

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**Aplicación de Conservadores en Panecillos para Prolongar la Vida  
de Anaquel**

Por:

**PAULINA RÍOS ANZURES**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APLICACIÓN DE CONSERVADORES EN PANECILLOS PARA PROLONGAR LA  
VIDA DE ANAQUEL

Presentada por:

**Paulina Ríos Anzures**

**Tesis**

Que somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito parcial Para  
Obtener el Título de:

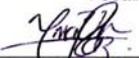
**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**APROBADA**

Presidente del jurado

  
Dr. Antonio F. Aguilera Carbó

Vocal

  
Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez

Vocal

  
Lic. Laura Olivia Fuentes L

  
Ing. José Rodolfo Peña Oranday

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Noviembre 2010

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



COORDINACIÓN DE  
CIENCIA ANIMAL

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios** por iluminar mi camino, protegerme, cuidarme, por acompañarme siempre en todo momento y por haberme dado salud y fuerzas al estar lejos de mis seres queridos y por darme el entendimiento que requería para poder terminar una carrera profesional.

**A mi Alma Mater:** Por haberme dado la oportunidad de formarme y superarme profesionalmente, por todas las enseñanzas de esta hermosa carrera.

**Al Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbo:** Por brindarme las facilidades para que se llevara a cabo este trabajo, por sus valiosas aportaciones, sugerencias y revisión de los resultados obtenidos.

**A la Lic. Laura Olivia Fuentes Lara:** Por brindarme sus conocimientos y experiencias como profesor pero más que nada como amiga.

**Al a Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez:** Por su confianza brindada y por darme la oportunidad de trabajar y aprender bajo su asesoría.

**A mis Maestros de la Carrera de I. C. T. A:** Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez, Dra. María de Lourdes Morales Caballero, QFB Carmen Julia, M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla, M.C. Xochitl Ruelas Chacón, QFB Carmen Pérez, M.C. María Hernández González.

De igual forma agradezco a **T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel** y la **T.L.Q. Diana Y Perales Aguilar** por la colaboración durante la realización del trabajo en el laboratorio y retroalimentar mis conocimientos y crear en mi el deseo de aprender y superarme, por su valioso tiempo y su amistad. Gracias por su ayuda.

## DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado para las personas que mas quiero y amo en esta vida que es mi familia, les doy las gracias por creer en mí.

### **A mis padres:**

Sr. Pablo Ríos Hernández  
Sra. Margarita Anzures Sánchez.

**A ti Papá:** Por ser la persona a quien admiro y respeto, por el apoyo incondicional que me has brindado en todo momento de mi existencia. Por tus consejos siempre los llevo en mi mente, gracias a tu esfuerzo he logrado sobresalir en la vida.

**A ti Mamá:** Por traerme a este mundo. Por ser la mujer más hermosa de mi vida, gracias por tu sacrificio, esfuerzo y desvelo y lo más valioso algo que nunca olvidare tus sabios consejos. Porque gracias a tu cariño, y confianza y por darme la oportunidad de salir adelante en todo momento, y por su apoyo incondicional.

### **A mis Hermanos:**

María Ríos Anzures, Sandra Ríos Anzures, Victoria Ríos Anzures, María de Lourdes Ríos Anzures, Virginia Ríos Anzures, Josefina Ríos Anzures, Angelina Ríos Anzures, Antonio Ríos Anzures, José Luís Ríos Anzures, Rogelio Ríos Anzures, Ing. Alfredo Torres Violante.

Por su apoyo incondicional que me han brindado en todo momento de mi vida

### **A mi hijo:**

#### **Christian Bravo Ríos**

Gracias por llenar mi vida de tantas bendiciones y mucha felicidad ya que eres mi motivación para seguir adelante.

**A mí Esposo:**

**Ing. Jeuel Bravo Roblero**

Quién ha estado en todo momento apoyándome, dándome palabras de aliento y motivación para la culminación de mis estudios de licenciatura. Y por brindarme su amor cariño, comprensión y confianza.

**A mis cuñadas:**

Sandra Yuridia Bravo Roblero, Nely Bravo Roblero que son parte de mi familia, por su apoyo y amistad.

***A mis Amigas:***

Araceli Martínez De La Torre, Blanca Rosa Martínez De La Torre. Gracias por brindarme tu amistad tan sincera.

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	II
DEDICATORIA.....	III
CONTENIDO.....	V
<u>ÍNDICE DE CUADROS</u> .....	<u>vII</u>
<u>INDICE DE FIGURAS</u> .....	<u>vIII</u>
<u>RESUMEN</u> .....	X
<u>I. INTRODUCCIÓN</u> .....	1
<u>II. OBJETIVOS</u> .....	3
<u>2.1 Objetivo general</u> .....	3
<u>2.2 Objetivos específicos</u> .....	3
<u>III. JUSTIFICACIÓN</u> .....	4
<u>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</u> .....	5
4.1 Antecedentes de los conservadores en panificación.....	5
4.2 Para iniciar esta sección definiremos que son los aditivos.....	5
4.2.1 Estos se pueden clasificar en base al efecto sobre los productos así tenemos la siguiente clasificación.....	6
4.2.1.1 Modificadores de características saborizantes organolépticas.....	6
4.2.1.2 Evasores de alteraciones químicas y biológicas .....	6
4.2.1.3 Mejoradores o correctores de las propiedades de los alimentos.....	7
4.2.1.4 Mejoradores del aspecto físico .....	8
4.3 Principales conservadores que más se utilizan en panificación .....	9
4.4 Procesos de panificación.....	12
4.5 Importancia del trigo.....	15
4.5.1 Producción de trigo nacional .....	16
4.5.1.1 Producción de trigo en México .....	16
4.5.1.2 Clasificación del trigo y usos industriales .....	17
4.6 Nopal.....	18
4.6.1 Propiedades nutricionales .....	18
4.6.1.1 Valor Nutritivo .....	19
4.6.2 Efectos fisiológicos de la ingesta diaria del nopal .....	20
4.6.3 Importancia de la adición de fibra.....	21
4.6.4 Usos y aplicaciones de la fibra de nopal .....	22
4.6.5 Fibra Dietética de la harina de nopal.....	23
4.7 Características de las harinas .....	23
4.7.1 Clasificación de las harinas .....	24
4.8 Historia de la panificación.....	24
4.8.1 Pan.....	25
4.8.2 Producción y consumo del pan .....	25
4.8.3 Envejecimiento del pan .....	26
4.8.4 Microorganismos que deterioran el pan .....	27
4.8.4.1. Los microorganismos más importantes asociados al enmohecimiento del pan son .....	28
4.9 Mantecada.....	29
4.9.1 Ingredientes requeridos para la elaboración de mantecadas de nopal .....	29

4.9.2 Características de las grasas .....	30
4.9.2.1 Función de la grasa en panificación .....	31
<u>V. MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	33
5.1 Materia prima .....	33
5.2 Materiales .....	33
5.3 Metodología experimental .....	34
5.3.1 Selección de la materia prima .....	34
5.3.2 Deshidratación del nopal y obtención de la harina .....	34
5.3.3 Elaboración de las mantecadas .....	34
5.3.4 Empacado .....	35
5.3.5 Medición de los parámetros de calidad de las mantecadas .....	35
5.3.6 Determinación gravimétrica de las mantecadas .....	35
5.3.7 Determinación de Medición de la altura de las mantecadas .....	35
5.3.8 Análisis microbiológico .....	35
5.3.9 Evaluación de la efectividad de los aditivos conservadores .....	36
<u>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	37
6.1 Resultados del peso de los panes .....	37
6.2 Resultados de la medición de la altura de los panes .....	39
6.3 Resultados del efecto de los conservadores sobre el ataque microbiano .....	41
6.3.1 Recuento de bacterias en placa .....	41
6.3.2 Recuento de hongos en placa .....	47
6.4 Discusion general .....	54
<u>VII. CONCLUSIONES</u> .....	55
<u>VII. LITERATURA CITADA</u> .....	57

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Productos de Panadería Fina (dulces, Salados, aromatizados) y Mezclas..	12
.....	12
Cuadro 2. La harina integral de trigo aporta.....	15
Cuadro 3. Composición de nopal fresco en 100 g.....	19
Cuadro 4. Análisis bromatológico de nopal en polvo (base seca).....	20
Cuadro 5. Aminoácidos % en 100 g de peso neto de Nopal. ....	20
Cuadro 6. Formulaciones de Panes .....	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Amasadora Industrial para pan..	13
Figura 2. Evaluación del peso de las unidades experimentales de cada formulación con propionato de sodio.	37
Figura 3. Evaluación del peso de las unidades experimentales de cada formulación con Benzoato de sodio.	38
Figura 4. Evaluación de la Altura de las unidades experimentales de cada formulación con Propionato de sodio.	39
Figura 5. Evaluación de la Altura de las unidades experimentales de cada formulación Benzoato de sodio.	40
Figura 6. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas sin añadir conservador.	41
Figura 7. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.2 g de propionato de sodio.	42
Figura 8. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.4 g de propionato de sodio.	42
Figura 9. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.6 g de propionato de sodio.	43
Figura 10. Grafico concentrado de la cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de control (♦), 0.2 g (■), 0.4 (▲) y 0.6 (*) g de propionato de sodio.	44
Figura 11. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.2 g de Benzoato de sodio.	45
Figura 12. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.4 g de propionato de sodio.	45
Figura 13. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.6 g de Benzoato de sodio.	46
Figura 14. Gráfico concentrado de la cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de control (♦), 0.2 g (■), 0.4 (▲) y 0.6 (*) g Benzoato de sodio.	47
Figura 15. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas sin añadir conservador.	48
Figura 16. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.2 g de propionato de sodio.	48
Figura 17. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.4 g de propionato de sodio.	49
Figura 18. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.6 g de propionato de sodio.	49
Figura 19. Gráfico concentrado de la cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de control (♦), 0.2 g (■), 0.4 (▲) y 0.6 (*) g de propionato de sodio.	50
Figura 20. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.2 benzoato de sodio.	51
Figura 21. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.4 g de propionato de sodio.	51

Figura 22. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.6 g de Benzoato de sodio..	52
Figura 23. Gráfico concentrado de la cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de control (◆), 0.2 g (■), 0.4 (▲) y 0.6 (*) g Benzoato de sodio.....	53

## RESUMEN

El presente trabajo muestra un estudio sobre la evaluación del efecto de la adición de propionato de sodio y benzoato como conservadores en la formulación de mantecadas adicionadas con harina de nopal natural y con harina integral para hotcakes. Para el presente estudio se evaluaron tres concentraciones de cada conservador siendo las siguientes 0.2 g, 0.4 g y 0.6 g. Como control se utilizó una mantecada que no llevaba ninguno de los conservadores antes mencionados.

