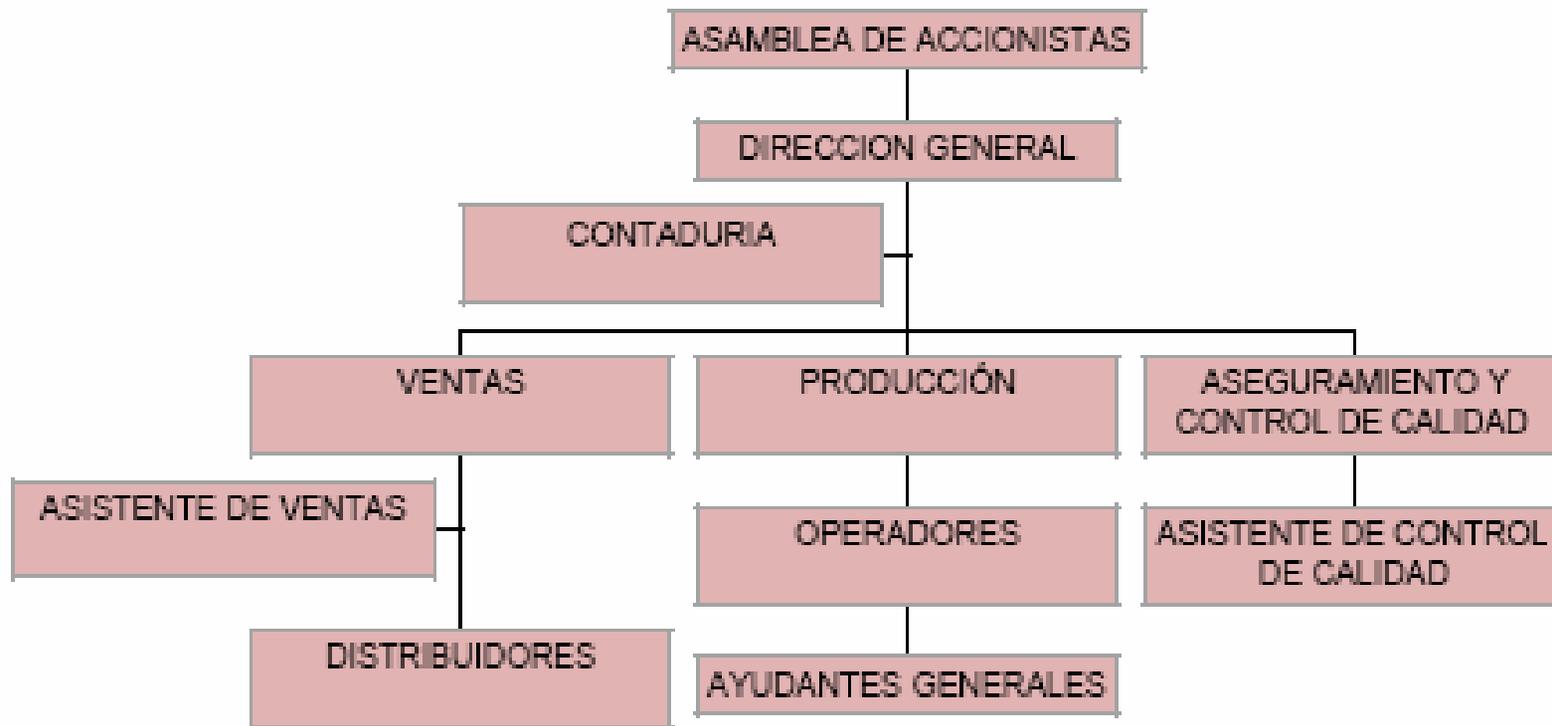
### 2.2 HISTORIA

- 2003, Congelados y Horneados inaugura Planta 1 Azcapotzalco, elaborando pan congelado (bollería).
- 2004, Por razones económicas, dejan de producir pan congelado y deciden hacer un cambio de producto, por lo cual cierran la planta por un lapso de tiempo.
- 2005, Reinauguran con instalaciones y equipo nuevo, específico para la elaboración de tortillas.
- 2006, El producto ha sido aceptado en el mercado y la producción sigue en aumento.
- 2007 Se inaugurará Planta 2 Oriente.





### 2.3 ORGANIGRAMA DE CONGELADOS Y HORNEADOS S.A. DE C.V.





## 2.4 MISIÓN

- Elaborar un producto alimenticio de alta calidad superando las expectativas y exigencias de los clientes y consumidores.
- Ser una empresa rentable, de un alto crecimiento y desarrollo constante, competitiva en el mercado y siempre buscando la mejora continua.

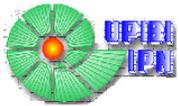
## 2.5 VISIÓN

- Ser un grupo empresarial exitoso y humano que se convierta en la mejor opción de clientes y consumidores por la calidad de su producto y el compromiso permanente con ellos, en donde los empleados puedan realizar sus metas personales.

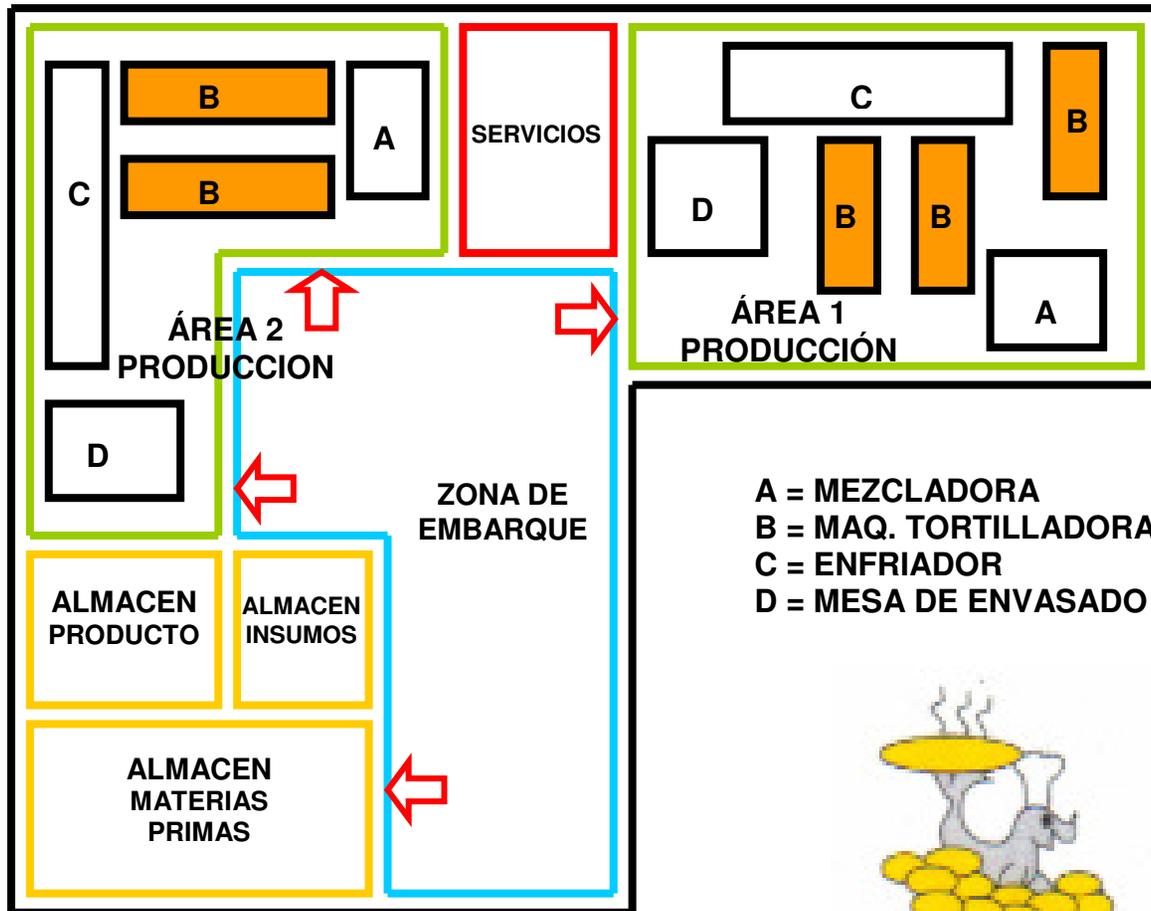
## 2.6 POLITICA DE CALIDAD

- Todo el personal que integra la empresa sabe que tiene el compromiso de realizar sus actividades de manera que estén orientadas a lograr la satisfacción total de las necesidades de los clientes proporcionándoles un producto y servicio de calidad.





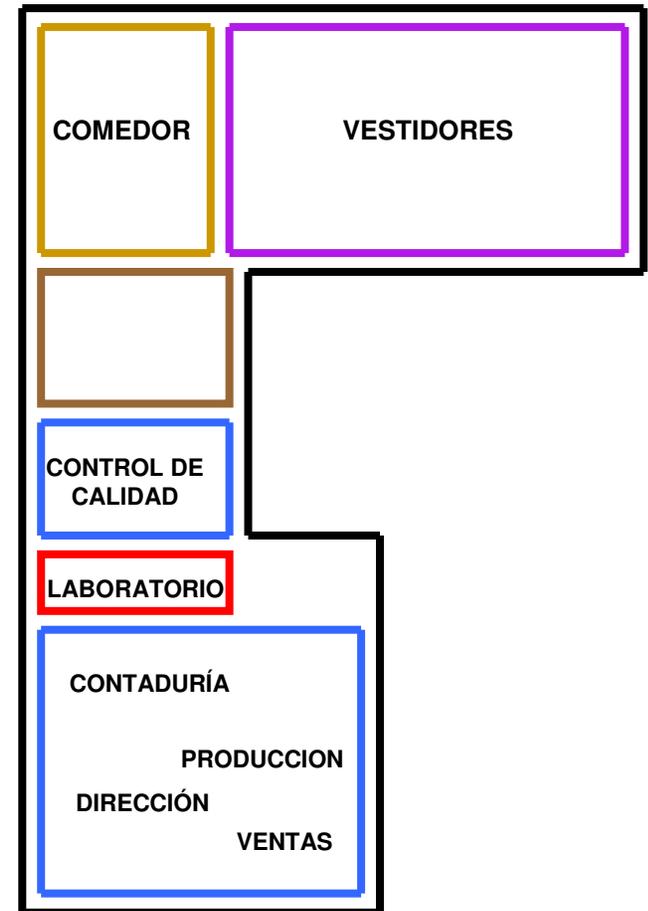
# CONGELADOS Y HORNEADOS, S.A. DE C.V.



PLANTA BAJA



A = MEZCLADORA  
B = MAQ. TORTILLADORA  
C = ENFRIADOR  
D = MESA DE ENVASADO



PLANTA ALTA



---

## **4. JUSTIFICACION Y OBJETIVO DE LA ESTANCIA INDUSTRIAL**

### **4.1 OBJETIVO DE LA ESTANCIA INDUSTRIAL**

- Implementar un Sistema Administrativo de Calidad, para asegurar, vigilar y controlar el proceso de elaboración de tortilla de maíz, con la finalidad de ofrecer un producto de calidad.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

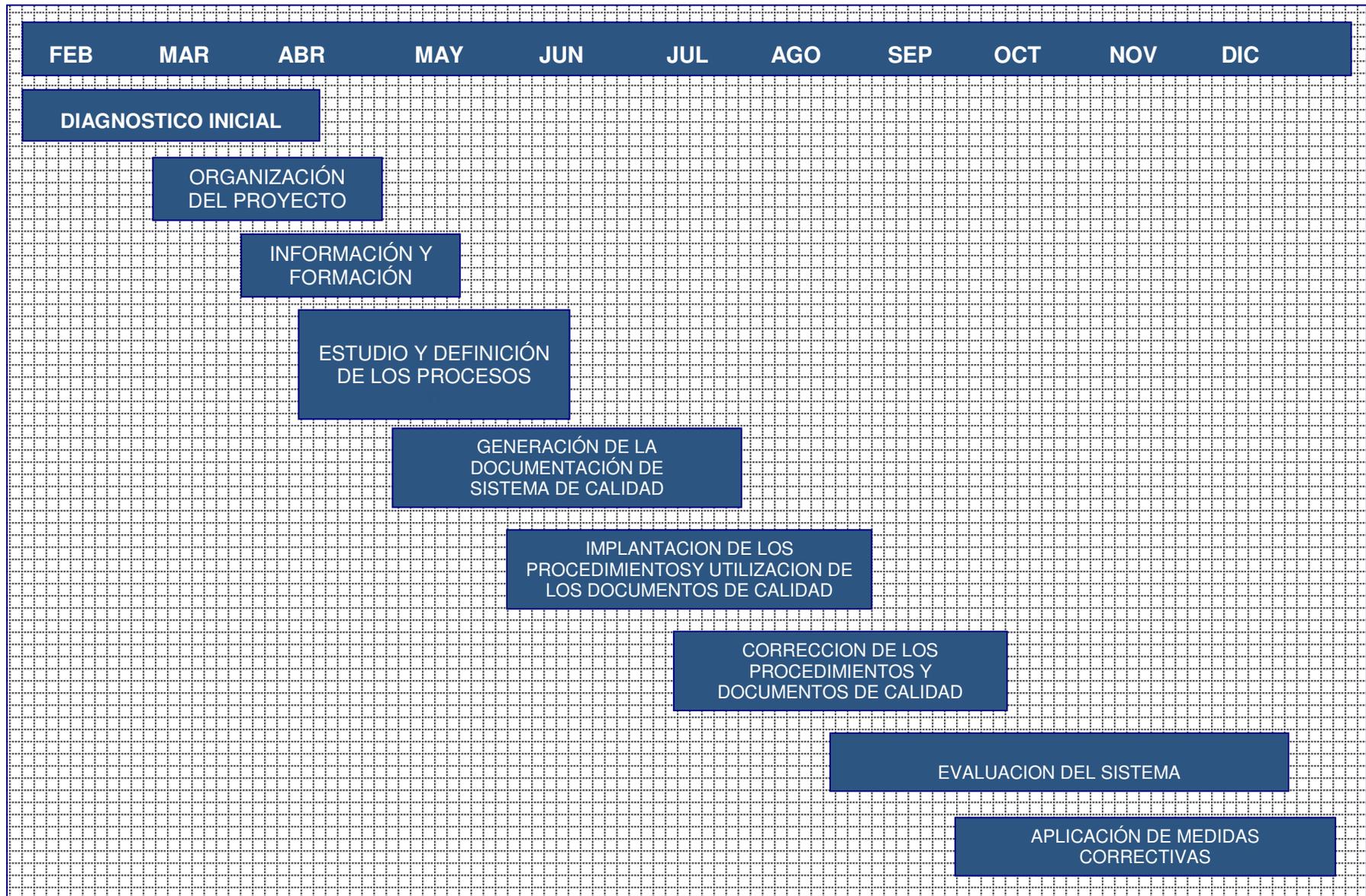
- Supervisión de líneas
- Verificación de BPM
- Análisis fisicoquímico a materia prima y producto terminado.
- Verificación de condiciones de envasado y embalaje.
- Determinación de vida útil
- Obtener una visión más amplia de los retos y necesidades que impone el campo laboral.
- Colaborar con el crecimiento de la empresa.
- Impulsar la mejora de la industria de la tortilla.

### **4.3 JUSTIFICACIÓN**

- El crecimiento continuo de la industria de productos de maíz nixtamalizado y el aumento de la demanda del consumidor por productos de calidad alta y consistente crean la necesidad de implementar procedimientos analíticos para monitorear la calidad de los productos intermedios y terminados, sistemas de estandarización, monitoreo y control de procesos, así como de crear especificaciones de calidad. Los métodos analíticos para la calidad deben ser sensitivos a la variabilidad normal de los productos en puntos críticos a lo largo del proceso.
- La inexistencia de un sistema de calidad en Congelados y Horneados S.A. de C.V. hace necesaria la labor de un Ingeniero en Alimentos que trabaje en el establecer métodos, manuales, procedimientos que ayuden a garantizar la calidad del producto.



## 5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES





## 6. INTRODUCCIÓN

La tortilla de maíz es el principal alimento de la población Mexicana, con un consumo anual de 15 millones de toneladas. Aunque el consumo de este producto es alto no existe homogeneidad en las características de calidad finales de las tortillas producidas comercialmente. Esta variabilidad se debe en parte a la falta de control de calidad, a la baja de calidad del grano (maíz), a la utilización de equipo de proceso obsoleto y a la deficiencia en equipos, métodos, técnicas probadas, para determinar objetivamente las características optimas de la tortilla. (25)

La modernidad, la creciente demanda y la necesidad de los consumidores por adquirir excelentes productos alimenticios, ha llevado a las industrias a implementar o mejorar sistemas de calidad que aseguren los procesos de elaboración para obtener productos de alta calidad, confiables para el consumidor y que sean competitivos en el mercado.

El control de calidad recibe gran cantidad de atención en toda la industria alimenticia debido a que esta tiene la capacidad de regular y manipular todo un proceso para buscar la mejora del producto y encontrar la satisfacción del cliente.

Congelados y Horneados S.A. de C.V. es una empresa que se encuentra en una etapa de crecimiento, y siempre esta en la búsqueda de la mejora continua, es por ello que han decidido implementar un **Sistema Administrativo de Calidad**, que asegure, vigile y controle todo el proceso en la elaboración del producto, con la finalidad de ofrecer un *producto alimenticio de alta calidad*.

## 7. MARCO TEÓRICO

La realidad del control de calidad es importante sin discusión, pero desde un punto de vista administrativo y de recurso es probablemente uno de los problemas de mayor dificultad que cualquier industria deberá de encarar.

Para comprender la forma en que esta compuesto y estructurado un sistema administrativo de calidad definiremos los términos que la componen,



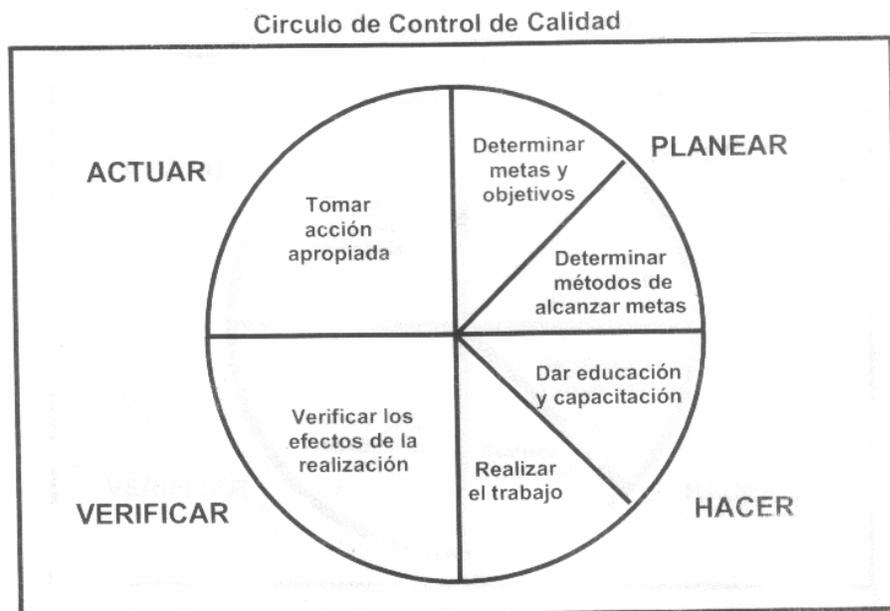
La **Calidad** es el conjunto de características de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas. En muchos casos las necesidades pueden cambiar con el tiempo, esto implica una revisión periódica de los requisitos para la calidad. (8)

El **Control de calidad** es un sistema de métodos de producción que económicamente genera bienes o servicios de calidad, acordes con los requisitos de los consumidores.