Así como también después de hornear cada tratamiento se dejó enfriar y se almacenó a temperatura ambiente, posteriormente fueron empacados en bolsitas de celofán. Midiéndose el peso y altura de cada tratamiento.

Se realizó un análisis microbiológico utilizando agar papa dextrosa y agar nutritivo, posteriormente se hicieron las siembras por diluciones de  $10^{-5}$  para el conteo de bacterias y hongos.

Los resultados del peso de los panes los valores más favorables fueron la concentración de 0.6g con benzoato de sodio. En cuanto a la altura se observa que ninguno de los conservadores empleados ni las concentraciones que se evaluaron en la presente investigación tienen efecto negativo con respecto a la capacidad de masa para “levantar” y tener la altura adecuada para ser considerado como mantecadas. Las mejores concentraciones para la aplicación de los conservadores fue a 0.6 g por kilogramo de la formulación, siendo el mejor conservador el benzoato de sodio.

**Palabras clave:** Aditivos, aplicados en pan hecho de harina de nopal

## I. INTRODUCCIÓN

Se entiende por aditivo alimentario cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características. Esta definición no incluye “contaminantes” o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorarlas cualidades nutricionales (CODEX STAN 192-1995).

El uso de aditivos tiene que estar regulado por la ética profesional, ya que deben reportar un beneficio al alimento, ya sea mejorándolo o aumentando su vida de anaquel. Es decir, que un aditivo no debe ser usado por el sólo hecho de que existe o bien para encubrir defectos en los alimentos, deben de usarse dentro de las normas de buenas practicas de manufactura nacionales e internacionales.

Entre los diversos tipos de aditivos se pueden citar: conservadores, colorantes, potenciadores, antioxidantes, saborizantes, edulcorantes nutritivos y no nutritivos, vitaminas, aminoácidos, nucleótidos, carbohidratos, gomas, azúcares, estabilizadores, espesantes, emulsificantes, enzimas, minerales.

El pan es un alimento importante en la dieta de la población mexicana, es de los productos que se encuentran más arraigados y han prevalecido alo largo del tiempo en la preferencia del consumidor. Sim embargo este producto presenta la desventaja de tener vida corta, debido principalmente al crecimiento de hongos en la superficie del producto (De La Llave Ruisánchez, A. J. 2004).

De aquí que se aya considerado interesante estudiar la capacidad de algunos conservadores para prolongar la vida útil, de una mantecada elaborada con harina de nopal natural con harina de trigo integral para hotcakes, siendo el propósito de este estudio evaluar el efecto del propionato de sodio y benzoato.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Aplicación de propionato de sodio y benzoato para alargar la vida de anaquel del pan dulce tipo mantecada.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Establecer la concentración óptima de conservador en mantecadas.
- Determinar algunos parámetros de calidad de la mantecada.
- Evaluar microbiológicamente los tratamientos.

### **III. JUSTIFICACIÓN**

La principal causa de deterioro de los alimentos es ocasionada por la presencia de diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). El deterioro microbiano de los alimentos tiene pérdidas económicas sustanciales, tanto para los fabricantes (pérdida de materias primas y de productos elaborados antes de su comercialización, deterioro de la imagen de marca. como para distribuidores y consumidores. El estudio a desarrollar propone la utilización de propionato de sodio y benzoato para largar la vida de anaquel en pan tipo mantecada. Así mismo, también hacer la transferencia de tecnología a las pequeñas empresas para que tengan un producto que perdure mas ya que un gran numero de personas se dedican a la elaboración y venta de pan de manera artesanal o casera se ven en la necesidad de expenderlo en el momento ya que es un producto tiene una vida de anaquel muy corta y no les permite mantener su producto por un tiempo razonable para la venta al público.

## **IV. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1 Antecedentes de los conservadores en panificación.**

La elaboración de productos de panificación se remonta a los tiempos ancestrales iniciando con los primeros aditamentos para la molienda, que se llevaban a cabo por la fricción entre dos piedras, cubos de madera y un mango para golpear los granos y muy variados aditamentos, además de la utilización de piedras calientes planchas y más tarde hornos de piedra. Sin embargo, en el siglo XIX se inventa el molino de vapor; así fueron evolucionando los sistemas de panificación y se añadió una nueva fase a la elaboración del pan: la aireación de la masa; aparece un nuevo tipo de levadura y surgen técnicas mecánicas para amasar el pan; con estas mejoras la industria del pan va creciendo de manera rápida hasta como lo conocemos hoy en día. Como consecuencia del rápido aumento de la población, la producción de alimentos pasó de una escala de limitada distribución a una escala industrial y de amplia distribución, por lo que hicieron su aparición los aditivos alimentarios, los cuales se fueron introduciendo más y más, convirtiéndose en productos con los que se trataba de “mejorar” la apariencia del producto para hacerlo más atractivo al consumidor (Buitrón Peralta, 2006).

### **4.2 Para iniciar esta sección definiremos que son los aditivos**

Se entiende por aditivo alimentario cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte o pueda preverse razonablemente que resulte (directa o indirectamente) por sí o sus subproductos, en un componente del alimento o un elemento que afecte a sus características. Esta definición no incluye “contaminantes” o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorarlas cualidades nutricionales (CODEX STAN 192-1995).

**4.2.1 Estos se pueden clasificar en base al efecto sobre los productos así tenemos la siguiente clasificación.**

#### **4.2.1.1 Modificadores de características saborizantes organolépticas**

**Colorantes.** Son sustancias elaboradas por procesos químicos (sintéticos), o por extracción y separación de fuentes animales, vegetales o minerales (naturales), que al ser añadidas, proporcionan atracción visual, reforzando el color característico del producto terminado o variando el color inicial con la finalidad de hacerlo más atractivo( Buitrón Peralta, 2006).

**Edulcorantes.** Son aquellos utilizados para dar sabor dulce a los alimentos y se pueden clasificar en naturales y artificiales. Los naturales se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza como componentes propios de algunos vegetales y frutos, de donde pueden ser extraíbles por procesos de solución y cristalización y están constituidos por monosacáridos disacáridos, y polisacáridos como la glucosa, sacarosa, lactosa. Los artificiales o sintéticos, se utilizan para reforzar el sabor dulce en los alimentos como complemento de los naturales o por sí solos, ya que poseen un fuerte sabor dulce a concentraciones muy bajas. Como ejemplo de edulcorantes artificiales se puede mencionar al acesulfame K, espártame y muy recientemente la sucralosa, todos ellos aplicados en productos bajos en calorías.

#### **4.2.1.2 Evasores de alteraciones químicas y biológicas**

**Conservadores.** Se definen como conservadores a las sustancias químicas que al ser añadidas intencionalmente al alimento, tienden a prevenir o retardar el deterioro causado a los alimentos por microorganismos, en esta clasificación se prefiere excluir el azúcar, alcohol, vinagre y especias, a pesar de que se han usado desde la antigüedad para este fin, tal vez porque su función sea más importante

respecto al sabor que imparten. No se consideran a los antioxidantes, ya que estos se consideran como factores de control de reacciones químicas y no de control microbiológico. También se excluyen plaguicidas ya que estos son agentes que no se añaden intencionalmente, siendo entonces contaminantes si es que se encuentran presentes en alimentos. Un conservador ideal sería aquel que inhibe hongos, levaduras y bacterias, que no sea tóxico para el ser humano, fácilmente biotransformable por el hígado, no acumulable en el medio ambiente, o en organismos vivos, soluble en agua, estable, que no imparta sabor, ni olor y que sea de bajo costo. Es por demás mencionar que tal compuesto no existe; sin embargo, hay que recordar que el uso de conservadores no debe de ser un sustituto de las "Buenas Prácticas de Manufactura", no deben ser usados para ocultar los defectos de proceso o hacer pasar por buenos, alimentos descompuestos.

**Antioxidantes.** Son utilizados para alargar la vida de anaquel del producto en cuanto estabilidad ante la oxidación de las grasas que contienen las masas para la elaboración del pan con la finalidad de evitar el enranciamiento. Cabe aclarar que su poder antioxidante no es permanente, sin embargo alargará significativamente el período de iniciación de la oxidación, la cual se inicia por compuestos catalizadores como trazas de metales, luz, temperatura, exposición prolongada al oxígeno, entre otros factores. Como ejemplos se puede mencionar al Butil Hidroxianisol (BHA), Butil Hidroxitolueno (BHT), y al Terbutil hidroxiquinona.

#### **4.2.1.3 Mejoradores o correctores de las propiedades de los alimentos**

**Reguladores de pH.** Son los productos acidulantes, alcalinizantes y neutralizantes que se añaden en conjunto con sus respectivas sales con la finalidad de controlar su acidez, neutralidad o alcalinidad. En panificación, aquellos reguladores de pH ácidos, son utilizados para disminuir el pH del sistema y de esta manera inhibir el crecimiento de la bacteria *Bacillus subtilis*, la cual es la causante de panes filamentosos (Buitrón Peralta, 2006).