El practicar el control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que se el mas competitivo económicamente, el mas útil y siempre satisfactorio para el consumidor. (2)

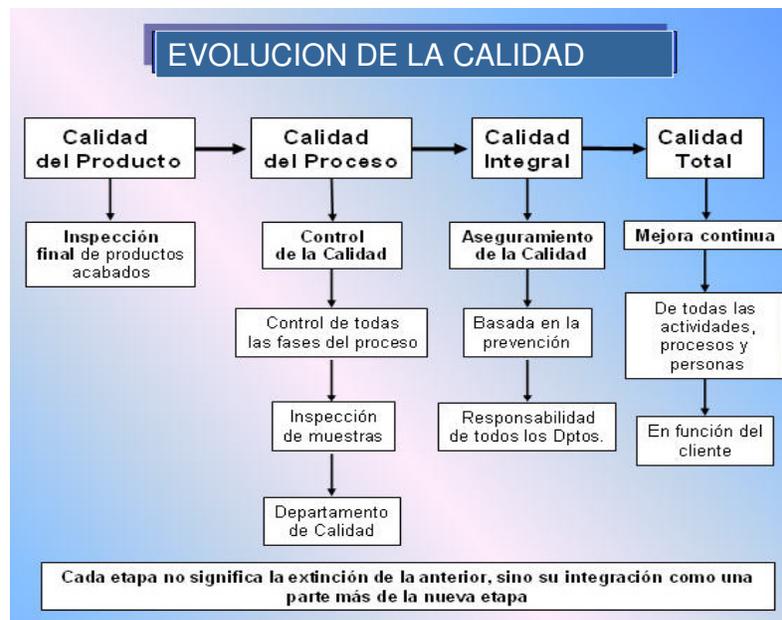
El sistema de control de calidad esta descrito con las siguientes palabras, *planear, hacer, verificar, actuar*, las cuales son descritas en lo que llamamos circulo de control de calidad (diagrama 1), el cual a su vez es dividido en seis pasos los cuales son: (1)

- 1.- Determinar metas y objetivos
- 2.- Determinar métodos para alcanzar las metas
- 3.- Dar educación y capacitación
- 4.- Realizar el trabajo
- 5.- Verificar los efectos de la realización
- 6.- Em prender la acción apropiada





La **Administración de la calidad** es el conjunto de actividades de la función general de administración que determina la política de calidad, los objetivos, las responsabilidades y la implantación de estos por medios tales como planeación de la calidad, el control de calidad, aseguramiento de la calidad y el mejoramiento de la calidad, todo esto dentro del marco del **sistema de calidad**. (Diagrama 2) (9)



El **Sistema de calidad** es la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para implantar la administración de la calidad. El sistema de calidad debe ser tan amplio como sea necesario para alcanzar los objetivos de calidad.

La **Planeación de la calidad** son las actividades que determinan los objetivos y requisitos para la calidad, así como los requisitos para la implantación de los elementos del sistema de calidad.

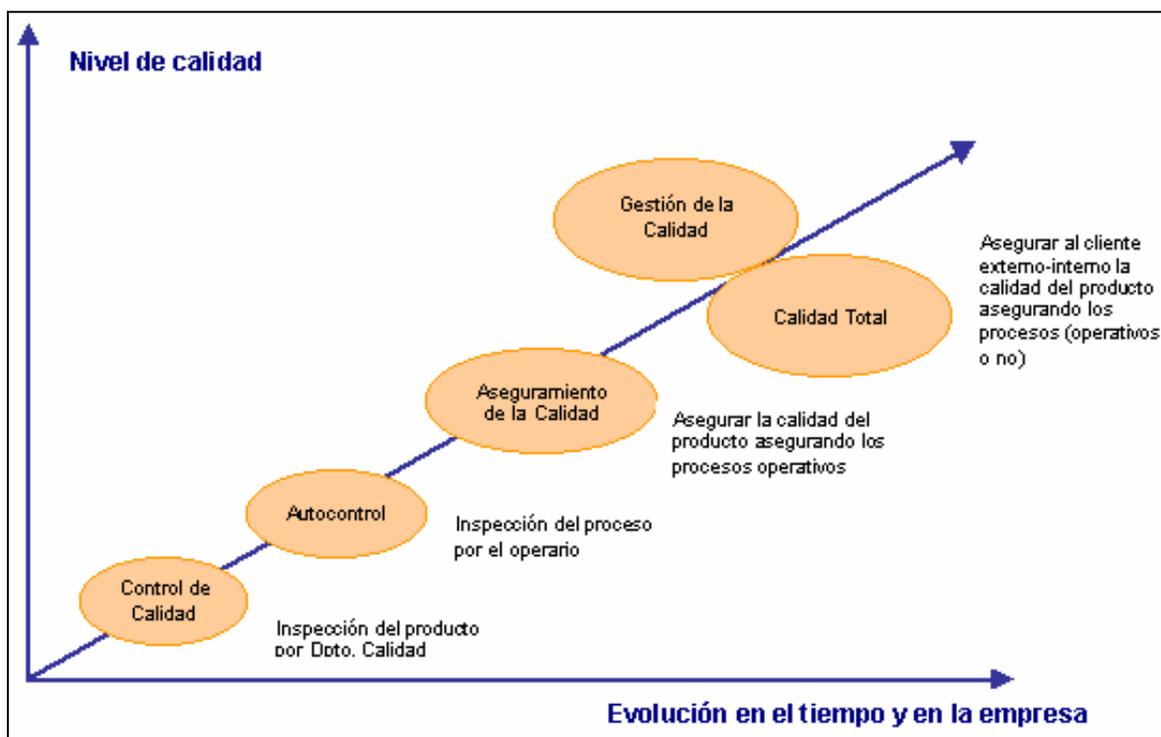
El **Aseguramiento de la calidad** es el conjunto de actividades planeadas y sistemáticas implantadas dentro del sistema de calidad y demostradas según se requiera para proporcionar confianza adecuada de que un elemento cumplirá los requisitos para la calidad. (proporciona confianza a la directiva de la organización y al cliente).

El **Mejoramiento de la calidad** son las acciones tomadas en toda la organización para incrementar la efectividad y la eficiencia de las actividades y los procesos, a fin de proveer beneficios adicionales tanto para la organización como para sus clientes.



La **Administración para la calidad total** es la forma de administrar una organización centrada en la calidad basado en la participación de todos sus miembros y orientada al éxito a largo plazo a través de la satisfacción del cliente y del personal de todos los departamentos y niveles de la estructura organizacional. (5)

La administración para la calidad total (Total Quality Management TQM) o algunos de sus aspectos son a veces llamados como calidad total, control de calidad a lo ancho de la empresa (Company Wide Quality Control CWQC) y control de calidad total (Total Quality Control TQC) entre otros.(9)



Para complementar el sistema es indispensable contar con un **Manual de calidad** que es un documento que establece la política de calidad, señala las responsabilidades, las autoridades e interrelaciones que administra, ejecuta, verifica o revisa un trabajo que afecta a la calidad, indica los procedimientos e instrucciones del sistema de calidad.

La **Supervisión de la calidad** es la supervisión y verificación continua del estado de un producto o proceso por medio de registros, así como el análisis de los registros para asegurar que los requisitos especificados están siendo cumplidos. (4)



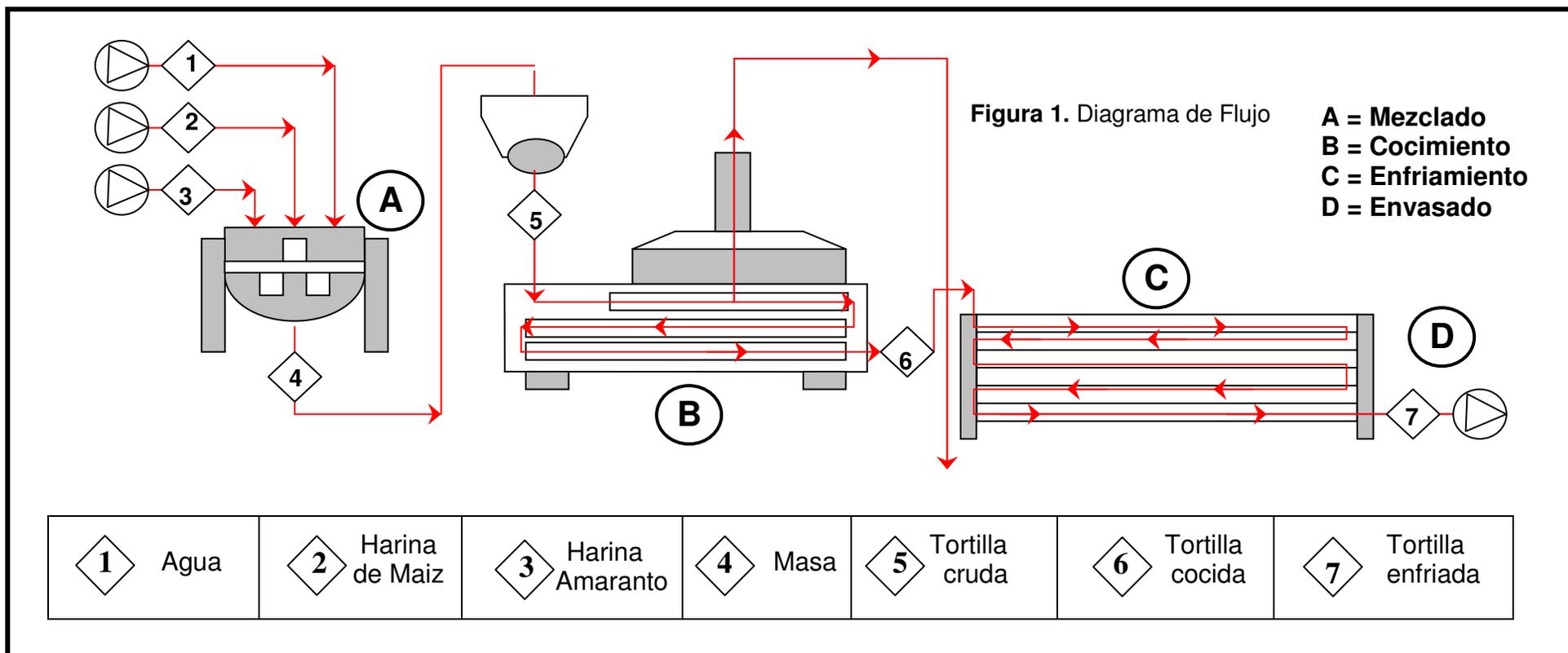
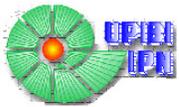
## 8. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACION DE LA TORTILLA DE MAIZ<sup>1</sup>

El proceso comienza con la recepción y almacenaje de materia prima (harina de maíz nixtamalizada), posteriormente es trasladada a la zona de producción conforme se requiera, primero se hace la mezcla (masa) en la amasadora de (cap. 120kg ) palas horizontales, se mezclan los ingredientes por 10min a 30-40rpm hasta alcanzar la consistencia requerida de la masa, una vez elaborada, es pasada a la tolva de alimentación de la maquina tortilladora (ver apéndice D figura 1), la cual dirige a la masa a la laminadora automática donde será formada en tortillas, la laminadora prensa la masa dejándola como una lamina muy delgada, inmediatamente se procede al corte de las piezas circulares, que son llevadas a la cocción en un horno de gas de triple paso (precocido, cocido e inflado), el cocimiento de la tortilla toma un tiempo de 45s a una temperatura de 260-300°C, al salir del horno la tortilla pasa al enfriador, en el cual son llevadas sobre cintas transportadoras durante un periodo de tres veces el cocimiento de cocción donde se encuentran ventiladores los cuales provocaran un enfriamiento gradual para que de esta forma pueda pasar al envasado, antes de envasar, es seleccionada y separada toda la tortilla que este defectuosa misma que es llevada a reproceso, la tortilla de buena calidad es pesada y envasada en bolsas de polietileno y llevada a embalaje, la cual posteriormente será distribuida.

En la empresa se cuenta con 6 líneas de producción de tortilla cada una con una capacidad de 230kg de tortilla por hora. En el Figura 1 se muestra la distribución y descripción grafica de una línea de producción.

---

<sup>1</sup> Esta descripción corresponde al proceso ocupado antes de aplicar el sistema de calidad.





## 10. RESULTADOS Y ANALISIS

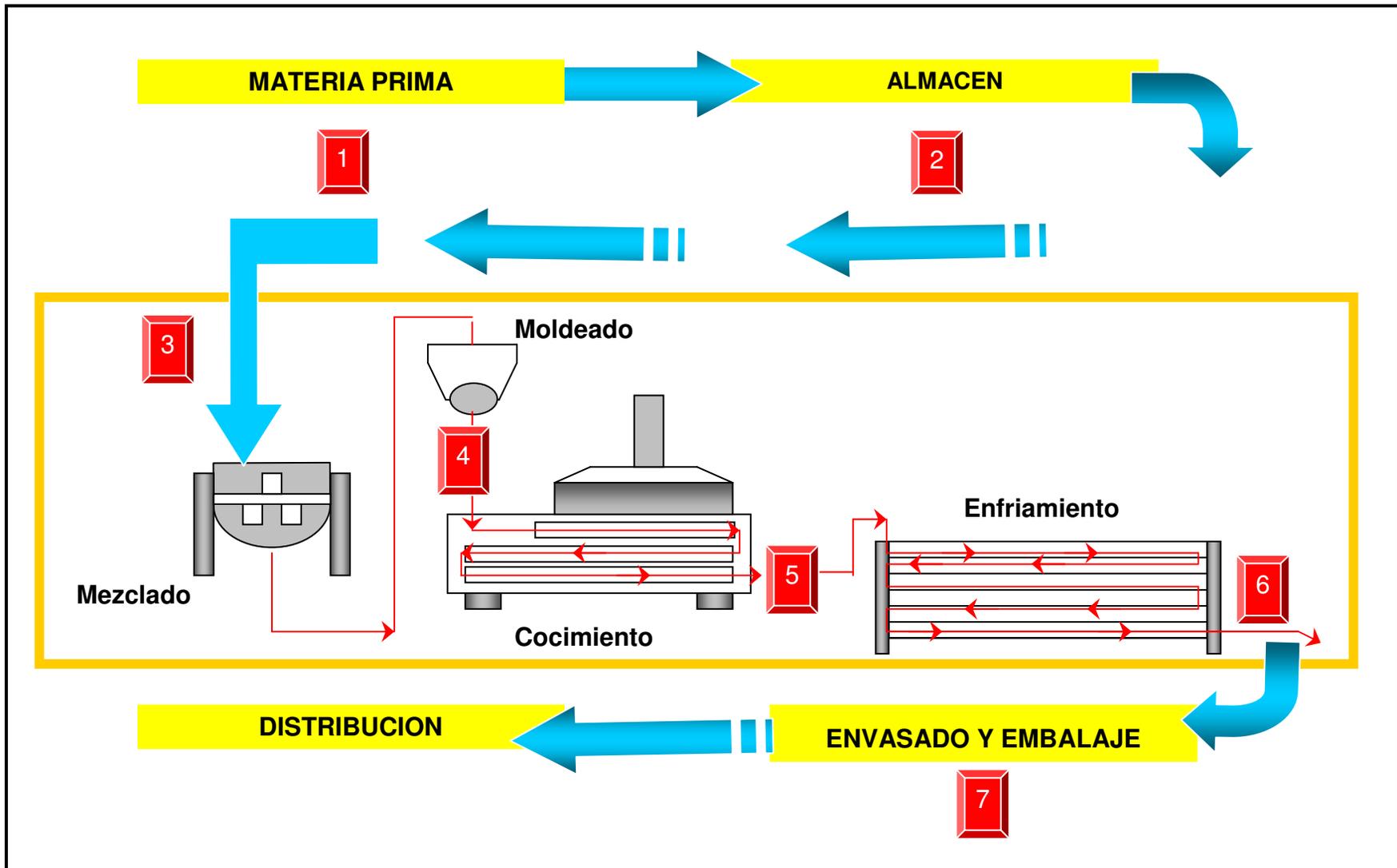
### 10.1 DIAGNOSTICO DEL PROCESO

Establecidos los fundamentos y la base teórica del sistema administrativo de calidad, se procedió a realizar el diagnostico del proceso cuya finalidad era identificar los puntos críticos de proceso sobre los cuales se aplicaría el sistema de calidad, dentro de los cuales destacan los siguientes:

- En la etapa de mezclado es en la cual se busca obtener el grado de consistencia idónea de la masa para que esta pueda ser manipulada, pueda ser formada, cortada y horneada con un mínimo de roturas y deformaciones, en esta etapa se refleja gran parte de los defectos del cocimiento y molienda del maíz (nixtamalización). Desafortunadamente en caso de observarse efectos indeseables en muchos casos es demasiado tarde para corregir las características de la masa.
- En la etapa de cocimiento u horneado se cumplen las funciones de cocer y secar parcialmente la masa, impartir una apariencia ligeramente tostada y desarrollar la textura final de la tortilla, atribuidos a factores como la combinación de la humedad y el tamaño de partícula de la masa con la temperatura y tiempo de residencia en el horno. En el primer paso del horno se calienta la pieza de masa y se sella la cara inferior con un mínimo de deshidratación. En el segundo paso la pieza se voltea, continua su calentamiento y se sella la segunda cara. En el tercer paso se aplica suficiente calor para producir vapor de agua en la pieza e inflar las tortillas, esta parte del inflado de la tortilla se le conoce como formación de la ampolla si la tortilla no la forma es un indicio de baja calidad en la tortilla. El contenido de humedad debe ser suficiente para producir el vapor requerido para inflar la pieza y mantener suficiente humedad residual en la tortilla final. El contenido de humedad debe estar entre un 45-55%. Las tortillas secas tienden a ser rígidas y quebradizas.