**Gasificantes.** Son aquellos productos que se usan como sustitutos de levadura para la producción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), para incrementar el volumen de la pieza de pan antes de terminada la cocción y básicamente contienen un compuesto ácido y otro alcalino. Se les conoce mejor como polvos de hornear, existen varios tipos en el mercado dependiendo de la etapa del proceso en el cual se quiera obtener la mayor cantidad de CO<sub>2</sub>.

**Leudantes.** Es el producto obtenido por proliferación de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, de fermentación alta en medios azucarados como la melaza. Se puede manejar prensada, húmeda o deshidratada y se emplea en la panificación para favorecer la formación de CO<sub>2</sub>.

#### **4.2.1. 4 Mejoradores del aspecto físico**

**Emulsificantes.** Son sustancias que permiten la formación y estabilización de la dispersión de dos o más sustancias que no son miscibles y se les hace referencia con varios nombres como surfactantes, suavizantes de corteza, agentes antiendurecimiento y acondicionadores de masa. Los emulsificantes producen suavidad a las masas facilitando. Su trabajo en las máquinas amasadoras, suavizan la miga dando textura más uniforme y mayor volumen al producto final, ayudan a retener mejor el gas obtenido de la fermentación por leudantes o gasificantes (CO<sub>2</sub>) y finalmente ayudan a incorporar de manera uniforme a las grasas y a los líquidos de la formulación evitando la separación de los mismos aún y cuando las masas o batidos permanezcan por algún tiempo en reposo.

**Humectantes.** Son productos que ayudan a retener el agua de los alimentos evitando su endurecimiento tales como sorbitol, glicerina y triacetina.

**Antiaglomerantes.** Son aquellas sustancias que impiden la aglutinación o coagulación de los productos terminados tales como carbonato de calcio, silicatos de

sodio y calcio, dióxido de silicio, etc. Estos productos son ampliamente utilizados en las harinas preparadas y productos que se venden en polvo como el azúcar glass.

**Antiespumantes.** Son sustancias o mezclas de sustancias que se adicionan durante la elaboración de los alimentos o bebidas para disminuir la formación de espuma. Actúan aumentando la tensión superficial, haciendo que las espumas sean inestables y difíciles de crear. Como ejemplo de antiespumantes se pueden mencionar a los estearatos de aluminio y amonio y al dimetil-polisiloxano.

**Espesantes y Gelificantes.** Se tienen principalmente las gomas naturales o hidrocoloides, las cuales son polisacáridos y proteínas que se usan mucho actualmente, en soluciones acuosas, estabilizando espumas, emulsiones, dispersiones y que controlan el tamaño del cristal de azúcar y del hielo; también controlan la liberación del sabor. Existe una gran variedad de hidrocoloides, de los cuales sólo hablaremos de los más utilizados en la industria de la panificación.

#### **4.3 Principales conservadores que más se utilizan en panificación**

Existen antimicrobianos, naturales y químicos. Los antimicrobianos más empleados en panificación son los químicos; ejemplos de estos los Ipropionatos de calcio y potasio, benzoatos, parabenos y sorbatos. Entre otros (Web 1).

**Propionatos.** Fueron los primeros ácido grasos monocarboxílicos usados como agentes antimicrobianos en alimentos. Su acción principal es contra hongos, pero no se recomiendan para levaduras o bacterias. Sin embargo, se usan para evitar descomposición de panadería por *Bacillus subtilis* o *B. mesentericus* ("rope"). Se usan también en quesos procesados y en alimentos para ganado. Se encuentra en forma natural en el queso suizo. Los propionatos pueden ser fácilmente biotransformado por el organismo por ser un ácido graso (Jacobson, 1972). Se considera "GRAS", no tiene límite superior de uso excepto, 0.32% en harina o pan; 0.38% en productos de trigo y 0.3% en quesos. Los propionatos de Ca y Na son

equivalentes en su acción, pero la sal de Ca se usa en pan por razones de enriquecimiento. Sin embargo, hay que tener cuidado de usar la sal de Na en productos que utilizan carbonato o bicarbonato como sustitutos de levaduras, ya que el Ca interfiere en la acción de esponjado (Web 1).

**Benzoatos.** Son las sales del ácido benzoico; se encuentran naturalmente en arándanos, ciruela pasa, clavo y canela. El pH óptimo para tener actividad antimicrobiana es de 2.5 a 4.0 Su uso se orienta a los alimentos ácidos como: jugos, encurtidos, cerezas, margarinas, aderezos, etc. Están reconocidos como "GRAS" utilizándose a niveles de 0.1 a 0.3%, además son de bajo costo (Web 1).

**Parabenos.** Es un nombre genérico dado a los alquil ésteres del ácido parahidroxibenzoico, relacionados estructuralmente al ácido benzoico. La acción antimicrobiana de los parabenos fue descubierta en 1924. Estos son versátiles en su uso debido al grupo alquil. Además, la molécula se mantiene activa en un amplio rango de pH. La acción antimicrobiana es directamente proporcional a la longitud de la cadena pero la solubilidad decrece al aumentar ésta. Comúnmente se emplean como una mezcla de ellos mismos (Ésteres de metilo y los de propilo).

Por otro lado, se ha demostrado que pueden ser inhibidores del crecimiento del *Cl. botulium*, así como inhibir la formación de su toxina (Robach, y Piederson, 1978). Generalmente los parabenos son más activos contra levaduras y hongos y menos efectivos contra bacterias Gram negativas. Son más caros que otros aditivos, además de tener una baja solubilidad en agua (solubilidad 0.25% para metil Ester). Metil y propil Ester son considerados como GRAS recomendándose un nivel de 0.1% en alimentos; se usan en relleno de pasteles, refrescos, jugos, aderezos, ensaladas, jaleas con edulcorantes artificiales, mientras que el Ester de heptilo se usa en cerveza a 12 mg/kg. La concentración normal de uso es de 0.1%. Sin embargo, esta concentración también puede ejercer un efecto de anestesia local. Adicionalmente se puede considerar como vasodilatadores y espasmolíticos. Entre ratas la dosis de 1 a 1.5 g/Kg. vía oral la toleran pero se retrasa su crecimiento.

**Sorbatos.** Pertenecen a los ácidos grasos monocarboxílicos, siendo el ácido y la sal de potasio los más usados. El ácido es ligeramente más soluble que la sal de potasio (139 g/100 ml) su uso fue patentado en 1945 para ser aplicado como fungicida en alimentos y empaques. Se han usado por tradición contra levaduras y hongos, pero también pueden ser usados para controlar *Clostridium botulium*, *Stafilococcus aureus* y *Salmonella*, lo que ha dado lugar a una serie de investigaciones para sustituir nitratos o nitritos en productos cárnicos curados (pollos, tocino, salchichas, etc.). Otros alimentos en que se ha explorado su uso son pescados, alimentos para ganado, panadería, vegetales frescos, etc. Puede también ser empleado en el hielo para evitar contaminaciones por microorganismos, recomendándose una concentración del 0.2%. También se han usado soluciones al 5% en agua donde se sumergen pollos, prolongando así el tiempo de permanencia de estos en el almacén, paralelamente inhibiendo *Salmonella*, *Stafilococcus aureus* y *E. coli*, este procedimiento puede ser útil también para conservar pavos. Tienen actividad hasta un pH 6.5. Se usan en queso cottage, panadería, bebidas, jarabes, jugos, vino, jaleas mermeladas, aderezos para ensalada, encurtidos, margarina y embutidos secos. Actualmente, se están empleando como conservador de ciruela pasa, higo, aceituna, jugos (naranja, limón y manzana). También se usan para conservar la cosecha de cítricos, pimienta, apio, fresa, etc. Paralelamente se está intentando su uso en forma de aspersion sobre pan, para inhibir el crecimiento de hongos; se han aplicado con éxito en tortillas de maíz, en donde la vida de anaquel se ha aumentado de 3 a 21 días a temperatura ambiente. Se encuentran naturalmente en la fruta del trueno. Se consideran "GRAS"; representan en la realidad un riesgo mínimo a la salud humana ya que se biotransforman a CO<sub>2</sub>, agua y energía. Su desventaja es su costo, pero se usan en menor cantidad que otros aditivos (web 2)

**Sorbato de potasio.** Tiene apariencia blanca, y se comercializa en forma de polvo, gránulos, suspensiones y soluciones. Su solubilidad en agua es del 58% de agua a 20°C (Sofos. 1989).

La aplicación más común del sorbato de potasio es como inhibidor de mohos, sin embargo para lograr esta actividad es necesario una concentración mínima de 0.001%, la cual debe incrementar conforme lo hace el Ph del producto; además su efectividad varía según la especie de sustrato y otros factores es el grado de inhibición que se llega alcanzar (Sofos, 1989).

**Cuadro 1. Productos de Panadería Fina (dulces, Salados, aromatizados) y Mezclas.**

<b>Aditivo</b>	<b>Dosis Máxima mg/kg</b>
Acesulfame de Potasio	1000
Aspartamo	1700
Carotenos, Beta, (vegetales)	1000
Ciclamatos	1600
Polisorbatos	3000
Riboflavininas	3000
Sacarinas	170
Sulfitos	50
Aceite Mineral de Alta Viscosidad	3000
Benzoatos	1000
Butilhidroxianisol	200
Butilhidroxitolueno	200
Esteres de Ascorbilo	1000
Esteres de Propilenglicol de ácidos grasos	15000
Propionatos	1000

Fuente: CODEX STAN 192-1995.

**4.4 Procesos de panificación**

Con las particularidades propias de cada sistema de elaboración y de cada tipo de pan, el proceso de elaboración consta de las siguientes etapas (Quaglia, 1991; Guinet y Godon, 1996).

**Amasado.** Los objetivos son lograr la mezcla íntima de los distintos ingredientes y conseguir, por medio del trabajo físico del amasado, las características plásticas de la masa así como su perfecta oxigenación. El amasado se realiza en máquinas denominadas amasadoras, que constan de una artesa móvil donde se colocan los ingredientes y de un elemento amasador cuyo diseño determina en cierto modo los distintos tipos de amasadoras.