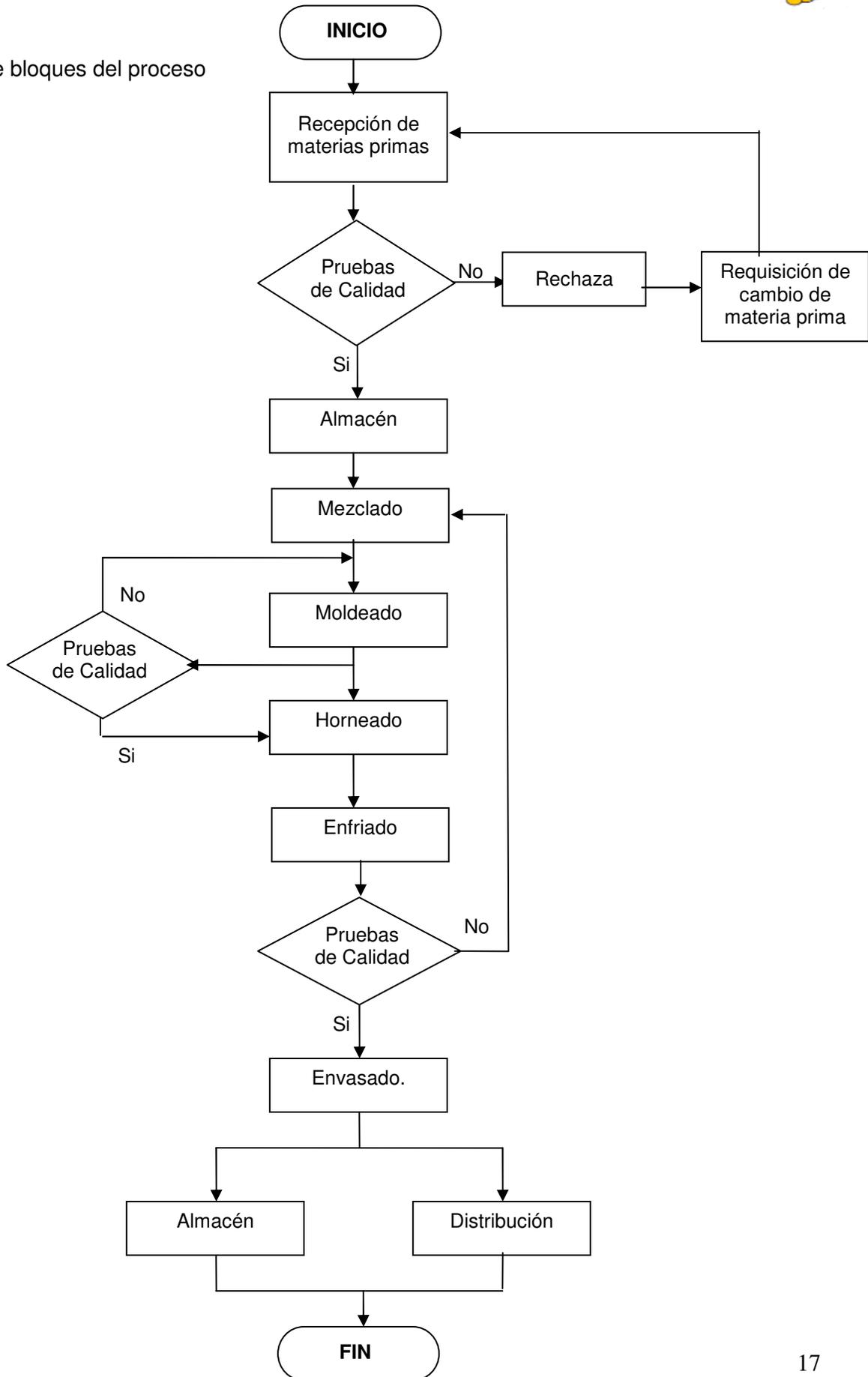
- La materia prima (harina de maíz) es almacenada sin ningún control de entradas o salidas
- En el mezclado (elaboración de la masa) la adición de materias primas es semi controlada es decir aunque se tiene una formula base con la cantidades exactas por materia prima, la variación en las características fisicoquímicas de la materia prima (harina de maíz) conlleva a que los operadores con base en su experiencia y criterio modifiquen las cantidades por materia prima a las establecidas para de esta forma poder homogeneizar el mezclado.
- Las características físicas de la tortilla tienden a variar por diferentes razones, por ejemplo la tolva de alimentación confiere la presión indicada para que la moldeadora o laminadora pueda formar tortillas con la medidas indicadas, si no se mantiene una alimentación continua la moldeadora se descalibra provocando que la tortilla tenga variaciones en tamaño, forma, y grosor, dando como resultado mayor cantidad de producto de reproceso, es por ello que requiere de una constante supervisión.
- La selección de tortilla defectuosa retrasa el proceso de pesado y envasado teniendo como resultado paquetes de mala calidad, es decir paquetes con menor o mayor peso, o con un mal acomodo de producto dentro de la bolsa. (Apéndice B Figura B3).
- En la Figura 2 se muestran cada uno de los puntos de control del proceso.
- En la Figura 2.1 se muestra el diagrama de bloques para el control de todo el proceso.



**Figura 2.** Señalización de los puntos de control y descripción del proceso de elaboración de tortillas de maíz.



**Figura 2.1**  
Diagrama de bloques del proceso





## 10.2 PUNTOS DE CONTROL DE PROCESO

Una vez establecidos los puntos de control, se procedió a la asignación de procedimientos para cada uno de estos, en la Tabla 1 se describen cada uno de los parámetros de control asignados a los puntos de control, mismos que han sido establecidos como las funciones del departamento de Aseguramiento y Control de Calidad.

**Tabla 1.** Descripción de Puntos de Control

PUNTO DE CONTROL	FUNCION DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD	
<div style="background-color: red; color: white; text-align: center; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto;">1</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de condiciones de calidad en la recepción de materia prima (Tabla 1.1)</li> <li>• Verificación de características fisicoquímicas de materias primas con base en la tabla de estándares de calidad para mat. Primas. (Tabla 3)</li> <li>• Mezclado de prueba de mat.</li> <li>• Recepción e inspección de material de envasado (Tabla 1.2 y Apendice B Figura B4)</li> </ul>	 
<div style="background-color: red; color: white; text-align: center; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto;">2</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro y control de materias primas (Apendice C figura C1) Primeras Entradas=Primeras Salidas</li> </ul>	
<div style="background-color: red; color: white; text-align: center; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto;">3</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandarización               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulación específica para cada tipo de harina (con base en la tabla de formulaciones)</li> <li>- Control en la adición de materias primas (con base en la tabla de formulaciones)</li> <li>- Control de tiempos en el mezclado (Tabla 1.5)</li> </ul> </li> </ul>	 





CONTROL DE CALIDAD PARA LA RECEPCION DE HARINA DE MAIZ NIXTAMALIZADA		
INSPECCION	POSIBLE DEFECTO	CONSECUENCIA
ENVASE DE LA HARINA (BOLSA DE PAPEL KRAF) CAP.20kg	Ruptura en distintas partes de la bolsa, por malos manejos en el sellado y embarque	Perdida de producto Contaminacion por roedores e insectos Reduccion en vida de anaquel por aumento de humedad
HARINA DE MAIZ NIXTAMALIZADO	Contaminacion por insectos, roedores o materia extraña por contaminacion o manejo no higienico durante su elaboracion	Alteracion de caracteristicas de calidad del producto final Posible foco de contaminacion de otras materias primas

Si la materia prima presenta cualquier anomalia que ponga en riesgo o afecte la calidad del producto ademas de las descritas en el cuadro, el producto sera devuelto al proveedor.

**Tabla 1.1** Parámetros de calidad para la recepción de harina de maíz

ESPECIFICACIONES DE MATERIAL DE ENVASADO	
MATERIAL DE ENVASE	DIMENSIONES
Bolsa transparente de polietileno cal. 2	27 X 22,5 cm

**Tabla 1.2** Parámetros de calidad material de envasado

FORMA	TAMANO		PESO(g)		COLOR	OLOR	SABOR	%HUMEDAD
	DAMETO (cm)	GROSOR (mm)	INCIAL	FINAL				
CIRCULAR	16	2	352	302	Caracteristico Ma'z	Caracteristico Ma'z	Caracteristico Ma'z	462

**Tabla 1.3** Parámetros de calidad características físicas de la tortilla



**Tabla 1.4** Parámetros de calidad Producto Envasado

Peso (g) Paquete	
IDEAL	900
MINIMO	895
MAXIMO	925

**Tabla 1.5** Parámetros de calidad Condiciones de operación

**TIEMPO DE MEZCLADO: 10 min**

**TEMPERATURA DE COCIMIENTO (°C)**

	Minima	Optima	Maxima
<b>PRECOCIDO</b>	<b>250</b>	<b>260</b>	<b>270</b>
<b>COCIDO</b>	<b>270</b>	<b>280</b>	<b>300</b>
<b>INFLADO</b>	<b>270</b>	<b>280</b>	<b>300</b>

### 10.3 PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD

La textura/consistencia o "sensación al tacto" de las tortillas de maíz y la masa es un indicador de calidad tanto del proceso como del producto. Los operarios con experiencia evalúan en la planta la textura de las tortillas empleando procedimientos subjetivos y responden ante cambios debidos a la calidad del grano de maíz y condiciones de procesamiento. Las técnicas objetivas propias para medir las características de textura que se ven afectadas por el procesamiento, formulación y almacenamiento pueden complementar eficientemente las lecturas subjetivas de textura a fin de mejorar la calidad del producto. (Tabla 2)

**Tabla 2.** Descripción de las pruebas de control de calidad

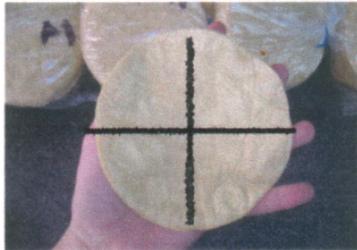
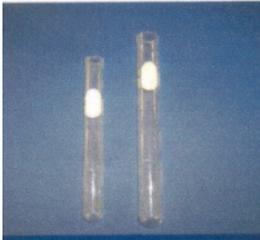
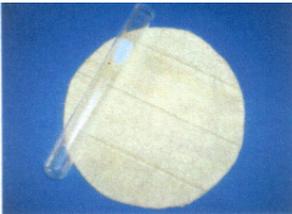
PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD																
FLEXIBILIDAD	<p>- Después de 15-30min de ser elaborada la tortilla, esta se comprime con una mano por 5s, pasado el tiempo se abre la mano y se regresa la tortilla a su forma original. Se calificó el grado de ruptura con base en el cuadro de evaluación. (20)</p> <p>Tabla 2.1</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CRITERIO DE EVALUACION</th> </tr> <tr> <th>% ROMPIMIENTO</th> <th>CALIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1-25</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>26-50</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>51-75</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>76-100</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Para evaluar el %de rompimiento se divide la tortilla en cuadrantes</p>	CRITERIO DE EVALUACION		% ROMPIMIENTO	CALIFICACION	0	5	1-25	4	26-50	3	51-75	2	76-100	1	 
CRITERIO DE EVALUACION																
% ROMPIMIENTO	CALIFICACION															
0	5															
1-25	4															
26-50	3															
51-75	2															
76-100	1															
ROLLABILIDAD	<p>- Se determino por el método de Bedolla la tortilla completa se enrolla en dos tubos de diferente diámetro (1,5 y 2,0cm) después de 15-30min de ser elaborada y se calificó el grado de ruptura con base en la Tabla 2.1 (24)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CRITERIO DE EVALUACION</th> </tr> <tr> <th>%ROMPIMIENTO</th> <th>CALIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1-25</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>26-50</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>51-75</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>76-100</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Para evaluar el % de rompimiento se divide la tortilla en cuadrantes (4)</p>	CRITERIO DE EVALUACION		%ROMPIMIENTO	CALIFICACION	0	5	1-25	4	26-50	3	51-75	2	76-100	1	  
CRITERIO DE EVALUACION																
%ROMPIMIENTO	CALIFICACION															
0	5															
1-25	4															
26-50	3															
51-75	2															
76-100	1															

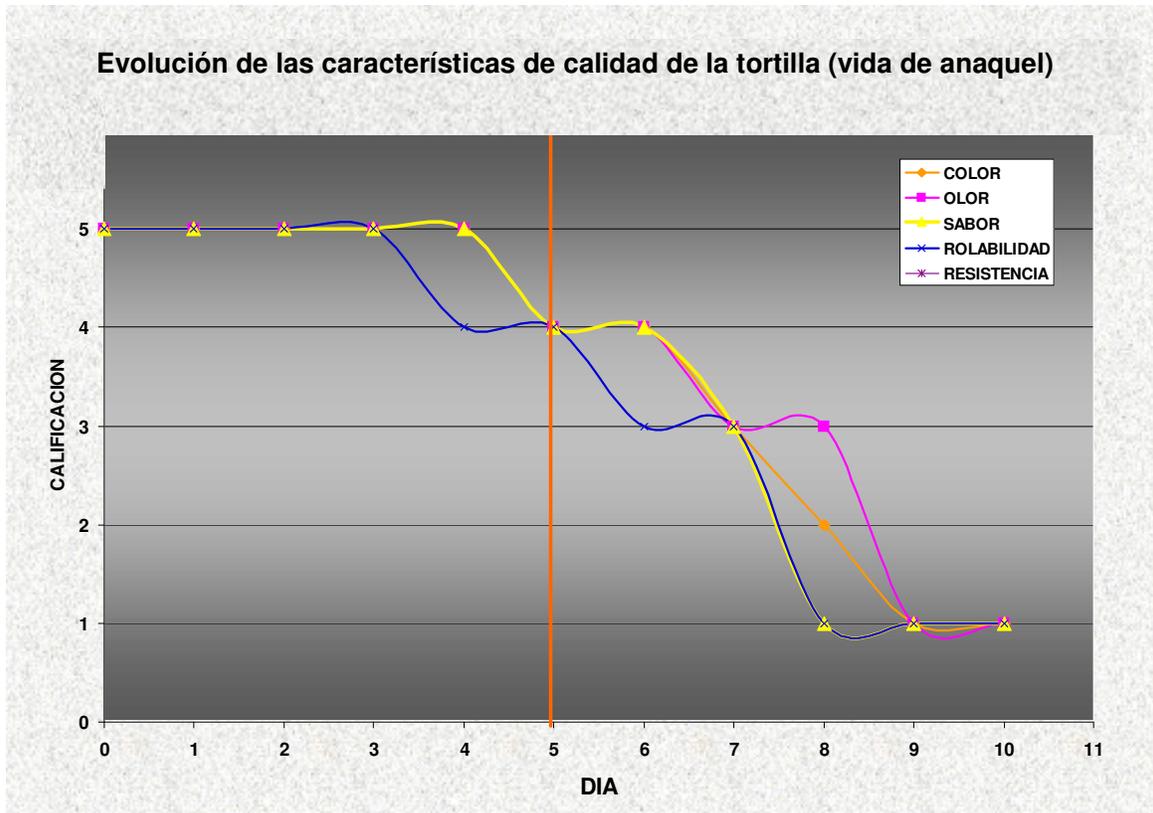


Tabla 2 (Continuación...)

<p>RESISTENCIA</p>	<p>- Se coloca una tortilla en el extremo de un tubo de diámetro 15% menor al de la tortilla, se posiciona una pesa (200g) circular sobre la parte central de la tortilla, se determina el tiempo de ruptura y se califica con base en el cuadro 2 de criterio de evaluación.</p> <div data-bbox="235 552 1024 806" style="background-color: yellow; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Tabla 2.2</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;"><b>CRITERIO DE EVALUACION</b></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;"><b>Tiempo de Resistencia al Corte(s)</b></th> <th style="text-align: center;"><b>Calificación</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">50-60</td> <td style="text-align: center;"><b>5</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">40-49</td> <td style="text-align: center;"><b>4</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">30-39</td> <td style="text-align: center;"><b>3</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20-29</td> <td style="text-align: center;"><b>2</b></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0-19</td> <td style="text-align: center;"><b>1</b></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">El tiempo se detiene hasta ver la primer ruptura</p> </div>	<b>CRITERIO DE EVALUACION</b>		<b>Tiempo de Resistencia al Corte(s)</b>	<b>Calificación</b>	50-60	<b>5</b>	40-49	<b>4</b>	30-39	<b>3</b>	20-29	<b>2</b>	0-19	<b>1</b>	 
<b>CRITERIO DE EVALUACION</b>																
<b>Tiempo de Resistencia al Corte(s)</b>	<b>Calificación</b>															
50-60	<b>5</b>															
40-49	<b>4</b>															
30-39	<b>3</b>															
20-29	<b>2</b>															
0-19	<b>1</b>															
<p>pH</p>	<p>- Se toma una muestra de 10g de harina y se pone a hervir en agua por 10min, transcurrido el tiempo se mide el pH.</p> <p>- Después de 15-30min de ser elaborada la tortilla se toma una muestra de 10g y se pone a hervir en agua, transcurrido el tiempo se mide el pH</p>	<p>- El pH debe estar entre 8-9</p>														
<p>HUMEDAD</p>	<p>- Se toma una tortilla y se mete a la estufa a 35° C hasta llevarla a peso constante, por diferencia de pesos se determina el porcentaje de humedad</p> <p>- Se toman 2g de tortilla y se pone a secar a 130±3°C durante una hora, la diferencia de pesos se reporta como el contenido de humedad (método de la AOAC)</p>	<p>- El porcentaje debe estar entre los 46±2</p>														
<p>RECALENTADO</p>	<p>- Se toma una tortilla y se coloca sobre una superficie caliente (comal caliente), con esta prueba se busca volver a formar la ampolla ya que esta es un parámetro de calidad de la conservación de las características físicas de la tortilla.</p>															



Con los resultados obtenidos de las pruebas de calidad podemos evaluar la pérdida de las características principales de calidad de la tortilla, permitiéndonos determinar la calidad del producto conforme pasa los días en el anaquel.



**Gráfica 1.** Evaluación de la pérdida de las características de calidad de las tortillas de maíz respecto a los días de vida de anaquel.

Los métodos de análisis/evaluación empleados en la industria de la tortilla son en su mayoría sencillos y subjetivos en gran medida dependientes de la experiencia del operador. Estos métodos son prácticos y adecuados para plantas pequeñas que distribuyen productos de consumo diario en un mercado local limitado donde la demanda es mayor que la oferta. En plantas medianas y grandes que compiten con calidad en el mercado se requieren métodos más objetivos. (10)



Estos métodos mas objetivos se encuentran la determinación de la fuerza a la tensión y al corte, la elasticidad y la elongación de la tortilla pero esto implica utilizar un equipo como el Texturometro (Texture Analyzer), tambien se puede evaluar el color de la tortilla por medio de el equipo, Miniscan. Para determinar el aroma de la tortilla factor importante en la aceptabilidad del producto, se han establecido métodos para medirlo por medio de instrumentos electrónicos para oler los volátiles liberados por el alimento, se han diseñado dos instrumentos el Aroma scan y el Neutronix los cuales miden los volátiles liberados por los alimentos hacia la atmósfera en un área cerrada (12). Por otro lado la capacidad de la harina de maíz para absorber y/o dispersarse en agua puede medirse indirectamente como la distancia que viaja una mezcla diluida de harina en agua sobre la plataforma graduada de un consistometro. Harinas con alta capacidad de absorción de agua forman mezclas viscosas que solo se mueven en distancias cortas. La firmeza de la masa puede medirse con un penetrometro con la distancia que la aguja penetra al aplicarse un peso por un tiempo determinado. Las masas con capacidad de absorción de agua alta y mucha cohesividad son mas difíciles de penetrar obteniendo distancias de penetración cortas durante la prueba (10). Para mayor referencia ver Apéndice A Tabla A1 en la cual se muestra y describen como se desarrollan estas pruebas.

Estos métodos de análisis deberán seleccionarse y adaptarse convenientemente y entonces podrán emplearse para caracterizar materias primas y productos intermedios y finales. La información obtenida tiene muchas posibilidades de uso para establecer especificaciones de calidad de productos y especificación de control en puntos críticos del proceso, eficiencia y/o desgaste de las maquinas, estudios de estabilidad del producto en el anaquel caracterización de harinas de maíz, evaluación de métodos alternativos para la nixtamalización.

La industria de la tortilla debe contar con el equipo necesario y básico para desarrollar pruebas de calidad y de esta forma poder estandarizar el proceso de elaboración de la masa y la tortilla. (Tabla 3 y Apéndice A Tabla A1)



**INSTRUMENTACION BASICA**

	TORTILLERIA	FABRICA DE HARINA DE MAIZ
Medidor de pH	*	*
Medidor de humedad	*	*
Pruebas subjetivas	*	
Prensa carver	*	
Penetrometro/ consistometro	*	*
Analizador de Textura	*	*
Mixografo		*
Viscosimetro		*

**Tabla 3.** Instrumentación básica para control de calidad





#### 10.4 ANALISIS DE LA VARIACION DE LA CALIDAD DE LA TORTILLA DE MAIZ

Con la finalidad de analizar la variación en la calidad de la tortilla se comenzó por estudiar la calidad de la materia prima (harina de maíz) y de esta forma poder estandarizar el proceso de la elaboración de la tortilla.

El nivel y la uniformidad de la calidad del grano de maíz empleado como materia prima para la nixtamalización es determinante para la calidad del producto final. Las características de calidad del grano son determinadas por factores genéticos y de producción y manejo. Algunas de estas características incluyen: el tipo de maíz utilizado, la dureza del endospermo, el color del pericarpio, la facilidad con que pierde el pericarpio durante el cocimiento, el tamaño de grano y el contenido de grano fracturado y materia extraña.