Figura 1. Amasadora Industrial para pan

Fuente: <http://www.porticodemexico.com.mx/panaderia/batidoras.htm>

**División y pesado.** Su objetivo es dar a las piezas el peso justo. Si se trata de piezas grandes se suelen pesar a mano. Si se trata de piezas pequeñas se puede utilizar una divisora hidráulica, pesando a mano un fragmento de masa múltiplo del número de piezas que da la divisora. En las grandes panificadoras donde el rendimiento horario oscila entre las 1000 y 5000 piezas se suele recurrir a las divisoras volumétricas continuas.

**Heñido o boleado.** Consiste en dar forma de bola al fragmento de masa y su objetivo es reconstruir la estructura de la masa tras la división. Puede realizarse a mano, si la baja producción o el tipo de pan así lo aconsejan. O puede realizarse mecánicamente por medio de boleadoras siendo las más frecuentes las formadas por un cono truncado giratorio.

**Reposo.** Su objetivo es dejar descansar la masa para que se recupere de la degasificación sufrida durante la división y boleado. Esta etapa puede ser llevada a cabo a temperatura ambiente en el propio operario o por las denominadas cámaras de bolsas, en las que se controlan la temperatura y el tiempo de permanencia en la misma.

**Formado.** Su objetivo es dar la forma que corresponde a cada tipo de pan. Si la pieza es redonda, el resultado del boleado proporciona ya dicha forma. Si la pieza es grande o tiene un formato especial suele realizarse a mano. Si se trata de barras, que a menudo suponen más del 85% de la producción de una panadería, se realiza por medio de máquinas formadoras de barras en las que dos rodillos que giran en sentido contrario aplastan el fragmento de masa y lo enrollan sobre si mismo con ayuda de una tela fija y otra móvil.

**Fermentación.** Consiste básicamente en una fermentación alcohólica llevada a cabo por levaduras que transforman los azúcares fermentables en etanol, CO<sub>2</sub> y algunos productos secundarios. En el caso de utilizar levadura de masa se producen en menor medida otras fermentaciones llevadas a cabo por bacterias. Los objetivos de la fermentación son la formación de CO<sub>2</sub> para que al ser retenido por la masa ésta se esponje, y mejorar el sabor del pan como consecuencia de las transformaciones que sufren los componentes de la harina. En un sentido amplio la fermentación se produce durante todo el tiempo que transcurre desde que se han mezclado todos los ingredientes hasta que la masa ya dentro del horno alcanza unos 50 °C en su interior.

**Horneado.** El proceso de cocción de las piezas de masa consiste en una serie de transformaciones de tipo físico, químico y bioquímico, que permite obtener al final del mismo un producto comestible y de excelentes características organolépticas y nutritivas. La temperatura del horno y la duración de la cocción varían según el tamaño y tipo de pan. La temperatura oscila entre 220 a 275 °C, la duración.

45-50 min. Pan de 2000 g

30-40 min. Pan de 900 g

20-30 min. Pan de 500 g

13-18 min. Pan más pequeño

El objetivo del horneado es cocer la masa, transformarla en un producto apetitoso y digerible. La temperatura adecuada para la cocción del pan es de 190 y 270 °C.

#### 4.5 Importancia del trigo

Dentro de una dieta balanceada debe existir los cinco grupos alimenticios: carnes, verduras, frutas, leche y cereales. Estos últimos aportan el 85% de los carbohidratos ingeridos, además de muchos de los minerales, proteínas y vitaminas necesarios para el buen funcionamiento del organismo (SIAP, SAGARPA 2005).

En México, el maíz y el trigo son los cereales más consumidos, tanto en forma directa como forma indirecta como en productos que los contienen. En los últimos años la demanda de trigo se ha incrementado debido a la producción de pan y tortillas y cereales para desayuno, entre otros. De acuerdo a su volumen de producción de trigo ocupa el segundo lugar en el mundo después del maíz, aunque en consumo humano es el que tiene mayor relevancia (SIAP SAGARPA, 2005).

Su importancia es tal, que este cereal constituye la base de la alimentación de aproximadamente el 35% de la población mundial, al mismo tiempo que proporciona la mayor cantidad de proteínas y calorías en la dieta mundial, que cualquier otro grano (SIEA SAGARPA, 2005).

**Cuadro 2. La harina integral de trigo aporta:**

<b>Propiedades</b>	<b>Harina Integral (95-100%)</b>
Humedad (%)	13-14
Proteína (N x 5.7) (%)	10-15
Grasa (%)	1.5-2.5
Hidratos de Carbono (%)	60-68
Fibra (%)	1.8-2.5
Cenizas (%)	1.2-2.0
Calcio (mg Ca/100g)	30
Hierro (mg Fe/100g)	2.5
Vitamina B1 (mg/100 g)	0.40
Ácido nicotínico (mg/100 g)	6

Fuente: Evaluación de la harina de la nopal natural (*opuntia spp*) con Harina integral de trigo para la evaluación de pan bajo en Kilocalorías (Villareal 2005).

#### **4.5.1 Producción de trigo nacional**

En el periodo 1996 - 2006, la producción nacional de trigo grano, registró una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) negativa, equivalente a 0.4% y en promedio en dicho periodo se produjeron 3.13 millones de toneladas, siendo los años 2003 y 2004 los que registraron la menor producción, ubicándose en 2.72 y 2.32 millones de toneladas respectivamente. La menor producción observada en 2004 (394 mil toneladas), obedeció a una menor superficie sembrada (-14%) en comparación con 2003, tal situación obedeció principalmente a la escasez de agua que se registró en Sonora, principal estado productor, quien disminuyó su participación de superficie sembrada en un 59% con respecto de 2003, al pasar de 251,335 has a tan sólo 104,268 has, lo que repercutió en la producción obtenida, misma que observó un decremento de 56%.

##### **4.5.1.1 Producción de trigo en México**

A pesar de que México no es un productor importante en trigo en el mundo, este producto es realmente significativo para la dieta de la población nacional por lo que su producción y comercialización si resulta de gran importancia en el ámbito nacional por y benéfica de manera directa e indirecta ramas de la industria, pues al ser un producto cuyos derivados son tan variados existen diversas industrias que procesan ya sea para consumo humano o animal.

Según la secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación, las proyecciones de producción de trigo en México para el año 2005 fueron de 204,265 toneladas, para el 2006 se esperaba una cosecha de 215,980 toneladas y para el 2007 se esperaba una producción de 222,153 toneladas. De los estados de la republica lideres en cosecha de trigo destacan Traxcala, México, Puebla, Oaxaca, Guanajuato y Jalisco como los principales productores, aportando el 60% de la producción nacional (SIEA, SAGARPA, 2006).

En la mayoría de las formulaciones de pan se emplea harina de trigo debido a que este cereal contiene propiedades únicas a los productos de panificación. La variedad de trigo que se utiliza para la molienda y obtención de harina es *Triticum vulgare*.

#### **4.5.1.2 Clasificación del trigo y usos industriales**

##### **Harina**

La harina en el proceso de panificación, es un sistema bastante complejo no solo por la acción de las proteínas, sino también, por las múltiples interacciones que ocurren entre sus componentes. Sus proteínas principales son la glutenina y la gliadina, estas aparecen en cantidades similares en la harina de trigo. Dichas proteínas son activadas al agregar agua y al iniciar el proceso de amasado. Es al mezclar la harina con el agua cuando se forma el gluten el cual es indispensable para la formación de la estructura esponjosa. Mientras se lleva a cabo el mezclado, las proteínas se hidratan y dan lugar a una estructura elástica llamado gluten. La naturaleza elástica del gluten mantiene unida toda la estructura (Jenkins, 1975).

El carbohidrato más importante de la harina de trigo es el almidón, en general la presencia de almidón no es factor determinante en la calidad de la harina, sin embargo la presencia de almidón si influye en las características de la masa durante el mezclado.

La mayor parte del contenido mineral que se puede encontrar en la harina de trigo, proviene de la aleurona del grano del trigo. En general el contenido de minerales en la harina varía entre 0.3-1% dependiendo del grado de extracción de la harina y de la temporada de cosecha del grano (Matz, 1972).

Como la mayor parte de los cereales, la harina de trigo contiene cantidades importantes de vitamina B, sin embargo, no posee vitamina C ni vitamina D. También contiene carotenoides y los aceites provenientes del germen son ricos en vitamina E.

## **4.6 Nopal**

El nopal verdura ha sido uno de los alimentos tradicionales del pueblo mexicano, en la actualidad la demanda se ha incrementado sobre todo en las grandes ciudades. Esto ha provocado un incremento en la superficie dedicada a su cultivo y existe la tendencia a incrementar la extensión de este cultivo a nivel mundial (Nerd et al; 1989). Actualmente, México ocupa el primer lugar en términos de superficie cultivada, producción y consumo de tuna y nopal verdura (Mondragón 1992, flores y Gallegos 1993, y Pimienta 1994). Los sistemas de producción en México han ido evolucionando históricamente desde el aprovechamiento de nopaleras silvestres, pasando a huertos familiares hasta el desarrollo de las plantaciones en sistemas intensivos de producción (Flores, 1992). En México existe una superficie aproximada de 10000 ha de plantaciones especializadas en nopal verdura (Flores, 1999 y Vázquez, 1999). La región nopalera de la delegación Milpa Alta, D.F. es la más importante por su extensión.

### **4.6.1 Propiedades nutricionales**

La principal aplicación de los nopales es como alimento en diversas formas. Sin embargo, los nopales no constituyen en sí un alimento completo, forman parte, al igual que otras verduras, del menú cotidiano de muchas familias de escasos recursos, sobre todo en las zonas áridas y semiáridas de México. Dentro de la composición química del nopal, se debe mencionar inicialmente el alto contenido de agua, que es del orden del 90 al 92.5 %. Entre los minerales que contiene, los principales son el calcio y el potasio además del sílice, sodio y pequeñas cantidades de hierro, aluminio, y magnesio, entre algunos otros (El nopal es considerado como una buena fuente de calcio, ya que en 100 g de hay cerca de 80 mg de este mineral). El nopal contiene, también, en varias proporciones, diferentes glúcidos o carbohidratos y componentes nitrogenados. El nopal es rico en fibras, vitaminas (A, B, B2, C y K), riboflavina, vitamina B6, clorofila y proteínas. En lo que respecta al

valor nutricional del nopal, se puede decir que en 1 taza de nopales crudos (86 g aproximadamente) hay 2.9 g de hidratos de carbono y 1.1 g de proteína y solamente 17 kcal. Pero su principal atractivo es que contiene una gran cantidad de fibra dietética (Soluble e insoluble, con una relación 30/70 entre ambas): 2g por taza.

#### 4.6.1.1 Valor Nutritivo

Un factor importante a considerar en todos los productos alimenticios es el valor nutritivo que aportan a quien los consume. A continuación se muestran los cuadros en cuanto a la composición química a partir de un análisis bromatológico, análisis proximal y aminoácido.

**Cuadro 3. Composición de nopal fresco en 100 g.**

<b>Concepto</b>	<b>Contenido</b>
Porción Comestible	78.00
Energía (Kcal)	27.00
Proteína (g)	1.70
Grasas (g)	0.30
Carbohidratos (g)	5.60
Calcio (mg)	93.00
Hierro (mg)	1.60
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.03
Ascórbico (mg)	8.00

Fuente: <http://www.giga.com/~mag/Tratado%20Nopal.htm#Tax>

**Cuadro N° 4. Análisis bromatológico de nopal en polvo (base seca).**

Determinación	Método	Resultado
Humedad	Gravimétrico	5.63%
Materia Seca	Diferencia	94.37%
Cenizas	Gravimétrico	24.07%
Extracto Etéreo	Goldfisch	2.04%
Fibra cruda	Weende	10.67%
Proteína	Kjeldhal	7.53%
E.L.N.	Diferencia	50.06%

Fuente: <http://www.giga.com/~mag/Tratado%20Nopal.htm#Tax>

**Cuadro 5. Aminoácidos % en 100 g de peso neto de Nopal.**

Aminoácido	Contenido
Lisina	4.00
Isoleucina	4.00
Treonina	4.80
Valina	3.80
Leucina	5.20
Triptófano	0.80
Metionina	0,70
Fenilalanina	5.40

Fuente: <http://www.giga.com/~mag/Tratado%20Nopal.htm#Tax>

**4.6.2 Efectos fisiológicos de la ingesta diaria del nopal**

A pesar de que el nopal es un alimento con un alto grado de humedad, su contenido de fibra en base seca es muy importante ya que su contenido como fibra dietética total es mayor al 20% guardando una relación 30 a 70 de fibra soluble a insoluble. Ante esto y su fácil preparación para el consumo humano se pueden desarrollar alimentos ricos en fibra como los mencionados en el párrafo anterior, ya que se han comprobado los beneficios que ocasiona su consumo por medio de investigaciones que relacionan el consumo de fibra y la disminución de padecimientos como cáncer de colon, arterosclerosis, diabetes entre otros.

No obstante, es importante estudiar el comportamiento fisiológico de la fibra del nopal crudo, dado que existe la tendencia cada vez mas pronunciada desde hace algunos años, de ingerirle en jugo, mezclado con otras frutas y verduras con fines dietéticos para disminuir de peso (Elvia 2003).

#### **4.6.3 Importancia de la adición de fibra**

En la actualidad se les hace saber a los consumidores que la fibra es de los principales componentes de los alimentos y ayuda a tener una buena digestión por fomentar el movimiento peristáltico además de prevenir o disminuir diversos desordenes metabólicos y gastrointestinales (Dreher,1987).

El término fibra cruda hace referencia a lo que hoy se le conoce como fibra dietética o alimentaría, la cual incluye pectinas, gomas y mucílagos, entre otras. La fibra se clasifica de acuerdo a sus propiedades físicas: la fibra soluble (pectinas, y mucílagos, algunas hemicelulosas) y la fibra insoluble (lignina, celulosa, la mayoría de las hemicelulosas). La soluble es altamente fermentable y se asocia con el metabolismo de carbohidratos y lípidos, mientras que la insoluble acelera el tránsito intestinal.

En el caso de la fibra no se puede hablar de cantidades que se deban ingerir diariamente, por lo que solo se recomienda una dosis de 25 a 30 g diarios para adultos o bien 10 g por cada 1000 cal. En estudios realizados en la universidad de Cambridge en personas vegetarianas se determinó un rango de 6 a 87g de fibra al día (García, 1990).

La fibra dietética se compone de fibra soluble e insoluble y proporciona numerosos y grandes beneficios a la salud. Permite la proliferación de flora bacteriana, como son las bacterias bífidas, bacterias acido lácticas y bacilos en el colon, aumenta la tolerancia gastrointestinal disminuye el nivel de colesterol, favorece la formación de ácidos grasos de cadena corta, regula el transito en el tracto digestivo y mejora la absorción de micronutrientes como hierro y calcio. Para

personas con problema de obesidad es recomendada debido a que calma el hambre, a mayor volumen de fibra ingerida da la sensación de saciedad y disminuye un poco la energía aprovechable (menos de 100 kcal.), en parte debido a que aumenta la excreción de grasa en las heces, y a la vez, tiene un efecto controlable en la presión arterial (García, 1990).

Ya se menciona que la fibra regula el tránsito intestinal, pero además facilita y aumenta el volumen y peso de las heces, lo cual sirve de estímulo al intestino. El mayor peso de las heces se debe a la capacidad de absorber agua que tiene la fibra y al gran número de bacterias que se desarrollan en ella. Estudios recientes muestran que la fibra dietética juega el papel protector contra cáncer de colon al acelerar el tránsito digestivo y disminuir así el tiempo de contacto de las posibles sustancias cancerígenas que llevan los alimentos con la mucosa intestinal (López y Mingo, 2003).

#### **4.6.4 Usos y aplicaciones de la fibra de nopal**

Por su fibra como componente principal al ser consumido absorbe grasas, azúcares, mismas que son eliminadas junto con la fibra. La verdura en fresco es utilizada para salmuera o escabeche para el consumo humano. Además es base para dulces cristalizados, mermeladas y jaleas. Materias primas para la industria de cosméticos, artículos de tocador, shampoo, jabón y cremas. Elemento decorativo como planta de ornato y base para obtención de pigmentos de uso múltiple. Combustible y aclarador de agua. En los tradicionales usos medicinales comprobadas propiedades terapéuticas en la medicina naturista, usada como cataplasma para golpes, contusiones, hinchazones, quemaduras, como analgésico, diurético y antiespasmódico. En extractos o polvo de nopal deshidratado como auxiliar para tratamiento para la diabetes, hiperlipidemias y para disminuir peso corporal, cuando se ingiere previamente a los alimentos tales como pan, galletas, pasteles, pastas, etc (Elvia 2003).

#### **4.6.5 Fibra Dietética de la harina de nopal**

Se han hecho estudios acerca de la obtención y caracterización de la harina a partir de los cladodios del nopal, en donde se ha demostrado que contienen un elevado de fibra dietética (Sáenz y Col. 1995) por lo que podría ser una interesante fuente de enriquecimiento para los alimentos, incorporándola como polvo. En los alimentos sólidos como tortillas (Tesis de Elvia 2003), semisólidos o suspensiones.

La fibra dietética del nopal es empleada para la elaboración de bebidas de autoconsumo (Ideal, 2001).

La fibra de nopal es un factor coagulante para disminuir riesgos de desarrollo de enfermedades crónicas no trasmisibles (Sáenz y col., 1995).

#### **4.7 Características de las harinas**

**Color:** según el tipo de harina debe variar entre blanco y crema.

**Extracción:** se obtiene después del proceso de molienda. Por cada 100 kg de trigo se obtiene entre 72 a 76 kg de harina.

**Fuerza:** Capacidad que posee la harina para generar productos de buena calidad.

**Tolerancia:** Es el tiempo transcurrido de la fermentación sin que la mas sufra un deterioro notable.

**Maduración:** Grado de reposo al que fue sometida.

**Absorción:** Capacidad de la absorción de agua, las harinas con alto contenido proteico, absorbe mayor cantidad de agua.

**Enriquecimiento:** la adición de vitaminas y minerales.

#### 4.7.1 Clasificación de las harinas

**Harinas duras:** Poseen alto contenido de proteínas y son empleadas para panificación.

**Harinas suaves:** Poseen bajo contenido de proteínas se emplean para galletería.

**Harinas integrales:** para elaborarlas se utiliza todo el grano de trigo incluyendo el endospermo del trigo.

#### 4.8 Historia de la panificación

El pan constituye la base de la alimentación desde 7000 a 8000 años (Bourgeois y Larpent, 1995). Al principio era una pasta plana, fermentada, elaborada con una masa de granos machacados groseramente y cocida, muy probablemente sobre piedras planas calientes. Fue en Egipto donde apareció el primer pan fermentado cuando se observó que la masa elaborada el día anterior producía burbujas de aire y aumentaba su volumen, y que añadida a la masa de harina nueva, daba un pan más ligero y de mejor gusto. Existen bajorrelieves egipcios (3000 años a. de J.C.) sobre la fabricación de pan y cerveza, que sugieren que fue en la civilización egipcia donde se utilizaron por primera vez los métodos bioquímicos o bien biotecnológicos de la elaboración de alimentos fermentados (Alexandre, 1996).