Desde el punto de vista de la ingeniería en alimentos la nixtamalización es una técnica de lixiviación prehispánica empleada para cocer el grano y obtener una masa de propiedades funcionales adecuadas para la elaboración de tortillas.

La nixtamalización es un tratamiento que involucra un cocimiento alcalino hasta ebullición de los granos de maíz en el agua con cal.

Este procedimiento se ha utilizado principalmente en los hogares y de ahí se ha llevado a nivel industrial, debido a esto el proceso de nixtamalización es muy variable.

Las variaciones son debidas a factores socioeconómicos y geográficos, por ejemplo el tipo de maíz, la proporción de agua respecto al maíz, la concentración de cal, el tiempo y temperatura de cocción que son seleccionados de acuerdo a la región o especificaciones del método que se emplea.

El proceso comienza mezclando el maíz en tres partes de agua y 1% de cal en base al peso total de grano. Posteriormente se realiza la cocción a temperatura de ebullición. El tiempo de cocimiento varía de acuerdo a las propiedades físicas del grano (dureza, tamaño, condición, etc.) y a la capacidad y tipo de cocedores (15).

Se considera que el maíz que tiene un alto contenido de humedad, dureza y densidad es el que produce las mejores tortillas.

Los factores de control de la nixtamalización de maíz se encuentran a través de todo el proceso ya que estos influyen o tienen efectos que repercuten en la calidad de la tortilla, los cuales son:

1. Perfil de tiempo-temperatura empleado durante el cocimiento y reposo
2. Tiempo de lavado de nixtamal



3. Condiciones de molienda del nixtamal
4. Eliminación del pericarpio.
5. Ablandamiento del grano
6. Apariencia de cocido del endospermo

La dureza del endospermo determina en parte la velocidad de penetración del agua durante el cocimiento. Granos suaves se hidratan rápidamente requiriendo tiempos cortos de cocimiento pero son muy susceptibles al sobrecocimiento. Granos con dureza intermedia-alta son adecuados para la nixtamalización porque resisten cierto abuso o falta de control durante el proceso de producción de masa y tortillas con calidad aceptable.

La facilidad con que el pericarpio se elimina durante la nixtamalización afecta la permeabilidad del grano al agua (grado de cocimiento-hidratación), la textura y el color de los productos. Cuando el pericarpio se elimina o suaviza fácil y rápidamente durante el cocimiento, la penetración de agua es rápida y el grano se cuece pronto. Por otro lado la retención del pericarpio en el producto final puede resultar en una mayor cohesividad (deseable) debido a la presencia de gomas naturales y posiblemente en oscurecimiento (indeseable) debido a la presencia de los pigmentos y cal atrapadas en las gomas.

El efecto del tamaño del grano sobre las condiciones de nixtamalización se relaciona con la superficie total disponible para el intercambio de calor (calentamiento). En condiciones comparables los granos grandes requieren más calor para cocerse que los granos pequeños debido a que tienen menor superficie total. Tamaños intermedios-grandes son deseables ya que resisten cierto grado de sobreprocesamiento y todavía producen masa y tortillas con calidades aceptables.

Un cocimiento excesivo en la nixtamalización provoca que la masa elaborada con esa harina nixtamalizada tenga una elevada adhesividad provocando problemas en el proceso de amasado y laminado. Por otro lado un bajo cocimiento de nixtamalización provoca que la harina tenga baja cohesividad y consistencia, además de baja humedad (Figura 4).

En las masas de maíz se requiere un rango de adhesividad para que el material se pueda moldear. Un material sin adhesividad no presenta consistencia para formar la tortilla, y por el contrario una masa demasiado adhesiva (chiclosa) no permite formar la tortilla, ya que se pega al moldeador y no permite ser transportada al comal para su cocimiento.

Para ser aceptada la tortilla debe reunir ciertas características sensoriales como su sabor y aroma de característico y la capacidad de poderse enrollar sin quebrarse.



---

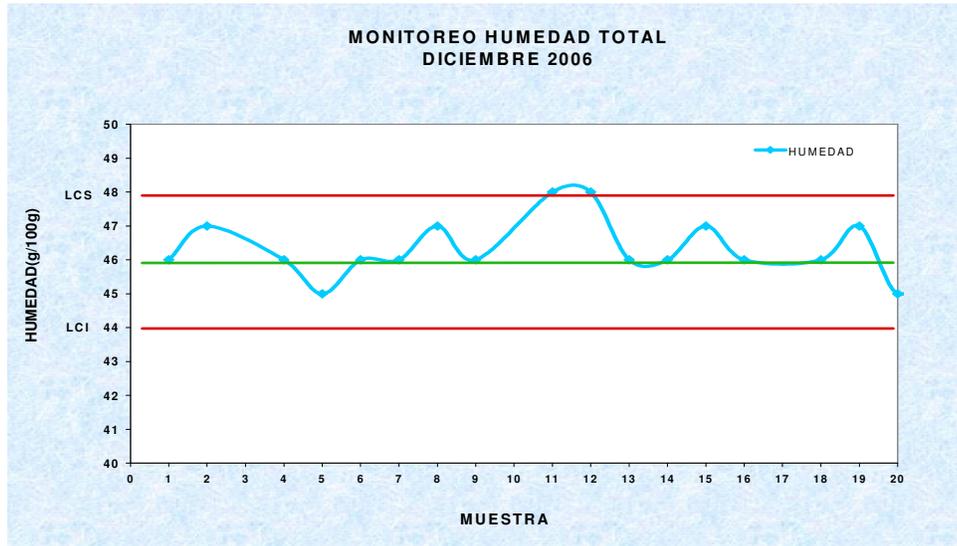
Estas propiedades funcionales se van desarrollando durante la nixtamalización. En primer lugar se hidroliza la hemicelulosa del pericarpio, por lo que esta capa puede eliminarse, lo que facilita posteriormente la hidratación y molienda del grano, el remojo distribuye la humedad y la cal ayuda al cocimiento del grano.

El cocimiento del maíz con el alcali mejora el sabor y color, la gelatinización del almidón y el agua elimina parcialmente el germen y el pericarpio del grano del maíz. La propiedad de flexibilidad ha sido explicada por un mecanismo de formación de puentes de calcio entre unidades de glucosa con carga negativa de tal forma que se forma una estructura continua. El grado de remoción del pericarpio y el pH final que se logra durante el cocimiento alcalino son los principales parámetros del proceso que afectan el color de los productos de maíz.

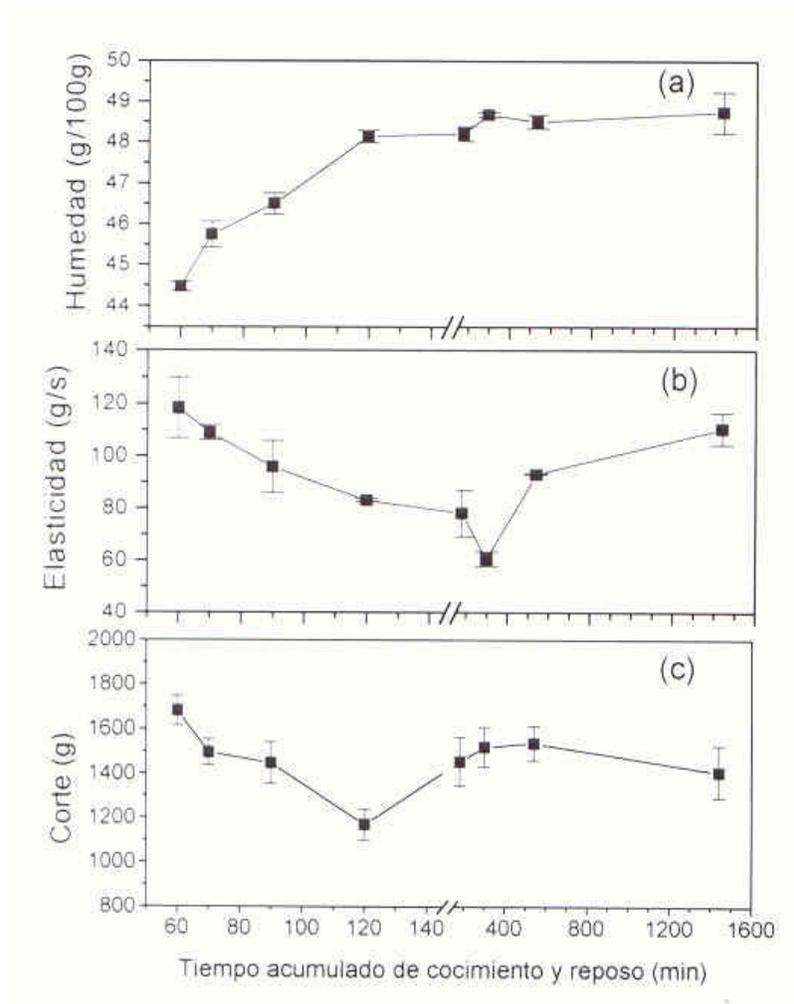
Se pueden lograr productos con un color brillante blanco o amarillo, utilizando maíz blanco o amarillo de mazorca blanca, controlando la concentración de cal al mínimo con una distribución uniforme, lavando completamente a fin de eliminar el exceso de cal y logrando una remoción absoluta del pericarpio durante el proceso (22).

El uso de altas concentraciones de cal e insuficiente lavado ocasiona que haya valores de pH altos los cuales desarrollan colores fuertes. Al bajar el pH mediante la adición de ácidos a valores menores a 5,5-6,0 se obtiene una tortilla mas blanca, al aumentar el pH agregando todavía mas cal ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) obtenemos tortillas mas oscuras (12).

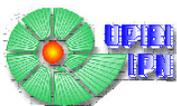
La humedad juega un papel muy importante en la calidad del producto, la tortilla con muy baja humedad es quebradiza y con características de textura muy pobres. La humedad de las tortillas elaboradas con masa de nixtamal procesado con tiempos de cocimiento y reposo mayores de 180 min, alcanza un máximo de 48 g/100 g, siendo adecuadas en textura (Gráfica 1a). Se ha reportado una buena correlación entre las características de las tortillas y el contenido de humedad de las mismas, a mayor humedad mejores características de textura. En la Gráfica 3b y 3c se puede observar que las tortillas con poco tiempo de proceso (< 120 min) presentan poca elasticidad y requieren alta fuerza para su corte, esto es, son duras y con poca elasticidad. Estos parámetros se estabilizaron después de los 120 min. Las tortillas con tiempos de proceso mayores que 120 min presentaron características de textura adecuadas para ser consumidas. Este comportamiento establece que después del cocimiento del grano, este requiere un cierto tiempo de reposo para, además de absorber mayor humedad, desarrolle características de consistencia de masa adecuadas que se ven reflejadas en buenas características de textura de las tortillas producidas (23).



**Gráfica 2.** Monitoreo de humedad de la tortilla de maíz SiSi



**Gráfica 3.** Correlación del tiempo de cocimiento y reposo del nixtamal con las características de calidad del producto final (tortilla)



MINSA, S.A. de C.V. DIVISIÓN CENTRO				
At'n:	Congelados y Horneados S.A. de C.V.			
Fecha y lugar de elaboración del Certificado:	Tlalnepantla Edo. Méx a 12 de octubre de 2006.			
Producto:	cinta dorada (20 kg)			
Fecha de Fabricación:	09 de octubre del 2006			
Lote:	261009-2			
				
PROPIEDADES SENSORIALES.				
Descripción	U. de Medida.	Tolerancia		Resultado
		Lim inf.	Lim máx	
ASPECTO		Arenoso		Cumple
COLOR		Blanco amarillento		Cumple
OLOR		Característico de la composición del producto		Cumple
SABOR		Característico de la composición del producto		Cumple
PROPIEDADES FISICOQUIMICAS				
Humedad	%	na.	12.8	11.80
Rendimiento	kg	2.25	na.	2.498
Correa	gr pz.	24.0	28.0	25.35
pH	U	8.4	9.4	8.89
pH	U	8.4	9.4	8.94
pH	U	8.4	9.4	8.83
pH	U	8.4	9.4	9.01
color	L	80.0	na.	84.61

Esta hoja de control es expedida por el Depto. Aseguramiento de la Calidad de MINSA en la cual se marcan las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del lote de harina de maíz que recibe la empresa, cada una de estas propiedades tiene límites de control, los cuales rigen la calidad para el producto.

Propiedades Sensoriales

Propiedades Fisicoquímicas

Figura. 3 Hoja de control de calidad de harina dorada MINSA

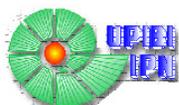


Figura. 4 Hoja de control de calidad de harina dorada MINSa

MINSa , S.A. de C.V. DIVISIÓN CENTRO				
At'n:	Congelados y Homeados S.A. de C.V.			
Fecha y lugar de elaboración del Certificado:	Tlalnapantla Edo. Méx a 09 de Mayo de 2006.			
Producto:	Cinta Dorada.			
Fecha de Fabricación:	09 de Mayo de 2006			
Lote:	260509-1			
PROPIEDADES SENSORIALE				
Descripción	U. de Medida.	Tolerancia		Resultado
		Lim inf.	Lim máx	
ASPECTO		Arenoso		Cumple
COLOR		Blanco amarillento		Cumple
OLOR		Característico de la composición del producto		Cumple
SABOR		Característico de la composición del producto		Cumple
PROPIEDADES FISICOQUIMICAS				
Humedad	%	na.	12.8	11.6
Rendimiento	kg	2.25	na.	2.438
Correa	%	24.0	28.0	26.01
pH	U	8.4	9.4	9.72
pH	U	8.4	9.4	9.82
pH	U	8.4	9.4	9.82
pH	U	8.4	9.4	9.56
color	L	80.0	na.	86

Tabla 4. Características de calidad de la Harina de maíz nixtamalizada

### Propiedades Sensoriales

- \*Color: Blanca amarillenta o característica de la variedad de grano empleado.
- \*Olor: Debe ser característico y no presentar signos de rancidez u otro color extraño.
- \*Sabor: Debe ser característico del producto y no tener ningún sabor extraño.
- \*Aspecto: Granuloso con una finura que el 75% como mínimo pase a través de un tamiz 0,250mm de malla (27).

### Propiedades Fisicoquímicas

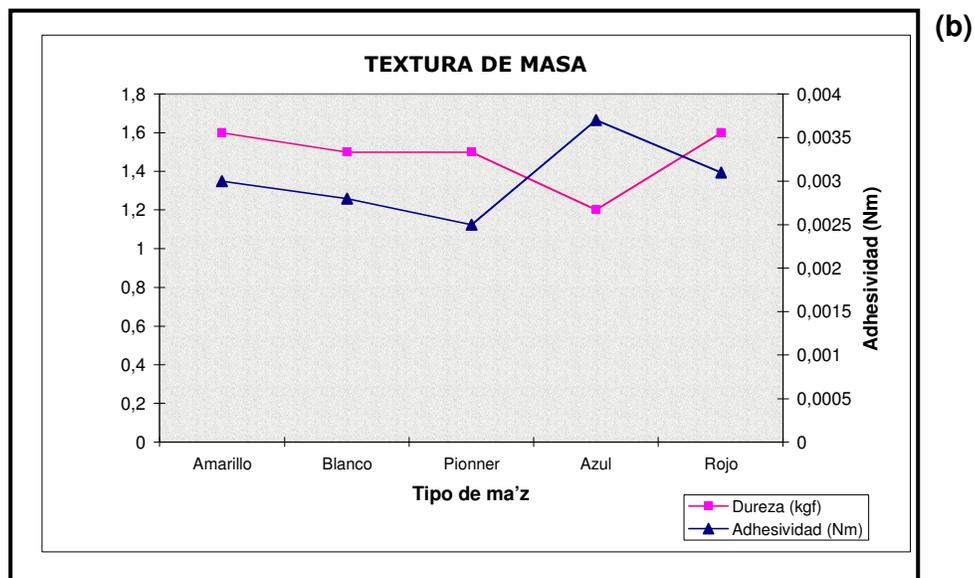
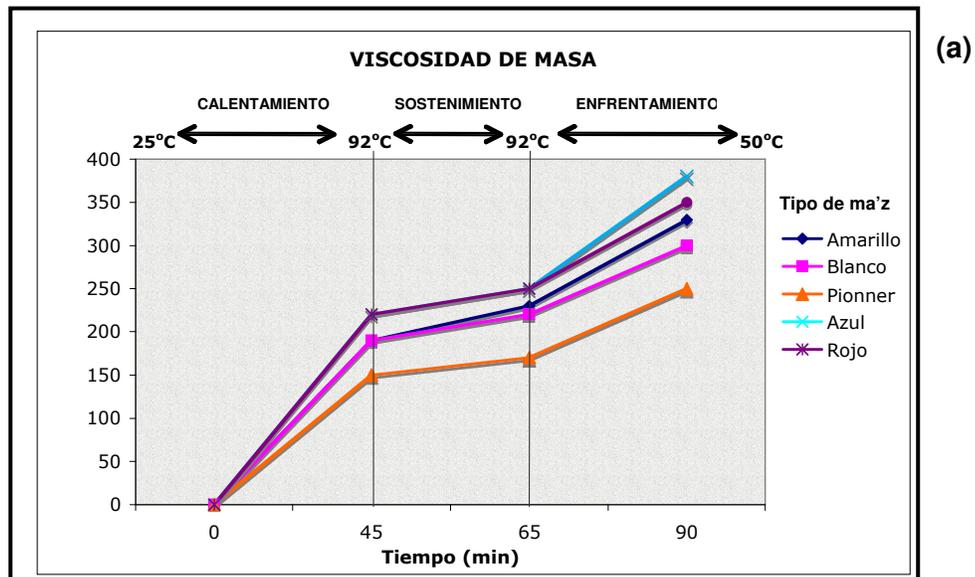
- \*Humedad: Porcentaje de hidratación de la harina nixtamalizada, factor de comparación de remoción de pericarpio
- \*Correa: Factor de cohesividad de la harina en la formación de la masa
- \*pH: Con el pH de la harina de maíz podemos saber el tipo de cocimiento que tuvo la nixtamalización.
- \*Color: los pigmentos en las capas externas del grano utilizado confieren el color final de la harina (27).

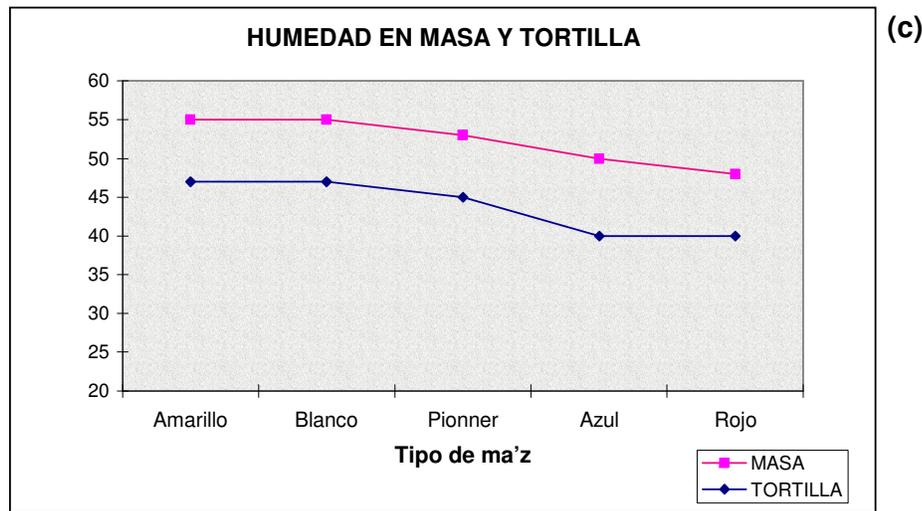
Aquí se muestra el resultado de la medición de pH de la harina realizada por el laboratorio de control de calidad la cual nos indica un alto cocimiento dando valores que quedan fuera de los límites de control, (aun así fue liberado el producto), el grano sobrecalentado provoca daños irreversibles en el almidón trayendo consigo pérdida de consistencia y una alta adhesividad



En las plantas las condiciones que se emplean para la nixtamalización no son fijas, ni corresponden a valores absolutos que puedan establecerse en definitiva para lograr un producto homogéneo con todos los granos, por el contrario cada tipo de variedad de grano responderá de manera muy particular dependiendo tanto de la variedad como de las condiciones a que se lleva a cabo el cocimiento (26).