Los galos, después de plinio, utilizaron la espuma de la cerveza para elaborar pan. Esta técnica fue olvidada y descubierta en el siglo XVII convirtiéndose en práctica habitual en Europa en 1800 (Fellows, 1993; Bourgeois y Larpent, 1995). Durante los siglos XIX Y XX los oficios familiares dan paso (ala es la extremidad superior de las aves) a la construcción de fabricas que incrementan la capacidad de producción de alimentos básicos, entre ellos el pan y los productos de panadería,

llegándose en nuestros días a dos tendencias hasta cierto punto contrapuestas. Por un lado los cambios en el estilo de vida y la difusión de los congeladores y de los hornos de microondas han conllevado un aumento de la demanda de alimento entre ellos el pan.

**Cuadro 6. Formulaciones de Panes.**

<b>Ingredientes</b>	<b>Fórmula 1</b>	<b>Fórmula 2</b>	<b>Fórmula 3</b>
Harina de trigo (g)	750	500	500
Almidón de yuca (g)	0	200	250
Queso llanero (g)	250	250	250
Azúcar (g)	100	100	100
Margarina(g)	75	75	75
Levadura(g)	3	3	3
Sal(g)	15	15	15
Agua (ml)	350	350	350
Albúmina de huevo	0	30	0

Fuente: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/469/46934205.pdf>

#### **4.8.1 Pan**

El pan según la norma oficial mexicana es un a alimento estable que se elabora con harina de trigo como ingrediente principal el cual se agrega un medio líquido y levadura. (NMX-F-516-1992).

El pan es un producto alimenticio cocido por horneado de la masa fermentada, elaborada con harina de trigo, agua potable, sal yodada, azúcar, levadura, ingredientes opcionales y aditivos alimentarios permitidos por la secretaria de salud (Colpos, 2006).

#### **4.8.2 Producción y consumo del pan**

Como todos los alimentos que provienen de los cereales, el pan se consume principalmente como una fuente de bajo costo. El pan contiene alrededor de 40 a 45 por ciento de hidratos de carbono disponibles y tiene un valor energético de 900 a 100 KJ/g. Debido al hecho de que se consumen cantidades considerables de pan, sus otros constituyentes contribuyen también en forma notable a la diaria ingestión de nutrientes. El pan contiene de 8 a 9 por ciento de proteínas y cantidades significativas de minerales y vitaminas. (Brian, 1999).

#### **4.8.3 Envejecimiento Del pan**

Se le nombra envejecimiento a todos los procesos que ocurren durante el almacenamiento del pan, excepto los cambios y deterioros provocados por microorganismos. Dentro de estos procesos se encuentra la pérdida o ganancia de humedad y los cambios en la estructura del producto. Estos procesos son causados por la asociación gradual de las moléculas de almidón durante el almacenamiento; la amilopectina permanece en los gránulos de almidón después de la gelatinización y retrograda más lentamente que la amilosa; al mismo tiempo la amilopectina se ordena de manera cristalina, formando aéreas con estructuras tridimensionales (Badaui, 1999).

La retrogradación es el fenómeno de insolubilización y precipitación espontánea de las moléculas de amilopectina, debido principalmente formación de cadenas lineales las cuales se orientan para interaccionar entre ellas. Resulta importante destacar que la cristalización es la primera etapa de la retrogradación. Estos cambios son las moléculas de almidón se ven afectados por dos cuestiones: la cristalización de moléculas se ve favorecida entre los 26 °C y 4° C, Rango de temperaturas en los que generalmente se almacenan pan; y Segundo, se ha observado que el enfriamiento rápido y mantener las pizzas de pan a temperaturas menores de 4 °C contribuye a mantener la condición suave del pan por periodos más prolongados de tiempo (Jenkins, 1975).

En Este tipo de cambios presentados en el pan presentan grandes pérdidas económicas a la industria. En estados unidos se produce 200 billones de productos horneados, de los cuales el 3.0 % es devuelto por causa de envejecimiento.

Las principales características del pan envejecido son cambios de sabor, perdida de aroma, perdida de agua y principalmente endurecimiento de la miga y ablandamiento de la corteza, y se presentan poco tiempo después de que el pan ha sido sacado del horno. (Hebeda y Kulp, 1996).

#### **4.8.4 Microorganismos que deterioran el pan**

La composición básica del pan lo hace un producto apropiado para el crecimiento de microorganismos, los cuales invariablemente necesitan de tres condiciones para su desarrollo: alimento, calor y humedad. Los principales factores que afectan el crecimiento de microorganismos son: disponibilidad de nutrientes, temperatura de almacenamiento, acidez, actividad de agua y las buenas prácticas de manufactura. El pan recién salido del horno se encuentra libre de microorganismos y esporas; sin embargo durante el enfriamiento, manipulación y almacenamiento es posible que sea invadido, contaminado y en los días posteriores presenten daños por causa de microorganismos.

Los principales problemas asociados a microorganismos que se presentan en el pan son dos: enmohecimiento e hilado o conocido también como pan filamentoso (Frazier, 1976).

Los mohos constituyen la causa más frecuente de alteración en pan. En general estos prefieren alimentos ricos en carbohidratos y altos en humedad; su intervalo de temperatura de crecimiento es amplio, ya que va de 4 °C a 37 °C. Muchos de los mohos crecen y se desarrollan en productos con  $a_w$  0.8, siendo el pan un producto dentro de este intervalo (Smith y Simpson, 1999).

El enmohecimiento del pan se ve favorecido por una contaminación abundante después de la cocción; un tiempo prolongado de enfriamiento; el contacto con aire cargado de esporas; una envoltura inadecuada; y el almacenamiento en atmósferas con humedad excesiva y a altas temperaturas. (Jenkins, 1975).

#### **4.8.4.1 Los microorganismos más importantes asociados al enmohecimiento del pan son:**

*Rhizopus nigricans*: su micelio es blanco y de aspecto algodonoso, provisto de puntos negros, que son esporangios.

*Aspergillus niger*: produce esporas que van desde verdes hasta negras, además un pigmento amarillo que se difunde desde la micela hasta la superficie del pan.

*Penicillium*: Produce esporas verdosas. Es parte de la familia que produce la penicilina.

*Molinilia sitophila*: Produce esporas que van de rosas a rojas. Es un moho difícil de eliminar ya que las esporas soportan altas temperaturas por largos periodos de tiempo.

*Mucor*: La variedad de este moho infecta los productos de pan produciendo esporas blancas.

Algunos de estos mohos crecen en las paredes de las cámaras en donde se almacena el producto, particularmente en donde hay condensaciones; ejemplos se encuentran *Aspergillus* y *Penicillium* (Frazier, 1976).

Las levaduras que afectan la superficie del pan son *Pichia Burtonii*, *Cándida guilliermondii*, *Hansenula anómala* y *Debaromyces hansenii* (Smith y Simpson, 1975).

Un pan viejo presenta la corteza dura, sin embargo, antes de que estas características aparezcan, otros fenómenos suceden en la misma. Al inicio aumenta

su contenido de agua entre un 15 y 28% y posteriormente la pierde aunque en menor proporción (Eliasson y Larsson, 1993).

#### **4.9 Mantecada**

Las mantecadas son productos batidos, leudados químicamente, y cuya fuente de grasa es aceite, esta proporción de grasa se encuentra entre 15 y 25 %, respecto al peso total de todos los ingredientes (Charley, 1987, García, 1999).

##### **4.9.1 Ingredientes requeridos para la elaboración de mantecadas de nopal**

###### **Leche**

La leche se utiliza para dar mayor consistencia al pan, la textura es más suave, da color a la corteza, mejora el sabor, eleva el valor nutritivo.

###### **Sal**

La sal de cocina o cloruro sódico, constituye un elemento indispensable para la masa del pan, esta debe poseer las siguientes características:

- Debe ser salada y no amarga.
- Debe de tener adición de yodo,, calcio y magnesio.
- En solución acuosa debe ser limpia y sin sustancias insolubles depositadas en el fondo.

###### **Funciones:**

- Actúa principalmente sobre la formación del gluten ya que la gliadina es menos soluble en agua con sal, obteniéndose así mayor cantidad de gluten.
- Obtención de masa más compacta que aquella que no posee sal, haciéndola más fácil de trabajar.
- Regula la fermentación no permitiendo que la levadura fermente desordenadamente.

- Retarda el crecimiento de microorganismos fermentativos secundarios como lo son productores de ácido acético.
- Favorece a la coloración superficial del pan.
- Por su higroscopicidad (capacidad de absorción de agua) influye en la duración y en el estado de conservación del pan.
- Las recomendaciones recomendables de sal a utilizar son: 1.5 hasta 3.0%.

### **Miel**

La miel silvestre es probablemente el más antiguo edulcorante conocido. Como el jarabe de arce posee dulzura y aroma. Las abejas recolectan el néctar de las flores y le añaden invertasa, que desdobra la sacarosa del néctar en glucosa y fructosa. A continuación las abejas depositan el producto en los panales, donde se produce una pérdida de agua. Mientras la composición del néctar es de aproximadamente el 20% de sacarosa y el 80% de agua, la miel contiene aproximadamente el 35% de glucosa, el 40% de fructosa, el 15% de agua y el 10% de productos misceláneos, entre los que figuran un 2% de sacarosa, así como proteínas, dextranos, ácidos orgánicos, aceites esenciales, vitaminas, minerales, granos de polen, levaduras y bacterias (Martínez 2005).

### **Margarina vegetal**

La margarina se fabrica principalmente a partir de aceites y vegetales que se hidrogenan o cristalizan para obtener la textura apropiada.

La margarina hay que protegerla contra la luz, oxidación, microorganismos y agua, a causa del peligro de oxidación de los lípidos, desarrollo de microorganismos e hidrólisis de triglicéridos. Para la venta al por menor, se embala, por lo general, en complejos papel sulfurizado- hoja de aluminio.(Martínez 2005).

#### **4.9.2 Características de las grasas**

- Elasticidad, que es la dureza o labrabilidad.