Con la finalidad de poder obtener un proceso óptimo se han determinado características de calidad específicas para la masa como viscosidad, dureza, adhesividad de diferentes tipos de maíz (Gráfica 4).





**Gráfica 4.** (a) Correlación del tiempo de cocimiento y tipo de maíz utilizado en la nixtamalización con las características de calidad del producto final (masa). (b) Correlación entre el tipo de maíz utilizado para la nixtamalización y las características de adhesividad y dureza de la masa. (c) Correlación entre el tipo de maíz utilizado y el %humedad para masa y tortillas

11. Estas graficas podrían ser utilizadas como parámetros de referencia (ya que existen muchas variedades de maíz) para mejorar o estandarizar la calidad en los productos derivados de maíz (harina y tortillas).
  
12. El análisis de la producción de harina de maíz, tiene como finalidad de que a través de la calidad de la harina nixtamalizada nosotros podamos predecir la calidad del producto final, en este caso la tortilla. Esto es si nosotros tenemos una materia prima de baja calidad el proceso se vera afectado y por ende el producto, es por ello que debemos asegurar la calidad de las materias primas para así obtener un proceso y producto de calidad.

Mientras la industria harinera no se comprometa ha ofrecer un producto de alta calidad la industria de la tortilla que dependa de esta, no lograra un avance significativo en el incremento de la calidad de la tortilla.



---

## 10.5 VIDA DE ANAQUEL DE LA TORTILLA

El envejecimiento de los productos basados en almidón tal como lo es la tortilla es un problema de gran importancia ya que este afecta la textura, apariencia y sabor del producto (características esenciales de la calidad del producto). Durante el almacenamiento la calidad de la tortilla se deteriora después de su manufactura. Los cambios estructurales empiezan tan pronto como la tortilla sale del horno y empieza a enfriarse, este deterioro en la calidad además del daño provocado por los microorganismos ha sido definido como envejecimiento (16).

Las tortillas adquieren una textura firme y rígida cuando se enfrían y permanecen almacenadas, debido a una combinación de factores que incluyen la deshidratación, retrodegradación del almidón y formación de una estructura poco flexible (13). (Apéndice A Figura 1, A1 y A2)

Normalmente las tortillas adquieren cierta flexibilidad al recalentarse pero nunca recuperan la textura original de una tortilla recién hecha. La estabilidad en el anaquel es importante, la tortilla debe tener suficiente humedad para recalentarse y mantenerse flexible, tortillas con baja humedad se hacen rígidas, no se deben exponer a temperaturas altas ya que provocamos el enranciamiento de grasas.

La vida de anaquel de las tortillas comerciales se encuentra en un rango de 3-60 días, las tortillas almacenadas a temperatura ambiente, a pH neutro y sin conservadores generalmente tienen una vida de anaquel de anaquel de 3 días. La vida de anaquel de las tortillas se alarga usando refrigeración (se espera que a 4°C la tortilla dure en el anaquel hasta 12 días).

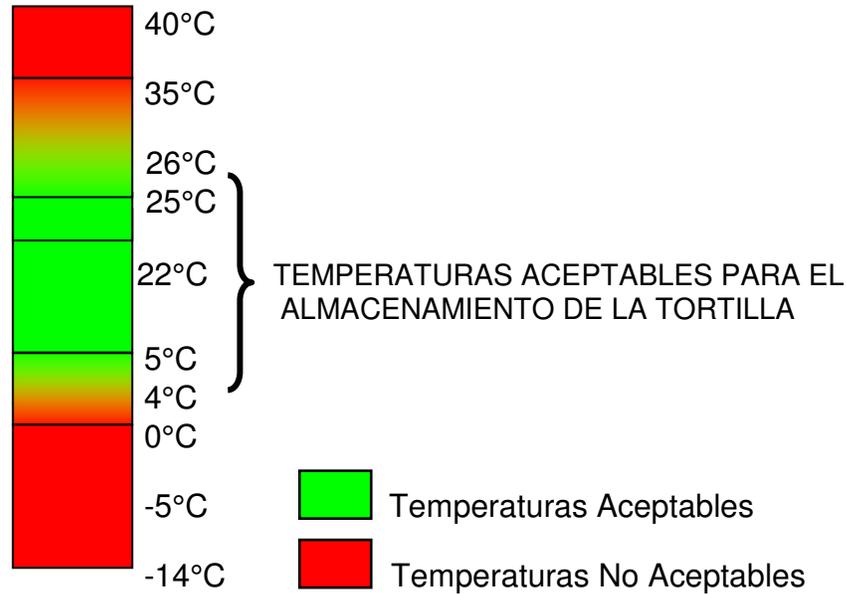
Se han realizado estudios de métodos de conservación para la tortilla alternos como por ejemplo aplicación de impulsos eléctricos a la tortilla con la finalidad de reducir la carga microbiana del producto (CYCATA D.F.), otro método aplicado es el envasado de la tortilla al vacío (CINVESTAV QRO.) (Apéndice B, Figura B4), pero más sin embargo todavía estos métodos están en etapa de prueba.

Una forma de reducir el crecimiento de m.o. es modificando la acidez o alcalinidad del medio, un pH 7 es un medio ideal para la reproducción de m.o., entre más nos alejemos hacia un pH 1 ó 14 ponemos el medio (tortilla) más adverso para que se reproduzcan. Para poder generar un pH debajo de 7 es necesario añadir a la masa un acidificante (ac. ascórbico, ac. propiónico, ac. cítrico, entre otros.) y para generar un pH arriba de 7 la manera más fácil es agregar hidróxido de calcio ( $\text{CaOH}_2$ ) (27).



\* Temperaturas optimas de almacenamiento

- Temperatura Ambiente optima entre los 15-25°C
- Temperatura Refrigeración optima no menor a los 5°C



La tortilla es un medio ideal para que se reproduzcan con facilidad bacterias como coliformes, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus sp.*, *Pseudomona sp.*, *Proteus sp.*, y hongos como *Penicillium sp.*, *Aspergillus Níger*, *Mucor rouxii*, *Cladosporium sp.*, *Monilia sp.*, *Rhizopus nigrius* que causan la descomposición de la tortilla debido a las condiciones favorables de humedad y temperatura que esta propicia (10).

**Tabla 5.** Especificaciones Microbiológicas

Especificaciones Microbiológicas (Limites máx.)	
Tortilla de maíz nixtamalizado	Coliformes totales < 30 UFC/g
	Aflatoxinas 12 µg/kg
	Mesofílicos aerobios 500 UFC/g

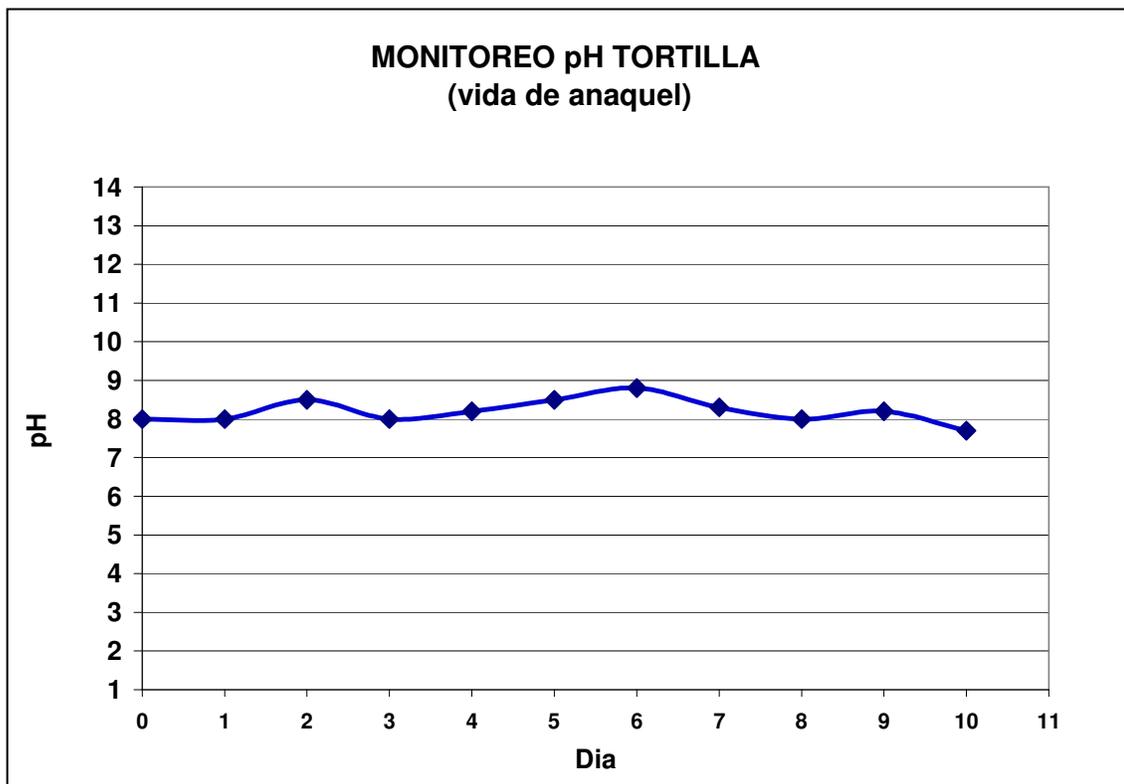


La tortilla SiSi tiene una vida de anaquel de 5 a 6 días a temperatura ambiente y de 8 a 15 días en temperatura de refrigeración (Tabla 6), esto debido particularmente al tipo de conservador que utilizamos ( $\text{CaOH}_2$ ) (la adición de cal puede afectar el sabor y la apariencia de la tortilla produciendo un producto con fuerte sabor a cal e intenso color amarillo si no se controla el porcentaje que se adiciona a la mezcla) haciéndola mas alcalina (pH 8-9) permitiendo alargar la vida de anaquel (Tabla 7).

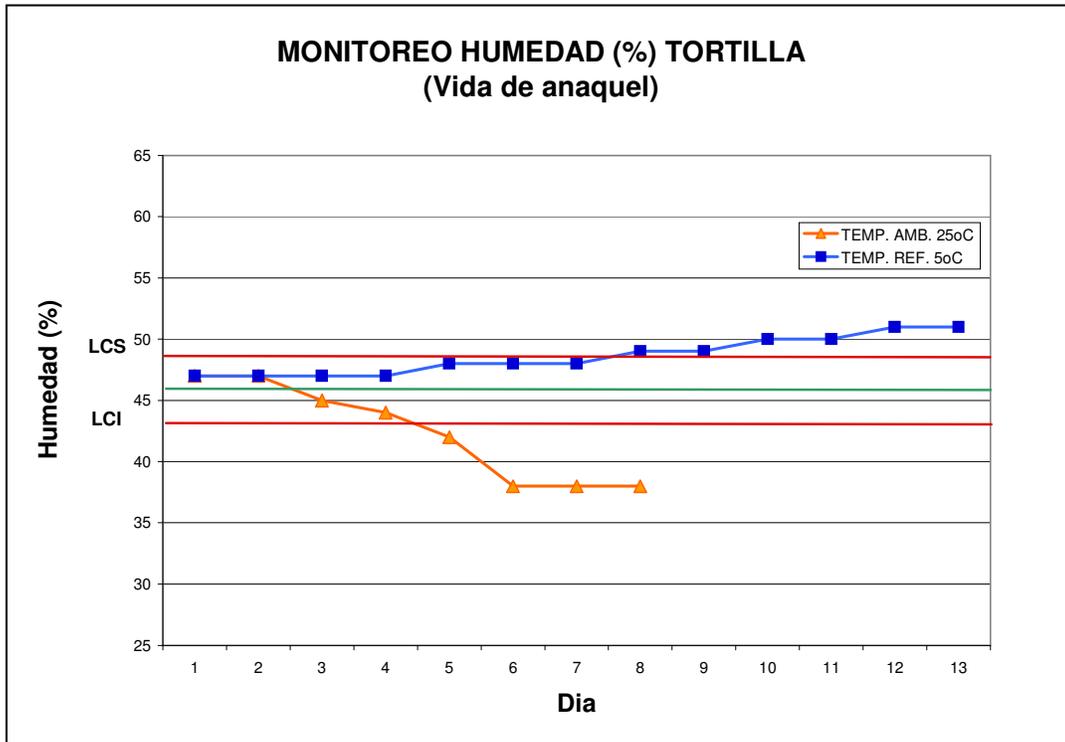
**Tabla 6.** Vida de anaquel Tortilla SISI

VIDA DE ANAQUEL	
TEMPERATURA AMBIENTE $25 \pm 1^\circ\text{C}$	TEMPERATURA DE REFRIGERACION
5-6 días	8-15 días

**Tabla 7.** Influencia del pH en la vida de anaquel del producto



**Gráfica 5.** Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre pH en las tortillas de maíz



**Gráfica 6.** Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre el contenido de humedad (%) en las tortillas de maíz

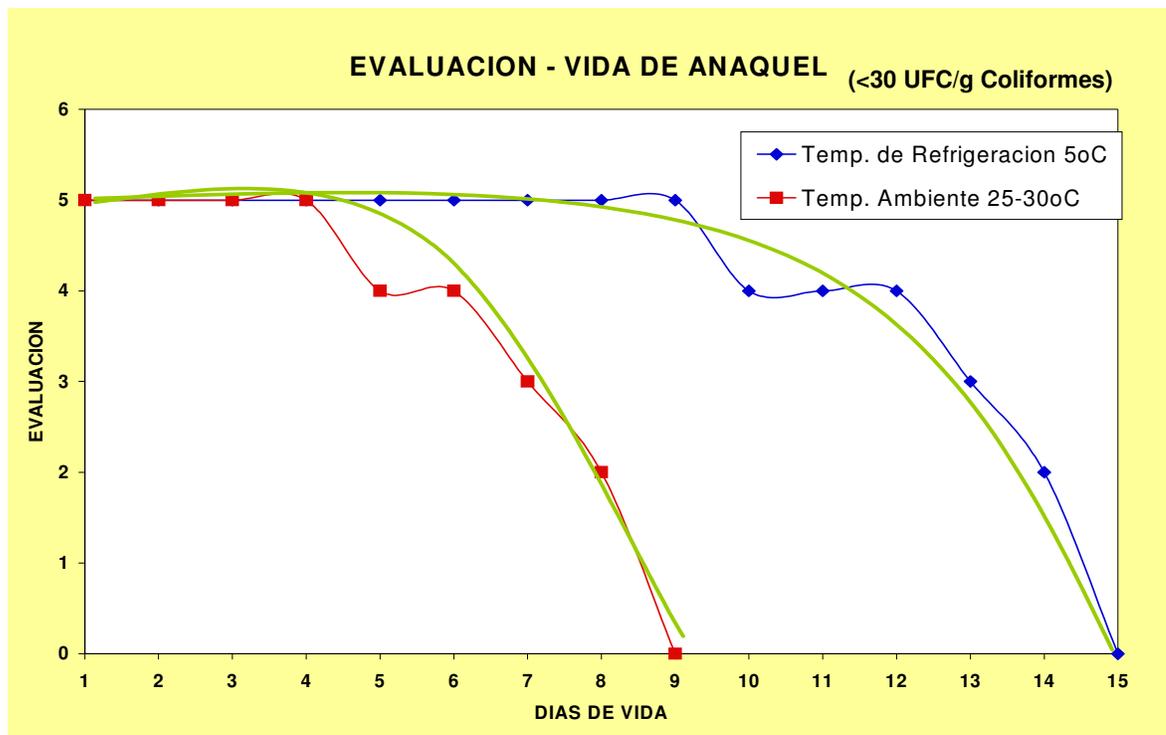
En la Gráfica 5 muestra los resultados del análisis de pH en las tortillas de maíz SiSI almacenadas a temperatura ambiente, no se apreció un comportamiento definido del pH en relación al tiempo de almacenamiento de las tortillas. Este comportamiento se atribuye a que el pH de la tortilla se vera influenciado por el tiempo de cocción y de reposo del nixtamal.

En la Gráfica 6 se muestran los valores del análisis de humedad en las tortillas SiSI almacenadas a diferentes temperaturas. A temperatura ambiente el contenido de humedad disminuyo conforme transcurrió el tiempo de almacenamiento, debido a la transpiración que sufren, la perdida de agua se ve reflejada en la condensación que se forma dentro del paquete, a este efecto también se le ha llamado respiración de las tortillas. En las tortillas almacenadas a temperatura de refrigeración se observo que hubo mayor humedad a los 13 días con respecto a la humedad inicial, esto se debió principalmente a que la bolsa de polietileno que contiene al producto es permeable lo cual permite que la humedad del refrigerador penetre dentro de la bolsa e incremente el porcentaje de humedad del producto.

La vida de anaquel de las tortillas de maíz se evaluó contabilizando los días en que aparecían pequeñas colonias de mohos visibles en la superficie de las tortillas. Para evaluar la vida de anaquel las tortillas fueron almacenadas a temperatura ambiente ( $25\pm 1^\circ\text{C}$ ) y temperatura de refrigeración ( $5\pm 1^\circ\text{C}$ ). (Figura. 5)



Figura 5. Monitoreo de vida de anaquel



**Gráfica 7.** Evolución de la vida de anaquel de la tortilla de maíz con una carga microbiana inicial de <30UFC/g coliformes.



## 10.6 CONTROL DE PROCESO

Es frecuente que en la fabricación de un producto se presenten problemas, los gráficos de control son herramientas indispensables para resolver los problemas que se derivan de la obtención de las especificaciones de calidad que se expresan en términos de las variables. Estos gráficos proporcionan tres tipos de información, cuyo conocimiento es imprescindible para formar un criterio de actuación, los cuales son: Intervalo de variación en el que básicamente se mueve la característica de calidad, Consistencia de la realización y el Nivel medio de la característica de calidad.

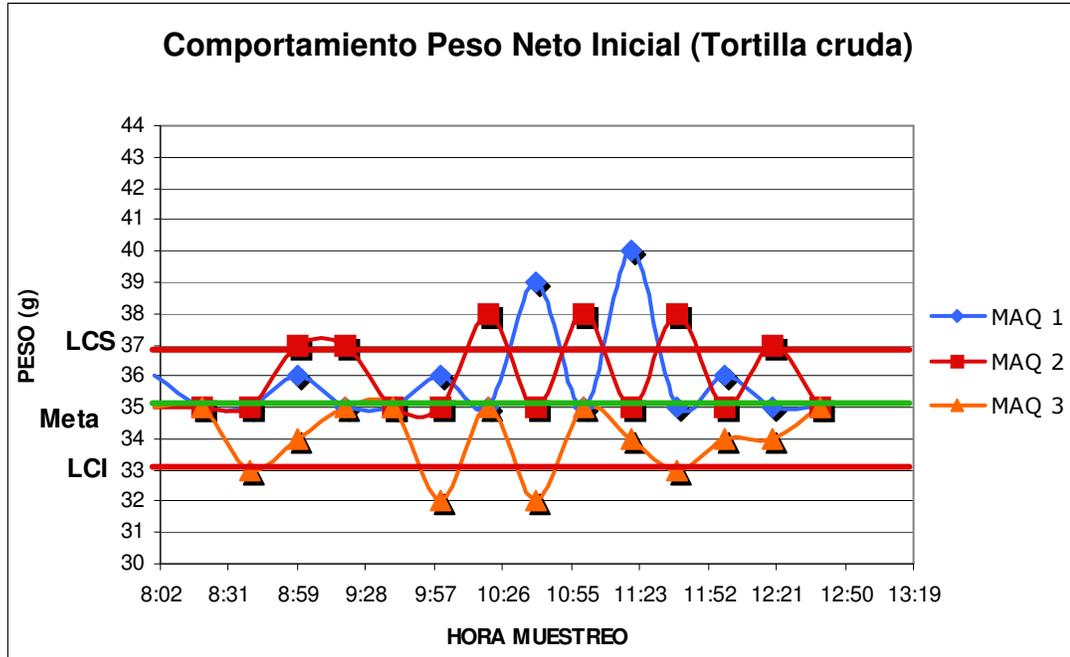
Ningún proceso de producción es lo bastante bueno como para que todas las unidades fabricadas sean exactamente iguales o perfectas, cierta variabilidad es inevitable. El intervalo básico de variación dependerá de ciertas características del proceso de producción, tales como las maquinas, los materiales, los operarios. Cuando se especifican los valores máximo y mínimo de una característica de calidad hay que ver si el campo de variación del proceso es tan amplio que resulta imposible que toda la producción se encuentre dentro de los límites específicos. Cuando el grafico de control muestra que esto es así y no se pueden cambiar las especificaciones, se presentan dos alternativas, modificar de base el proceso de producción, para reducir su campo de variación o afrontar el hecho de que siempre será necesario seleccionar el producto aceptable. Sin embargo algunas veces que el gráfico de control, muestra un campo de variación tal, que es seguro que parte de la producción está fuera de tolerancias una revisión de la situación indica que las tolerancias son mas estrechas de lo necesario para el buen funcionamiento del producto. En este caso se impone cambiar las especificaciones adoptando tolerancias amplias. La variabilidad de la característica de calidad puede seguir las leyes del azar o presentar irregularidades por la presencia ocasional de causas atribuibles, que pueden ser descubiertas y eliminadas. Los límites de control están situados en el grafico de tal forma que se pueda discernir la presencia o ausencia de dichas causas atribuibles. Aunque la eliminación real de las mismas exige un a labor técnica, el grafico de control dice cuando no hay que interrumpir un proceso así como cuando es preciso actuar para corregir deficiencias. La eliminación de las causas atribuibles que provocan fluctuaciones irregulares se denomina poner un proceso bajo control y constituye una de las fuentes de ahorro más importantes que proporciona el control estadístico de calidad.



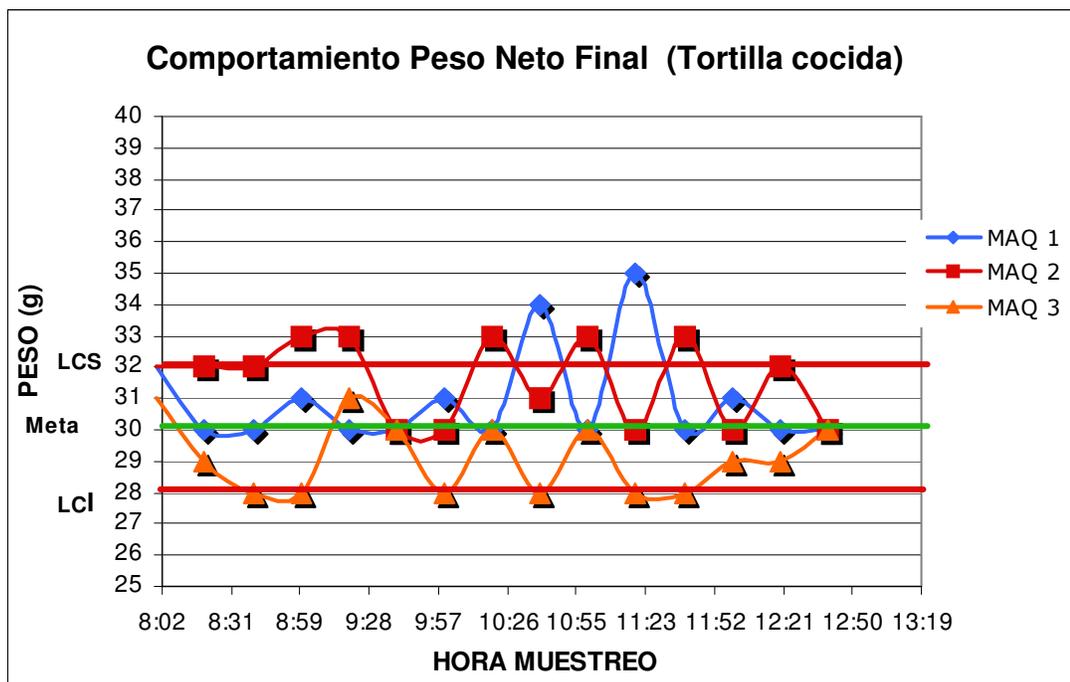
Aun cuando el campo de variabilidad de un proceso es tal que la amplitud de la tolerancia natural es menor que la amplitud de las tolerancias especificadas y además el proceso está bajo control, mostrando un patrón estable de variabilidad, el producto puede no ser satisfactorio porque el nivel medio de la característica de calidad es demasiado bajo o demasiado alto. El gráfico de control también detectará esta situación indeseable. En algunos casos, la corrección del nivel medio puede ser como cambiar el ajuste de una máquina; en otros, como el aumento de un nivel medio de resistencia, puede requerir un programa de trabajo de investigación y desarrollo.

Aunque el gráfico de control muestra que un proceso está bajo control a un nivel satisfactorio y con unos límites de variabilidad buenos, puede confiarse en que cumple las especificaciones. Esto sugiere la posibilidad de que los métodos de aceptación se basan en el gráfico de control, empleándolo para determinar si esta situación satisfactoria del proceso. Bajo estas circunstancias favorables se obtienen frecuentes ahorros sustanciosos en los costos de inspección. Cuando la inspección consiste en ensayos destructivos, normalmente puede reducirle el número de elementos probados, lo que constituye un ahorro, tanto en el costo de los ensayos como en el del producto destruido.

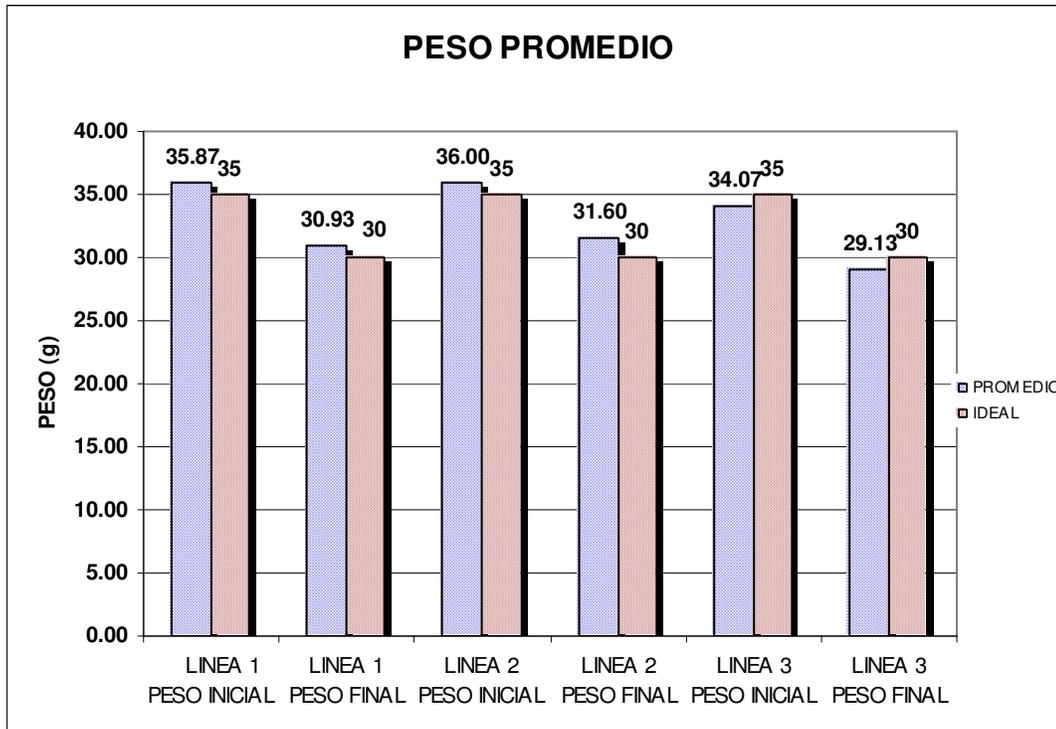




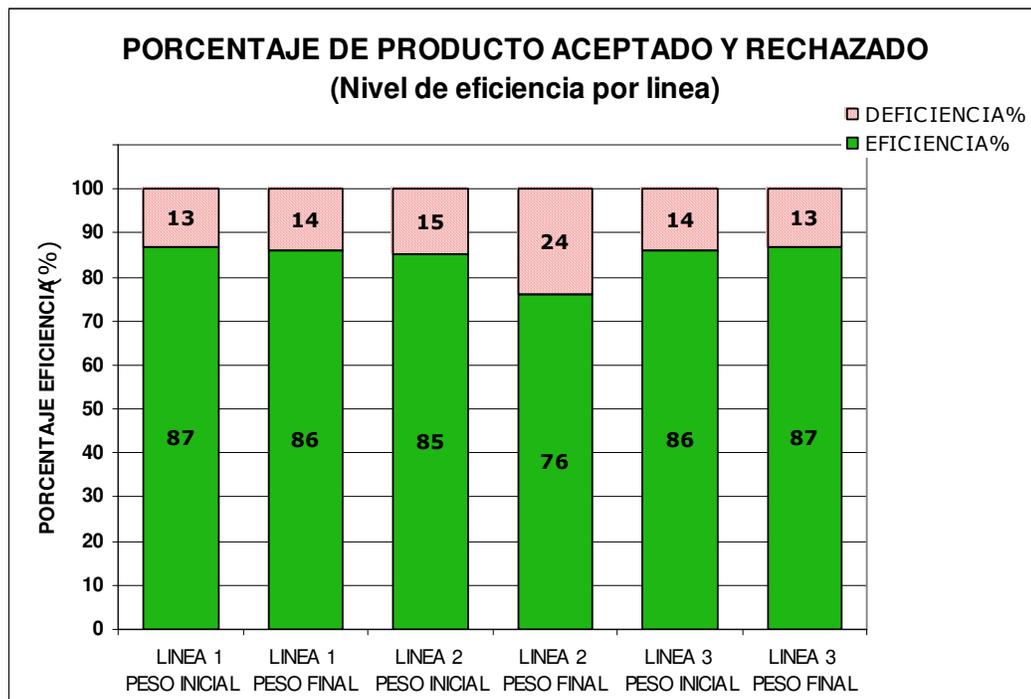
Gráfica 8. Comportamiento del peso promedio inicial de la tortilla por maquina del área 1



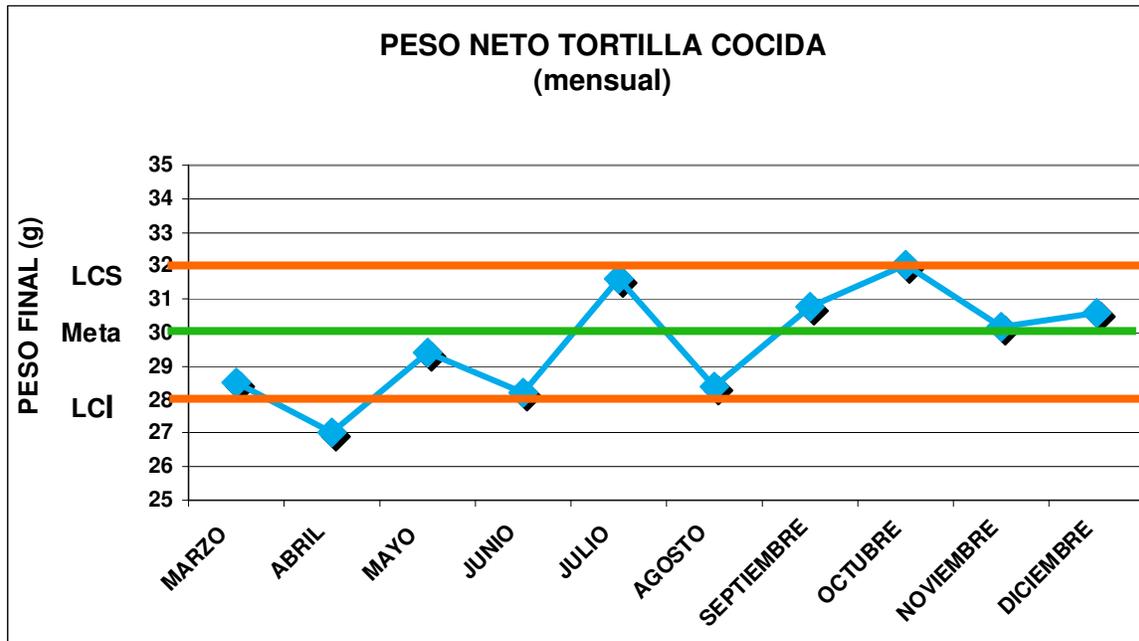
Gráfica 9. Comportamiento del peso promedio final de la tortilla por maquina del área 1



**Gráfica 10.** Comparación del peso promedio inicial y final con los pesos optimos por línea (área 1)



**Gráfica 11.** Nivel de eficiencia por línea de producción (área 1)



**Gráfica 12.** Promedio mensual del peso final de la tortilla

En las Gráficas 8 y 9 el programa muestra el comportamiento de los pesos inicial y final de la tortilla durante la jornada laboral, la zona sombreada marca el área dentro de los cuales deben estar los pesos, respecto a los límites inferiores y superiores de control permisibles, para determinar este valor se toman 6 muestras de las cuales se obtiene un promedio de peso el cual será descargado al programa. (Tabla 1.3)

En la Gráfica 8 el programa muestra el promedio del peso inicial y peso final de cada línea y lo compara con el peso ideal, esto nos indica como estuvo trabajando la maquina durante la jornada laboral, la diferencia entre el peso promedio y el peso ideal debe estar en un rango de  $\pm 2g$ . (Tabla 1.3)

En la Gráfica 11 el programa muestra el nivel de calidad (el nivel de eficiencia es la relación del porcentaje de producto aceptado y la relación de producto rechazado o que quedo fuera de los parámetros de calidad) de cada línea respecto al comportamiento de los pesos inicial y final durante la jornada laboral.



Existen fluctuaciones en los valores obtenidos de los muestreos los cuales salen de los límites permisibles, estas variaciones se atribuyen a

1. La variación en el peso inicial de la tortilla de cada línea se origina principalmente al desajuste constante que sufren las maquinas debido a que son muy sensibles a la presión de alimentación y es por ello la fluctuación de pesos iniciales.
2. La variación del peso final de la tortilla puede ser atribuido a que las temperaturas de cocimiento se encuentren por debajo de los parámetros óptimos esto ocasionado por baja presión de gas o baja alimentación de aire a los quemadores.
3. El trabajo rudo y excesivo que las maquinas tienen durante la jornada laboral desgasta constantemente las piezas originando desajustes y fallas.
4. La programación deficiente de revisiones o mantenimiento preventivo a las maquinas provoca mas fallas generando producto de mala calidad y tiempos muertos de producción.

En la Gráfica 12 se muestra el valor promedio mensual del peso final de la tortilla, de esta forma podemos visualizar de forma general la eficiencia del proceso. En esta grafica podemos observar que el periodo mar-jun el peso de la tortilla se encontraba por debajo del peso meta la acción correctiva para contrarrestar dicho problema fue el realizar ajustes mecánicos a la maquinaria así como el cambio por maquinaria nueva, los resultados se reflejaron en el aumento de la eficiencia del proceso acercando el peso de la tortilla al peso meta, en el periodo jul-dic observa la caracterización de las maquinas ajustadas aunque se presenta una variación la tendencia se presenta hacia el aumento del peso hasta centralizar el proceso al final del periodo.

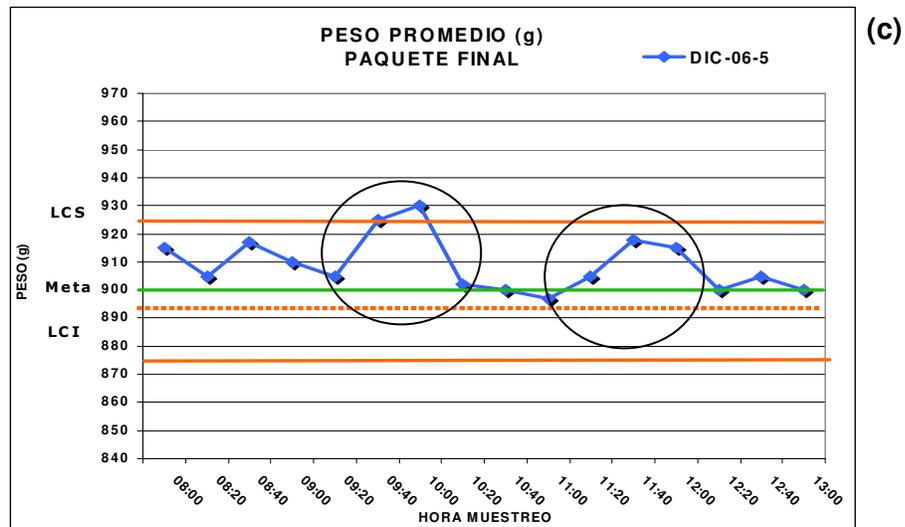
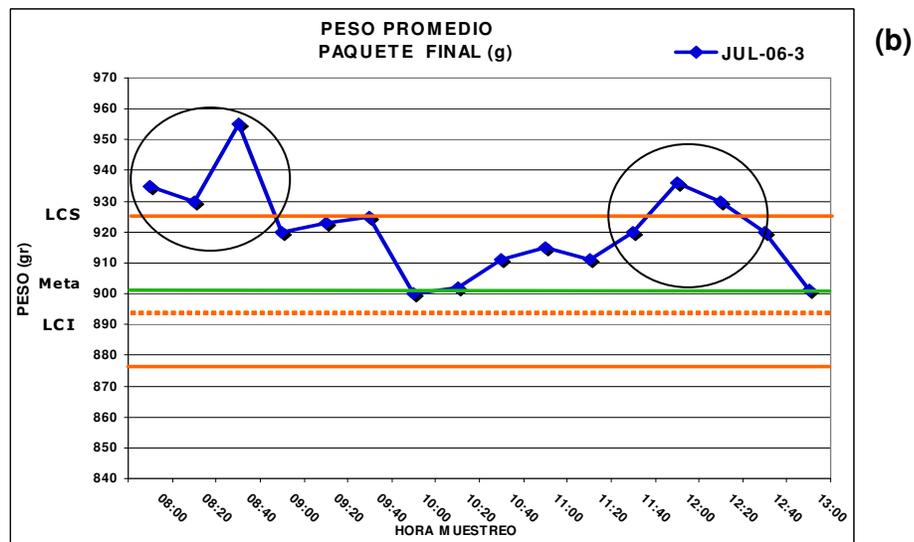
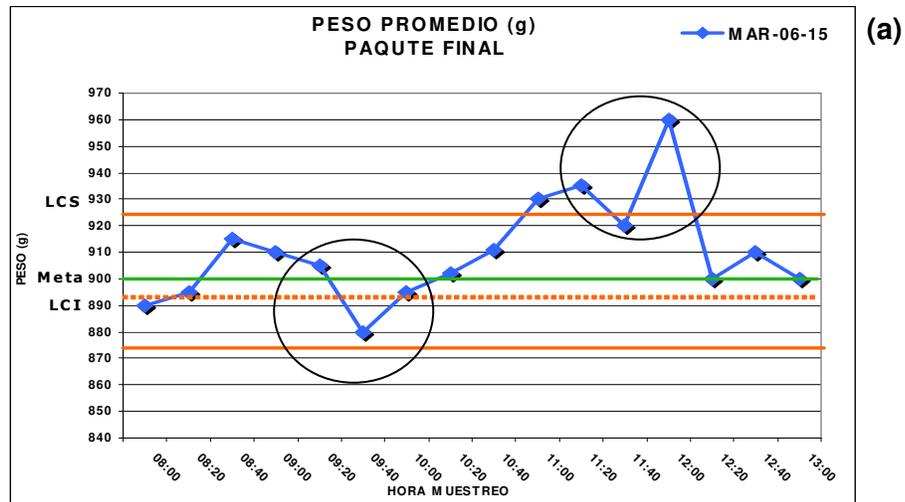