- Punto de cremar, es la propiedad de incorporar aire en el proceso de batido fuerte, en unión con azúcar o harina
- El punto de fusión, es la temperatura por la que es transformada al estado líquido.

#### **4.9.2.1 Función de la grasa en panificación**

- Mejora la apariencia, produciendo un efecto lubricante.
- Aumenta el valor alimenticio, las grasas de panificación suministran 9.000 calorías por kilo.
- Mejora la conservación, la grasa disminuye la pérdida de humedad y ayuda a mantener fresco el pan.

#### **Vainilla**

El género Vanilla (o Aracus), género de Orquidáceas trepadoras originarias de las zonas tropicales de América y Asia. Las flores son gruesas, carnosas y fragantes, aunque de color apagado. El fruto de la especie de la cual se extrae casi toda la vainilla comercial (sobre todo en Madagascar y Tahití) es una vaina carnosa de 15 a 25 cm de longitud, es utilizada para dar sabor y un rico aroma a postres.

#### **Canela**

Especia culinaria que se obtiene de la corteza de varias especies afines de árboles de la familia de las Lauráceas, principalmente de la especie Cinnamomun zeylanicum, cuyo nombre común es canelo.

Aunque esta especia fragante y de sabor un poco dulce es originaria de Sri Lanka, en la actualidad se cultiva en la mayor parte de las regiones tropicales cálidas y húmedas.

Como la casia, la canela se obtiene a partir de las ramas de tres o cuatro años del canelo. Mediante cortes transversales y longitudinales se separa la corteza, la capa más externa se desprecia y la siguiente de color blanco, que una vez desecada

pasa a ser de color anaranjado, corresponde a la canela. Ésta se enrolla para formar unas cañas o ramas de 2.5 cm. de diámetro. También se emplea molida. Además de su uso culinario, tanto en dulces como guisos de carne y caza, tiene propiedades terapéuticas: es antiespasmódica y estimulante de las funciones circulatoria y digestiva.

### **Nuez**

El fruto es una drupa en cuyo interior se encuentra la nuez, apreciada como alimento y para obtener aceite, de aplicación industrial, al igual que es utilizado para adicionar a platillos, dulces y pasteles.

### **Rexal**

Es utilizado para elevar la masa y darle una textura esponjosa y suave a la masa, la cantidad necesaria depende del lugar, es decir si el lugar esta a nivel del mar, ya que esto influye en el volumen que tome la masa , así como el contenido de harina que se utilizara.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Materia prima

- Nopal se adquirió en el supermercado de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México.
- Harina de Trigo integral para Hot Cakes
- Leche (pasteurizada “ Lala “)
- Sal de mesa (La Fina)
- Miel de abeja
- Margarina(Primavera)
- Vainilla (Ciervo)
- Canela molida
- Nuez (corazón)
- Rexal (ProMesa)

### 5.2 Materiales

- Cucharas
- Cuchillos
- Batidora
- Balanza analítica
- Mortero
- Vasos de precipitado
- Tubos de ensaye
- Puntillas
- Micropipeta
- Matratracas elermeyer
- Estufa
- Cuenta colonias
- Cajas petri
- Agar papa dextrosa
- Agar nutritivo.

## **5.3 Metodología experimental**

### **5.3.1 Selección de la materia prima**

La selección y adquisición de la materia prima se realizó en un supermercado de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México.

En cuanto al material vegetal, nopal verdura, se adquirió en el mercado de abastos de la Ciudad, proveniente de Milpa Alta Estado de México.

### **5.3.2. Deshidratación del nopal y obtención de la harina**

Las pencas de nopal o cladodios, se lavaron con agua destilada y desinfectante hipoclorito de sodio 0.1 % y se procedió a quitar las espinas con una cuchilla con filo, después se cortaron en tiras de 1 cm de ancho.

Se colocaron en charolas de aluminio y se metieron en una estufa a una temperatura de 55-60°C por 48 h. Posteriormente el producto seco se molió en un molino marca Wiley, modelo 4 con una abertura de malla de 1 mm, para la obtención de la harina.

### **5.3.3 Elaboración de las mantecadas.**

Se elaboraron mantecadas con un contenido normal de harina de nopal natural de 3.5 g y 96.5 g de harina de trigo integral. Por cada 100 g de harina se agrega los siguientes ingredientes vainilla 1 ml; polvo para hornear, rexal 1 g; sal 0.25 g; nuez 25 g; canela 23 g, leche 80ml, mantequilla 30 ml, miel 30 ml. posteriormente Se pesaron cuidadosamente todos los ingredientes verificando que fueran de buena calidad y que presentaran un buen color y olor a simple vista, se añaden ingredientes uno a uno, y se baten, hasta crear una distribución uniforme de todos los ingredientes y formar la masa, se deja reposar por un periodo de 5 minutos en seguida se vierten en moldes encerados finalmente pasan al horno previamente calentado a 200 °C y se deja aproximadamente de 15 a 20 min.

#### **5.3.4 Empacado**

Al terminarse de hornear se dejaron enfriar posteriormente se pusieron en bolsas de celofán y se almacenaron a temperatura ambiente.

#### **5.3.5 Medición de los parámetros de calidad de las mantecadas**

Para realizar las mediciones previamente se siguió la metodología reportada por (Beltrán Orozco, 1998).

Todas las muestras se analizaron por triplicado empleando un diseño completamente al azar con un arreglo trifactorial.

#### **5.3.6 Determinación gravimétrica de las mantecadas**

Se tomaron muestras de cada una de las unidades experimentales y se pesaron en una balanza analítica marca Ohaus Adventurer modelo ar2140

#### **5.3.7 Determinación de medición de la altura de las mantecadas**

Se tomaron muestras de cada una de las bolsas de celofán y posteriormente se midieron con un instrumento calibrado en la escala métrica en cm. (regla de aluminio)

#### **5.3.8 Análisis microbiológico**

Las muestras de mantecadas fueron analizadas por el método de diluciones, las cuales fueron sembradas hasta un nivel de dilución de  $10^{-5}$ , utilizando agar papa dextrosa y agar nutritivo como medios de cultivo para hongos y bacterias respectivamente, después de la inoculación se procedió a la incubación de las cajas de Petri a 37 °C por un tiempo de 24 h para bacterias, transcurrido el tiempo se llevó a cabo el conteo de bacterias utilizando un cuenta colonias para determinar el número de unidades formadoras de colonias (Ufc) asimismo, para las muestras de análisis para hongos se incubaron a temperatura ambiente por un tiempo de 4 días, transcurrido este tiempo, se procedió al conteo de las colonias.

### **5.3.9 Evaluación de la efectividad de los aditivos conservadores**

Esto se llevó a cabo mediante un análisis de los resultados empleando un ANOVA y la comparación de medias de Tukey, los resultados se graficaron y se presentan en el siguiente capítulo.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos en la investigación y las discusión de estos, además se exponen de acuerdo a la metodología descrita en el capítulo anterior.

### 6.1 Resultados del peso de los panes

Los resultados en cuanto al peso de las unidades experimentales de los diferentes tratamientos se presentan en los dos gráficos (Figuras 2 y 3), según el conservador evaluado.

En la gráfica 2 se muestra, la comparación entre el testigo y el conservador propionato de sodio aplicado en las diferentes concentraciones.

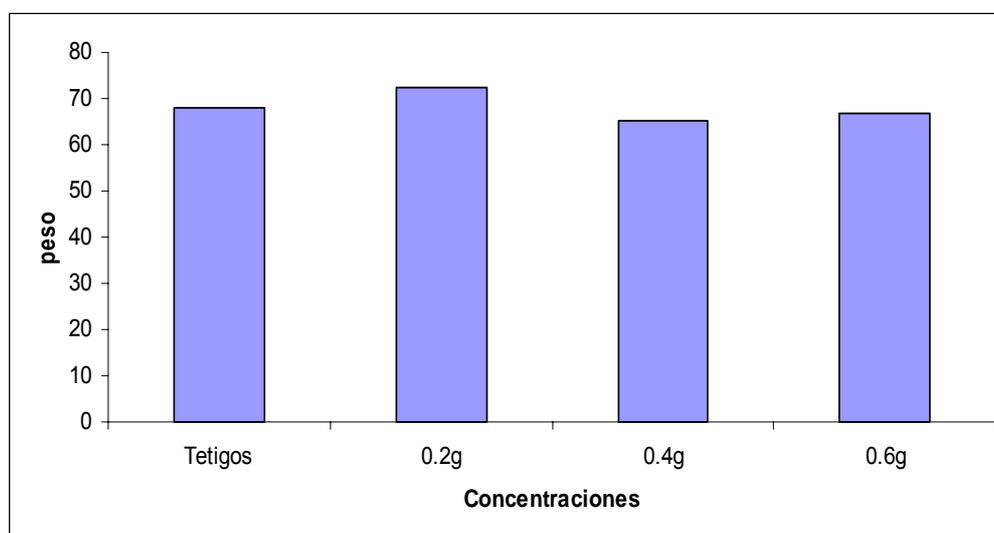


Figura 2. Evaluación del peso de las unidades experimentales de cada formulación con propionato de sodio.

En cuanto a los tratamientos el que tuvo mayor peso fue el de concentración 0.2 g y el de menor peso, el de 0.4 g, por lo tanto se puede decir que el peso si varia mínimamente al agregar conservador.

Al llevar a cabo el análisis de varianza se encontró que entre los tratamientos no hay diferencia significativa.

Con respecto a la adición de benzoato de sodio se observó un comportamiento similar al propionato de sodio, los resultados se aprecian en la gráfica 3, en donde muestra la comparación entre el control y el conservador benzoato, aplicado a las diferentes concentraciones.