- **Control de peso Paquete final**

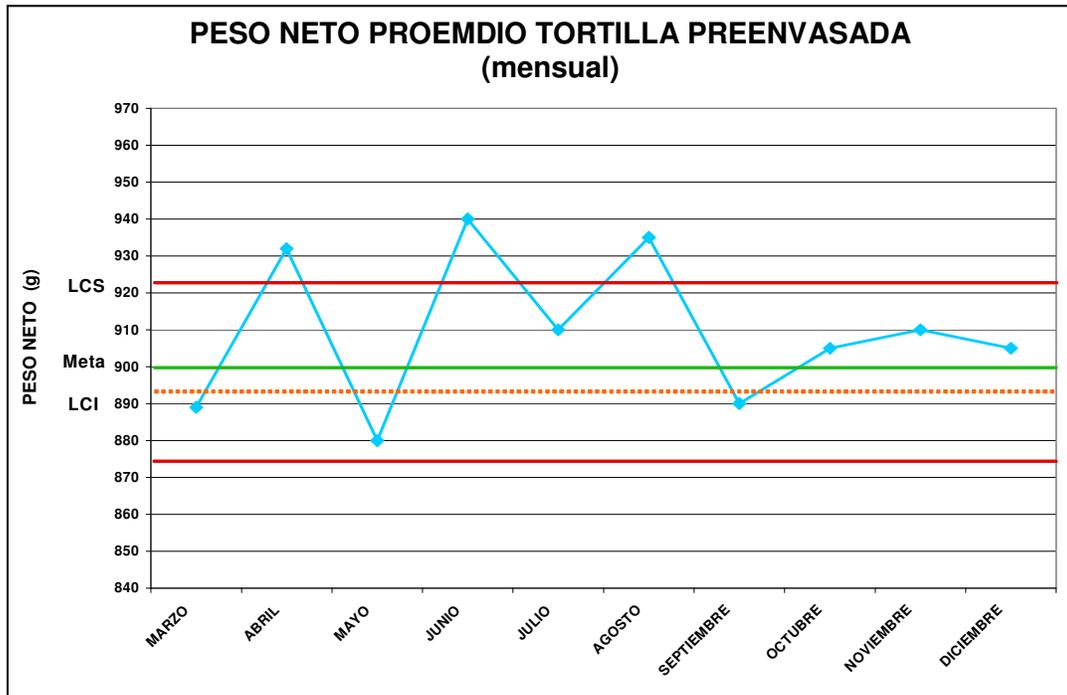
Por otro lado un parámetro de referencia que refleja la calidad del proceso en general es el peso del producto en el paquete, así como se maneja un monitoreo que supervisa la elaboración del producto, también se supervisa el envasado del producto con ayuda del programa CONTROL PT ENVASADO (Figura 7) el cual por medio de la captura de los pesos de los paquetes obtenidos previamente durante la supervisión en el turno nos mostrara la eficiencia de esta parte del proceso,

AREA 1		CONTROL PT ENVASADO				
		L	M	M	J	V
		3-octu-06	4-octu-06	5-octu-06	6-octu-06	7-octu-06
MUESTRA		PESO(gr)	PESO(gr)	PESO(gr)	PESO(gr)	PESO(gr)
1	08:00	912	920	898	895	910
2	08:20	900	910	902	898	905
3	08:40	915	905	902	900	900
4	09:00	920	907	905	906	906
5	09:20	923	920	907	923	908
6	09:40	905	930	895	930	914
7	10:00	895	925	895	922	898
8	10:20	902	915	895	899	899
9	10:40	911	912	895	900	904
10	11:00	915	910	895	900	907
11	11:20	902	920	895	905	923
12	11:40	920	921	895	912	925
13	12:00	900	930	895	915	926
14	12:20	900	915	895	915	901
15	12:40	901	912	895	916	902
16	13:00	901	900	890	890	890
		14522	14652	14354	14526	14518
		1122	1252	954	1126	1118
		87,8	74,8	104,6	87,4	88,2
PROMEDIO PESO		908	916	897	908	907
%CALIDAD		87,8	74,8	95,4	87,4	88,2
		12,2	25,2	4,6	12,6	11,8

**Figura 7.** Programa Control de Producto Final Envasado



**Gráfica 13.** Inspección de peso de tortilla preenvasada (a) Muestreo del mes de marzo 06 (b) Muestreo del mes de julio 06 (c) Muestreo del mes de diciembre 06



**Gráfica 14.** Promedio mensual del peso neto de tortilla preenvasada

En las graficas 13a,13b y 13c podemos observar el comportamiento del peso de la tortilla preenvasada (peso del paquete), el peso neto del paquete se ve afectado directamente por la variación en el proceso (puntos 1-4) es por eso que se encuentran puntos dentro y fuera de los limites de control (zonas marcadas), en el mes de diciembre 06 en comparación al mes de marzo 06 la variación era menor, los pesos estaban dentro de limites pero no bajo un control muy exacto, mas sin embargo los pesos se encontraban mas cerca del peso optimo. Las graficas de control nos permiten predecir estas variaciones o fluctuaciones ayudándonos a disminuir el porcentaje de deficiencia en la productividad.

En la gráfica 14 se muestra el peso promedio de la tortilla preenvasada en esta se ve reflejada el cambio que se realizo para ajustar la eficiencia de las líneas de proceso.



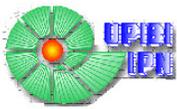
---

## 10.7 INSPECCION Y MUESTREO DE PRODUCTO FINAL

La inspección de aceptación es una parte necesaria de la fabricación, que se puede aplicar a la recepción de materiales, al producto parcialmente terminado en varios estados intermedios del proceso de fabricación, y al producto final. Incluso puede hacerla el propio comprador de producto terminado.

Gran parte del control de aceptación se hace por muestreo. Con frecuencia la inspección al 100% es impracticable o al menos claramente antieconómica. Además en realidad, la calidad del producto aceptado puede ser mejor empleando métodos estadísticos modernos de aceptación por muestreo, que si sometiéramos el mismo producto a una inspección al 100%. El control por muestreo posee una serie de ventajas psicológicas sobre el realizado al 100%. La fatiga de los inspectores a causa de operaciones repetitivas puede constituir un serio obstáculo para obtener un control bueno al 100%.

Se sabe que muchos tipos de inspección, incluso algunos hechos al 100%, no eliminarán todos los productos fuera de especificaciones que salen en un lote los cuales no se ajustan a las normas establecidas. La mejor protección contra la aceptación de un producto fuera de especificaciones es, en primer lugar, fabricarlo correctamente. Los métodos de aceptación por muestreo adecuados, a menudo, pueden contribuir a la consecución de este objetivo provocando una mejora de calidad, de una forma más afectiva que la que se podría conseguir con una inspección al 100%. Algunos esquemas de muestreo proporcionan unas bases para tomar decisiones sobre problemas de calidad, mejores que las empleadas normalmente con la inspección al 100%. Debe reconocerse que, a pesar de que los métodos modernos de aceptación por muestreo generalmente son superiores a los métodos de muestreo tradicionales que se establecieron sin tener en cuenta las leyes de probabilidad, cualquiera que emplee la aceptación por muestreo tiene que enfrentarse con el hecho de que algunos de los productos que no se ajustan a las especificaciones existentes en cualquier parte de un lote sometido a control para su aceptación, pasarán probablemente como buenos en cualquier esquema de aceptación por muestreo. El tratamiento estadístico del muestreo de aceptación afronta este hecho sinceramente, intentando valorar el riesgo que se corre con distintos métodos de muestreo y estableciendo qué grado de protección se necesita en cada caso. De esta forma, se puede escoger un esquema de muestreo que da el grado de protección deseado, considerando los costos que implica.



Para realizar la inspección de la tortilla preenvasada se tomo como base la inspección continua sencilla, y el muestreo se fijo con base en la tabla IIA de MIL-STD-105D (Tabla 8) la cual nos indica dependiendo del tamaño de producción la cantidad de muestras a inspeccionar, dándonos un parámetro de control de calidad conocido como Nivel de Calidad Aceptable (NCA) el cual nos indica que de cierto numero de producto inspeccionado se tiene un limite de rechazos es decir de un 100% que es la cantidad de producto inspeccionado solo el 10% puede ser rechazado o ser producto defectuoso.

TAMAÑO DE LOTE	TAMAÑO DE MUESTRA	NIVELES ACEPTABLES DE CALIDAD (INSPECCIÓN NORMAL)																															
		0.010		0.015		0.025		0.040		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10	
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re		
2-8	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
9-15	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
16-25	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
26-50	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
51-90	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
91-150	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
151-280	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
281-500	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
501-1200	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
1201-3200	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
3201-10000	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
10001-35000	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
35001-100000	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
150001-500000	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
500000 y más	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	

NOTAS:  
 ↓ = Use el primer plan de muestreo abajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra iguala o excede al tamaño del lote, haga la inspección 100%.  
 ↑ = Use el primer plan de muestreo arriba de la flecha.  
 Ac = Número de aceptación.  
 Re = Número de rechazo.

Tabla 8. Tabla IIA-MIL-STD-105D para inspección normal



**Gráfica 15.** No. de muestras totales rechazadas de 2500 paquetes inspeccionados por mes

En la Gráfica 15 observamos el resultado de la inspección a paquetes de producto, la relación de comparación se baso en verificar que el peso del paquete fuera el optimo o estuviera dentro de los limites de control, además de verificar que este correctamente envasado el producto. Se tomo una muestra de 125 paq. por días y al final del mes se hizo la cuantificación de producto rechazado. En el mes de marzo se observa el mas alto rechazo de paquetes inspeccionados debido principalmente a que no existía la inspección de producto preenvasado ni el personal por el realizar un buen trabajo, esto funciono como parámetro de comparación para iniciar el programa de capacitación de personal, verificación y mejora de condiciones de trabajo, con la finalidad de buscar la mejora productiva. Se observa la disminución de paquetes rechazados en inspección a lo largo de todo el periodo mar-dic, sin embargo este proceso de mejora llevo un periodo largo para que estuviera dentro de los límites establecidos logrando ver el cambio en el



periodo ago-sep, dando mejores resultados para el periodo oct-dic en la evolución del incremento de eficiencia en el envasado. En la grafica F se muestran los pesos de los paquetes obtenidos durante la supervisión del turno, el área sombreada indica los límites de control. En la graficas G se muestra el comportamiento de la calidad en el proceso de envasado (por día, semana o mes), en esta podemos observar las barras en dos colores, la coloración inferior de la barra señala la calidad eficiente (%) y la coloración de la parte superior señala la calidad deficiente (%), para considerar una calidad eficiente se maneja como mínimo 80% de eficiencia en el envasado.

Cuando el porcentaje de calidad se encuentra por debajo de este límite las fluctuaciones se deben además de los puntos mencionados anteriormente (Puntos 1 a 4), las variaciones se pueden acreditar a:

5. Las basculas de la zona de envasado debido al uso excesivo a las que son sometidas por la carga de trabajo se descalibran debido a que son digitales, provocando que los paquetes contengan mas o menos producto, por esta razón varia el peso final del paquete.
6. La constante renovación de personal provoca que no se cumplan adecuadamente los ciclos de capacitación de personal impidiendo de esta forma tener trabajadores calificados, lo cual repercute en tener un proceso deficiente.
7. Se debe fomentar en el personal la calidad en el trabajo el realizar correctamente las actividades, con la finalidad de crear conciencia del beneficio que trae el realizar un buen trabajo.

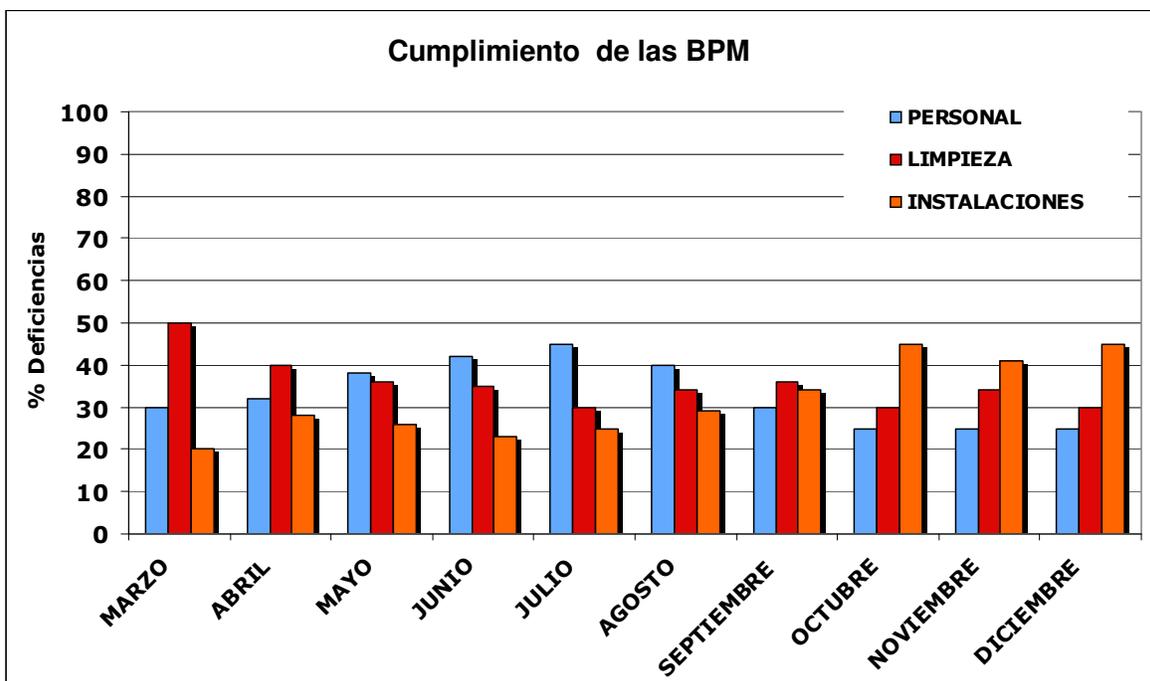
## **10.8 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA**

La aplicación de las buenas prácticas de manufactura (BPM) son parte fundamental en la estructura de la calidad, ya que fomentan la importancia de realizar las actividades correctamente, incrementando la eficiencia de la productividad. Esta actividad consistió en la capacitación del personal en las BPM, en la supervisión del cumplimiento de las BPM (Apéndice B figura 1), vigilar y tener bajo control los lineamientos de limpieza del personal y de las instalaciones, reportar fallas en la estructura de la planta, o acción que



repercuta directamente sobre el producto, cuando el personal no cumple con lo estipulado por BPM es sancionado, al final de la semana se hace un conteo y la comparación de la cantidad de sanciones acumuladas y cuales fueron las acciones correctivas o preventivas aplicadas y verificar que se hallan cumplido.

En la grafica H se muestra una relación de las sanciones o reportes acumulados por mes al cumplimiento de las BPM. Del total de sanciones por mes se dividieron (en porcentaje) en las deficiencias o fallas ocasionadas, por el personal, por la limpieza del área de trabajo y por fallas en las instalaciones.



**Gráfica 16.** Total de deficiencias mensuales en el cumplimiento de las BPM

Podemos observar en el primer periodo que el 50% de las deficiencias se atribuyen a fallas ocasionadas por la limpieza del área de trabajo, el 30% por fallas del personal en el cumplimiento de las BPM y el 20% por fallas que ponen en riesgo la seguridad e higiene del proceso.

Al aplicar las BPM el numero de fallas ocasionadas por el personal fueron incrementándose debido a la aplicación rigurosa que se aplico, podemos verlo en el



periodo mar-jul, esto es el personal al no tener conocimientos sobre lo que son las buenas practicas de manufactura tienden a descuidar los lineamientos básicos, por lo cual fueron capacitados y orientados en el cumplimiento de las herramientas necesarias para que pudieran cumplir las BPM, viéndose reflejado en el descenso de fallas ocasionadas por el personal (periodo ago-dic).

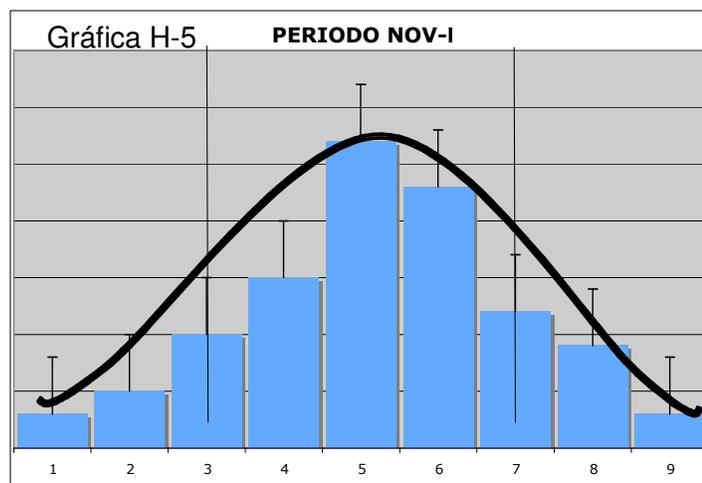
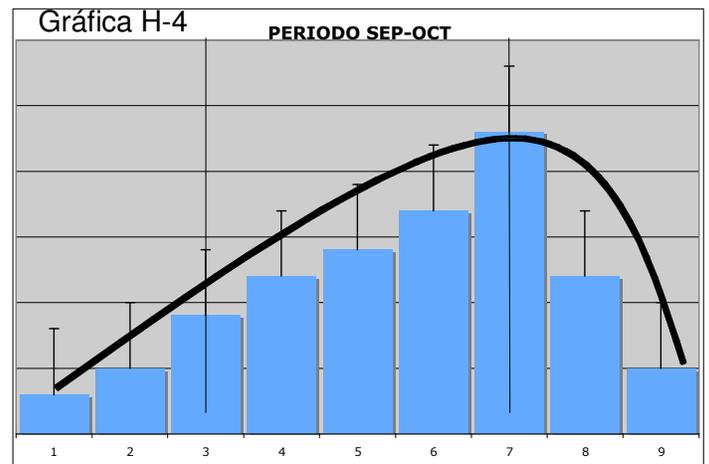
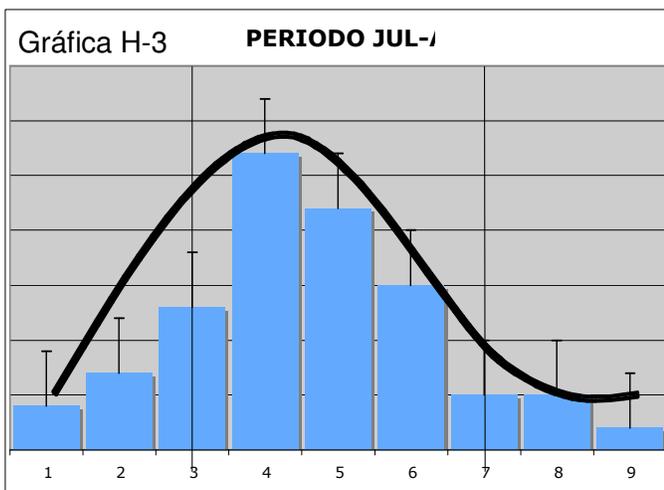
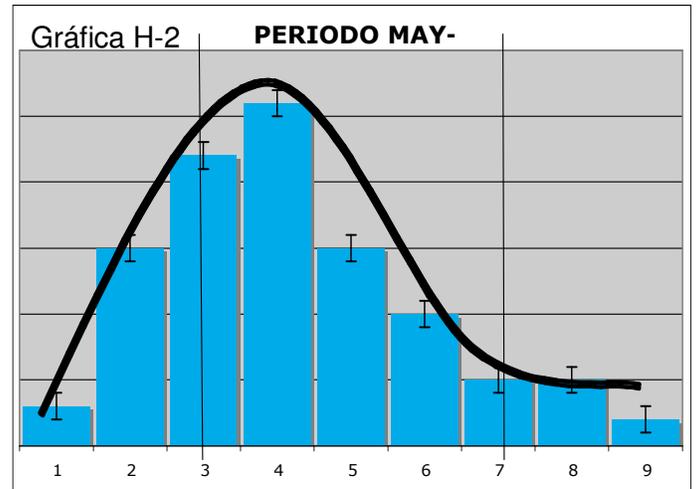
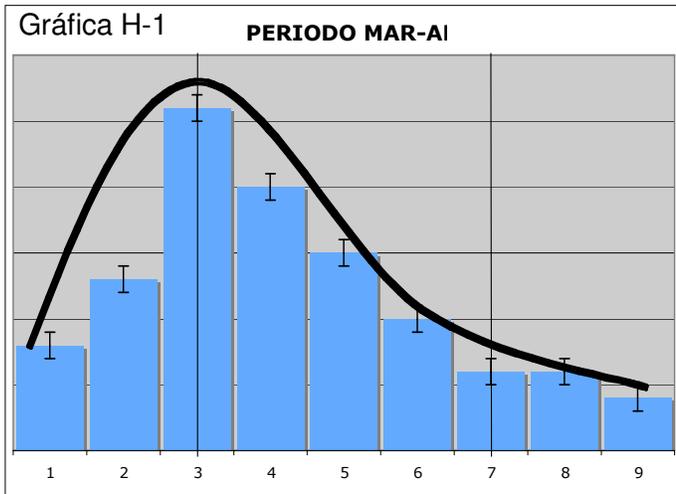
Por otro lado la limpieza de la planta juega un papel muy importante como complemento de las acciones correctivas hacia el personal por lo que se contrato personal que únicamente se dedicaría a la limpieza de la planta, el personal de producción ya no tendría esa tarea para que de esta forma no se descuidaran las condiciones de producción.

### **10.9 NIVEL DE CALIDAD**

El proceso de mejora en la eficiencia de la productividad llevo un largo tiempo debido a ciertos factores que obstaculizaron la mejora del proceso además de las carencias que se presentaron en el inicio del proyecto. Para visualizar el comportamiento de la eficiencia del proceso se tomo como referencia la calidad de la tortilla final (peso final de la tortilla), lo podemos ver en la relación de histogramas H1-H5, en el primer bimestre mar-abr el proceso estaba descentralizado cargado a la derecha lo cual nos indica que la tortilla estuvo por debajo del peso optimo, para el bimestre may-jun y jul-ago se obtuvo también un proceso descentralizado pero con una mejora hacia la obtención del peso optimo, en el bimestre se obtuvo un proceso descentralizado cargado a la izquierda lo cual nos indica que el peso de la tortilla estuvo por arriba del peso optimo, viéndose un mejora en el periodo nov-dic ya que se obtuvo un proceso centralizado en el cual se obtuvo una uniformidad en el peso optimo final de la tortilla, siendo un parámetro de la mejora en la eficiencia del proceso. Las razones por lo cual existe una variación en el proceso (factor maquinaria) fueron descritos anteriormente.

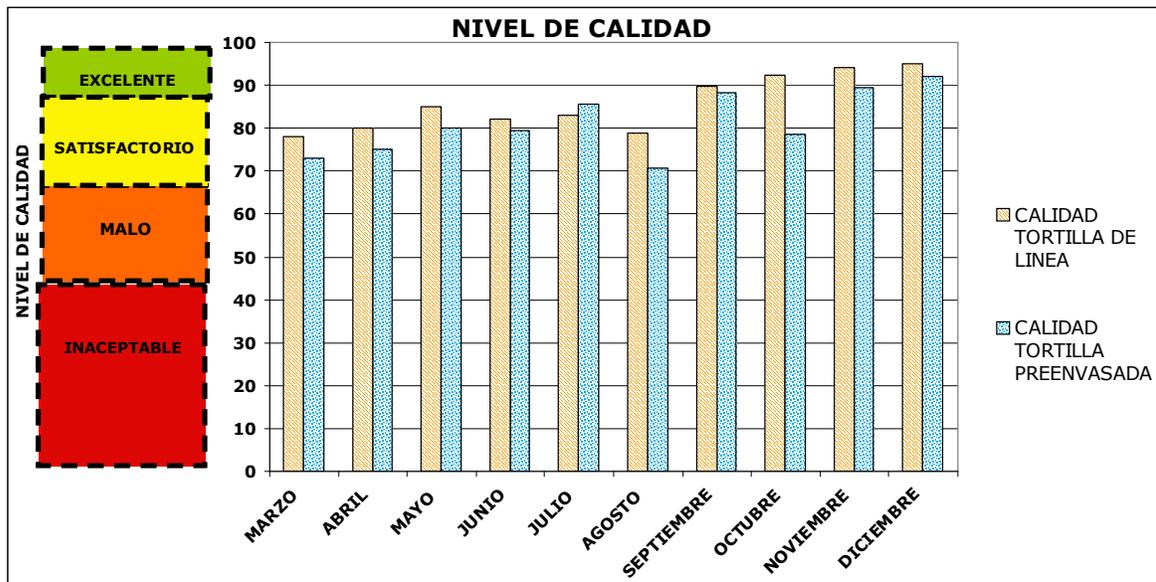


Las Gráficas H-1 a H-5 muestran los histogramas bimestrales correspondientes al comportamiento en la calidad de la tortilla final (peso final de la tortilla).





De cada mes se llevó un registro de los datos obtenidos del control estadístico de procesos lo que nos permite hacer una comparación entre cada mes, y así analizar el comportamiento respecto al nivel de calidad para pesos iniciales/finales y peso de producto envasado (Gráfica 17).



**Gráfica 17.** Comparación del Nivel de calidad del producto entre cada mes

En la Gráfica 17 observamos el comportamiento del nivel de calidad de la tortilla final y el producto envasado, se tomaron estas características del proceso como referencia para evaluar la evolución de la calidad. En el periodo mar-abr se encuentran los niveles mas bajos de calidad mismos que se toman como referencia de comparación para evaluar el nivel de calidad (refiriéndonos como nivel de calidad al porcentaje de producto que quedo dentro de lineamientos de calidad) en el periodo mar-abr no se aplicaron en su totalidad medidas o acciones correctivas para incrementar la eficiencia de la productividad para mejorar la calidad, el incremento en el nivel de la calidad se llevo a cabo en dos fases, en la primer fase periodo may-ago presento en un principio un incremento en el nivel de calidad pero descendiendo en el periodo jun-ago viéndose mas marcado este descenso en la calidad del producto envasado, en todo este periodo se puso a prueba el sistema de calidad dando como resultado que dentro del proceso se tenían muchas deficiencias mismas que se tenían que corregir para incrementar la eficiencia de la productividad aunado ha esto un gran problema que era la constante renovación de la plantilla laboral



ya que esto no permite tener una continuidad en la mejora y a la vez no tener personal bien capacitado, la segunda fase comprendida en el periodo sep-dic el sistema de calidad ya se había acoplado al proceso mismo que reflejo un buen resultado en el incremento significativo del nivel de calidad para el final del año.

## 11. CONCLUSIONES

- Se incremento el nivel de calidad de la tortilla, para tortilla de línea de 78% a 95% y para tortilla preenvasada de un 72% a 91% trayendo como resultado un incremento en la calidad producto.
- La variabilidad en las características de la tortilla se debe en parte a la baja de calidad de materia prima (harina de maíz), a la utilización de equipo de proceso con fallas u obsoleto y a la falta de técnicas y métodos probadas, para determinar objetivamente las características optimas de la tortilla.
- La minuciosa inspección visual de la materia prima, nos permite evaluar de manera rápida, la calidad de esta, sin necesidad de instrumentos costosos o análisis tardados, permitiéndonos dar una respuesta rápida de aceptación o rechazo del producto.
- Con la finalidad de homogeneizar el proceso, se desarrollo una tabla de formulaciones de la cual dependiendo de las características de la harina los datos se interpolan en esta dándonos una formulación especifica con base en estas características, esto con la finalidad de siempre elaborar un producto de iguales propiedades.
- Es un problema recurrente el desajuste de las maquinas (Celorio) lo que trae consigo la variación de las características físicas en el producto, pero con la finalidad de mantener constante el proceso se han fijado tiempos de mantenimiento preventivo mas seguidos lo que ha disminuido las fallas de la maquinaria en un 50%, a su vez para disminuir las fallas ocasionadas por el descuido del operador se asigno un ayudante a cada uno de ellos (operador es la persona encargada de operar la mezcladora y la maquina tortilladora) permitiéndoles de esta forma mantener un mejor control del proceso.



- Con el motivo de agilizar el proceso de envasado se ha asignado una persona que preselecciona o separa la tortilla defectuosa en el enfriador haciendo más fluido el envasado, ya que de esta forma no tienen que separar la tortilla defectuosa hasta la mesa de envasado retrasando el envasado y embalaje.
- Los métodos de análisis/evaluación empleados en la industria de la tortilla son en su mayoría sencillos y subjetivos en gran medida dependientes de la experiencia del operador. Estos métodos son prácticos y adecuados para plantas pequeñas que distribuyen productos de consumo diario en un mercado local limitado donde la demanda es mayor que la oferta. En plantas medianas y grandes que compiten con calidad en el mercado se requieren métodos más objetivos.
- Se debe tener un estricto control sobre la materia prima, ya que independientemente que no se cuente con la infraestructura necesaria para realizar pruebas microbiológicas, la propia experiencia nos instruye para poder realizar verificaciones organolépticas decisivas para el control de la calidad.
- Se determinaron los parámetros críticos en la elaboración del producto y se propusieron criterios de evaluación de los mismos, por lo cual se estableció una metodología de trabajo con la finalidad de monitorear constantemente el producto y garantizar su calidad.
- Se hicieron pruebas microbiológicas para determinar la calidad de las materias primas dando como resultado todas estar dentro de norma, las pruebas se realizaron en un laboratorio externo debido a que en la empresa no cuenta con las instalaciones adecuadas para hacer este tipo de pruebas. (Ver apéndice D)
- Se diseñaron los planos de distribución de planta, planos de instalaciones (DTI), y planos de flujo de proceso. (Ver apéndice E)



- 
- Se elaboraron manuales, formatos y programas para la evaluación de la calidad del producto.
  - Mientras la industria harinera no se comprometa ha ofrecer un producto de alta calidad la industria de la tortilla que dependa de esta, no lograra un avance significativo en el incremento de la calidad de la tortilla.
  - Sin duda alguna es fundamental y de suma importancia que en toda empresa de alimentos se cuente con un sistema de aseguramiento y control de calidad con la finalidad de garantizar un producto de alta calidad.

## 12. RECOMENDACIONES

- La capacitación del personal es fundamental para mejorar la calidad en el proceso y del producto.
- Debe existir un seguimiento constante y continuo de las actividades de aseguramiento y control de calidad con el fin de seguir hacia el aumento de eficiencia productiva.
- Mejorar la aplicación de técnicas de calidad por medio de instrumentos de medición de pruebas objetivas mas especificas.
- Aplicar un programa más constante de ajuste y reparación de la maquinaria.
- Adaptar las instalaciones para la realización de pruebas microbiológicas.
- La realización de pruebas microbiológicas al producto no son recomendables ya que el producto no se almacena, se distribuye conforme se realiza la producción, es mejor realizar pruebas microbiológicas al personal y equipo por el método del hisopado.
- La capacitación del personal siempre deberá realizarse para no disminuir ni la calidad del producto. ni afectar la eficiencia de la productividad



### 13. GLOSARIO

**Proceso:** Conjunto interrelacionado de recursos y actividades que transforman elementos de entrada en elementos de salida.

**Procedimiento:** Forma específica de desarrollar una actividad.

**Organización:** Una compañía, corporación, empresa o institución ya sea incorporada o no, pública o privada que tiene funciones y administración propia.

**Cliente:** El receptor de un producto suministrado por el proveedor

**Servicio:** Puede estar ligado con la fabricación y suministro de un producto tangible.

**Grado:** Una categoría o clasificación dada a un producto o servicio que tienen el mismo uso funcional pero diferentes requisitos para la calidad

**Inspección:** Una actividad tal como la medición, comprobación, prueba, o comparación de una o más características de un elemento y confrontar los resultados con los requisitos específicos, a fin de establecer el logro de la conformidad para cada una de estas características.

**Verificación:** Confirmación del cumplimiento de los requisitos especificados por medio del examen y aporte de evidencia objetiva.

**Requisitos para la calidad:** son una expresión o reflejo de las necesidades explícitas e implícitas del cliente, el término requisitos cubre tanto los de mercado y contractuales como los requisitos internos de una organización.

**Política de calidad:** son las directrices y objetivos generales de una organización concernientes a la calidad los cuales son formalmente expresados por la alta dirección.

**Registros o bitácoras de control:** son documentos que proveen evidencia objetiva de las actividades ejecutadas o resultados obtenidos durante la inspección o evaluación de un proceso o producto. Un registro de calidad provee evidencia objetiva de la extensión del cumplimiento a los requisitos para la calidad (registro de la calidad de un producto o proceso) o la efectividad de la operación de los elementos de un sistema de calidad (registro del sistema de calidad). Algunos de los propósitos de los registros de calidad son la demostración, la rastreabilidad y el establecimiento de acciones correctivas y preventivas.



**Rastreabilidad:** Es la habilidad para rastrear la historia, aplicación o localización de un producto por medio de identificaciones registradas, es decir nos ayuda a identificar el origen de materias primas, historia del proceso de elaboración, la distribución y localización de un producto después de la entrega.

**Acción preventiva:** es la acción tomada para eliminar las causas potenciales de no conformidades, defectos u otra situación a fin de prevenir su ocurrencia. Estas pueden involucrar cambios tanto en procedimientos como en sistemas a fin de obtener la mejora de la calidad.

**Acción correctiva:** es la acción tomada para eliminar las causas de una no conformidad, defecto u otra situación indeseable a fin de prevenir su recurrencia.

**Defecto:** Incumplimiento de un requisito de uso intencionado o de una expectativa razonable, incluyendo la concerniente a seguridad.

**Cohesividad:** Resistencia de los enlaces internos que forman el cuerpo del producto; si la Adhesividad < Cohesividad la sonda permanecerá limpia al extraerse del producto ya que este tiene la cualidad de permanecer compacto, de no romperse.

**Elasticidad:** Velocidad a la que una muestra deformada retorna a su condición inicial una vez que se le quita la fuerza aplicada.

**Adhesividad:** Trabajo necesario para superar las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de otros materiales con los que el alimento entre en contacto; si Adhesividad > Cohesividad, parte de la muestra se adherirá a la sonda.



## 14. REFERENCIAS

1. Ishikawa K., 1990, *What is the Control Total Quality ?*, ed. Prentice Hall, México
2. Grant E., Leavenworth R., 1994, *Control Estadístico de Calidad*, Ed. CECOSA, México.
3. Merino D.J., Casadeus M., Heras S.I., 2005 *Calidad Practica*, Ed. Prentice Hall, España.
4. Pulido S., 2002, *Manual de calidad total para operarios*, Ed. Limusa, México.
5. Feigenbaum A., 1997, *Control Total de la Calidad*, Ed. CECOSA, México
6. Norma Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Masa, tortillas y tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba.
7. Norma Oficial Mexicana NOM-120-SSA1-1994, Bienes y servicios. Practicas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas alcohólicas y no alcohólicas.
8. Norma Mexicana IMNC. NMX-CC-001:1995, Administración de la calidad y aseguramiento de la calidad – Vocabulario.
9. Norma Mexicana IMNC. NMX-CC-003:1995, Sistemas de calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad en diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.
10. Dra. Vidal Q. R. 1998, *Vida de anaquel de harina de maíz nixtamalizada*, Depto. Investigación de Alimentos, Universidad de Sonora.
11. Dres. Almeida H.D. y Rooney L.W. 1997. *Características de calidad de tortillas y botanas de maíz*. Cereal Quality Laboratory, Texas University.
12. Dr. Ramírez B., Ing. Miranda M., Q.B. Ledesma A., 1997, *Endurecimiento de la Tortilla de Maíz Comercial a diferentes Temperaturas de Almacenamiento*, Depto. Investigación de Alimentos, Universidad de Sonora.
13. Hernández H.A., Ayala Z.N., Durán C.B., 1996, *Determinación del efecto de la nixtamalización y la extrusión alcalina sobre el valor nutricio en tortillas de maíz*, rev. Industria alimentaria vol.18 no. 3.



14. M. en C. Blanno M.M., 1998, *Estabilizadores emulsivos en la elaboración de tortillas*, rev. Industria alimentaria vol. 20 no. 2.
15. Anónimo 1995, *Uso de enzimas para retrasar el endurecimiento de las tortillas*, Noticiero de desarrollo tecnológico en alimentos (notedec) No.4.
16. Dres. Almeida H.D. y Rooney L.W., *Avances en la manufactura y calidad de productos de maíz nixtamalizado*, Seminario Asociación Americana de Soya, septiembre 1996, México.
17. Bressani R. (1990). *Chemistry, Technolgy, and Nutritive value of Maize Tortillas*. Institute of Nutrition of Central America and Panama (INCAP).
18. Bedolla S. 1985. *Value of tortilla production*, Texas, University.
19. Paredes L.O., Saharopulos P. 1983, *A review of tortilla production technology*, Bakers digest.
20. Trejo G., Feria M., 1982, *The role of lime in the alkaline treatment of corn for tortilla preparation*, Modification of proteins: Food, nutritional and Pharmacological Aspects.
21. Arambula V.G., Barrón A.L., Gonzalez H.J., Moreno M.E., Luna B.G., 1998 *Efecto del tiempo de cocimiento y reposo del grano de maíz (Zea mayz l.) nixtamalizado, sobre las características fisicoquímicas, reológicas, estructurales y texturales del grano, masa y tortillas de maíz*. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Unidad Querétaro-México, Universidad Autónoma de Querétaro
22. Anónimo, *Evaluación de una metodología para determinar características de textura de tortilla de maíz*.
23. FAO, 2000, *Modalidades de consumo del maíz*.
24. Saldivar S., Cannet R., Bedolla S., Vargas J., 1988, *Effect of soybean and sesame addition on the nutritional value of maize and decorticated sorghum tortillas produced by extrusion cooking*, Cereal chemistry.
25. Rubio M., 1993, *La industria de la harina y la tortilla de maíz*, rev. Industria alimentaria vol.15 no.6, México.
26. Calderón C.E., 1994, *Estudio de texturogenos primarios en nixtamal masa y tortilla como base para determinación de calidad tortillera de maíz*, Informe de titulación, Universidad Motolinia A.C., México.
27. Morales P.Y., Salinas J.A., Velázquez G.A., 2002, *Análisis microbiológico de la tortilla de maíz comercial envasada*, Informe de proyecto terminal III, libro 212,1.