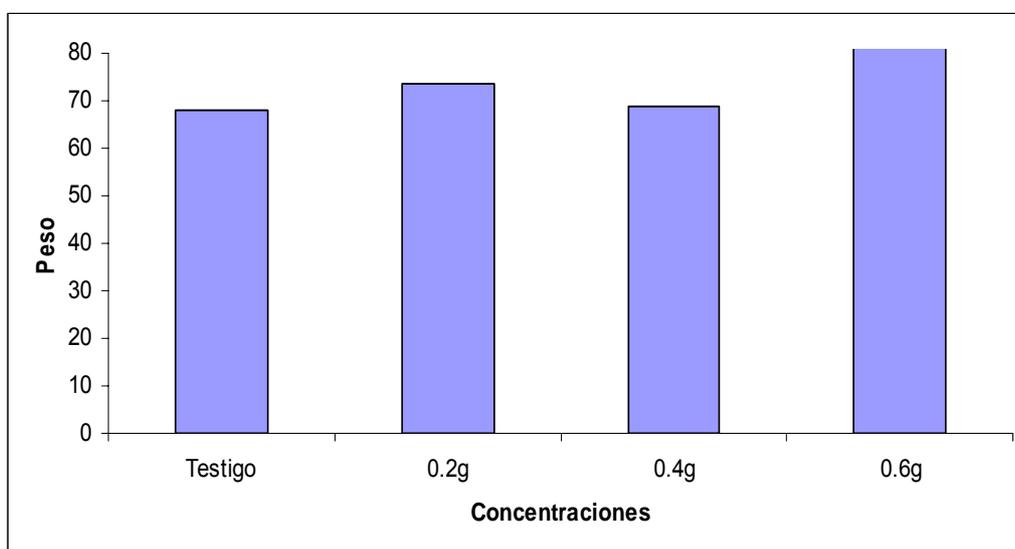


Figura 3. Evaluación del peso de las unidades experimentales de cada formulación con benzoato de sodio.

En cuanto al peso de estos tratamientos aplicados con benzoato, en esta gráfica se muestra que el mejor tratamiento en cuanto a peso, fue la concentración de 0.6 g y la de menor peso fue la concentración de 0.4 y el control ya que se mantienen en el mismo rango.

Comparando el análisis de varianza se demostró que los tratamientos no son significativos.

Realizando una comparación entre propionato de sodio y el benzoato en las diferentes concentraciones; de 0.2 g, 0.4 g y 0.6 g el que tuvo mayor peso fue en la

concentración de 0.6 g con benzoato y menor peso la concentración de 0.4 g con propionato de sodio.

Por lo tanto se puede decir que no influye la adición de los conservadores, en cuanto a la variable de peso.

## 6.2 Resultados de la medición de la altura de los panes

Con respecto a este parámetro importante en la elaboración de mantecadas, no presentaron diferencias significativas entre ellos. En la gráfica 4 se presenta la comparación, entre el testigo y la variable del conservador propionato de sodio aplicado en las diferentes concentraciones.

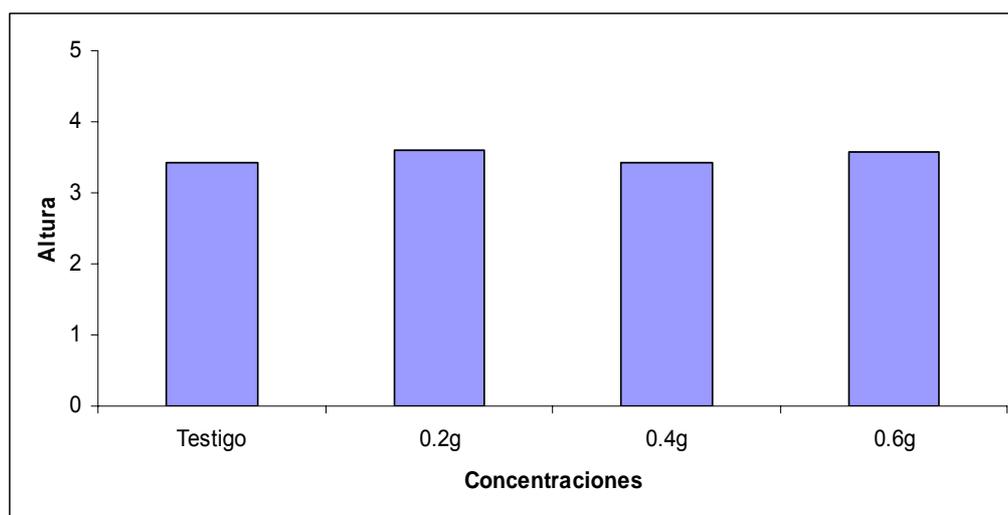


Figura 4. Evaluación de la altura de las unidades experimentales de cada formulación con Propionato de sodio.

En cuanto a la altura en la gráfica nos muestra que el tratamiento que tuvo una mayor altura fue la concentración de 0.2 g y la de menor altura el testigo y la concentración de 0.6 g.

Según los estudios realizados por Villa, y colaboradores en 2009 sobre evaluación del poder mejorante de la harina de mijo en un pan leudado con levadura

se encontró que la altura del pan fue de 3.0 cm lo cual concuerda con lo observado en el estudio.

Se llevo acabo el análisis de varianza y se demostró que los tratamientos No son significativos.

En la gráfica 5 se muestra una comparación entre el control y el benzoato de sodio aplicado en diferentes concentraciones, para la variable altura.

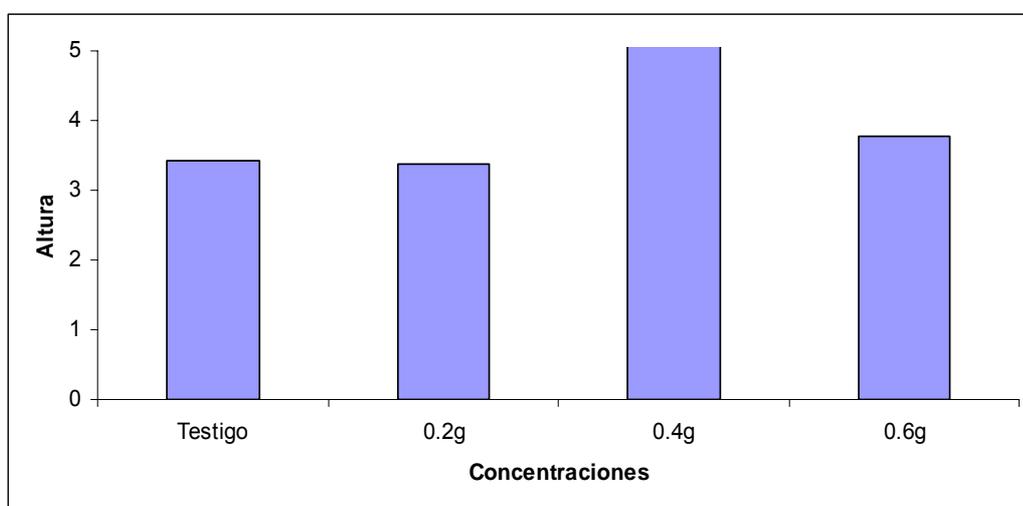


Figura 5. Evaluación de la altura de las unidades experimentales de cada formulación benzoato de sodio.

En cuanto a la altura, en la gráfica podemos apreciar que la muestra que presentó mayor altura aparente fue la concentración 0.4 g

Sin embargo, el análisis de varianza se muestra que no hay diferencia significativa entre tratamientos.

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que ninguno de los conservadores empleados ni las concentraciones que se evaluaron en la presente investigación tienen efecto negativo con respecto a la capacidad de masa para “levantar” y tener la altura adecuada para ser considerado como mantecadas.

### 6.3 Resultados del efecto de los conservadores sobre el ataque microbiano

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de las pruebas de vida de anaquel de las mantecadas, en un periodo de 14 días de almacenamiento en condiciones de mercadeo a temperatura ambiente.

#### 6.3.1 Recuento de bacterias en placa

Los resultados del efecto de los conservadores para inhibir la invasión por microorganismos se presenta a continuación.

En las gráficas 6, 7, 8, 9 y 10 se observa el comportamiento del crecimiento microbiano con respecto al tiempo de almacenamiento de los tratamientos evaluados, control, 0.2, 0.4 y 0.6 g de propionato de sodio.

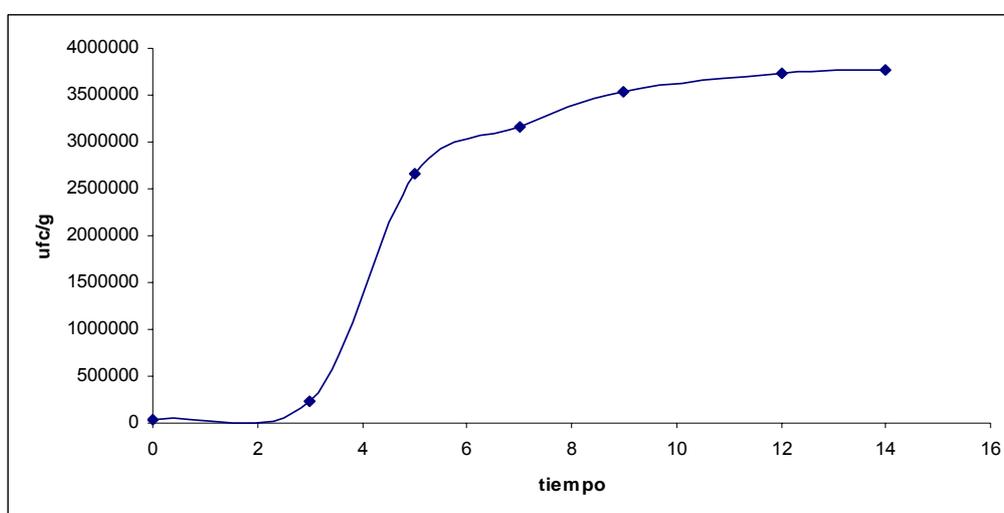


Figura 6. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas sin añadir conservador.

Los resultados obtenidos para el control, al cual, no se le añadió conservador, se aprecia un comportamiento tipo de curva de crecimiento microbiana.

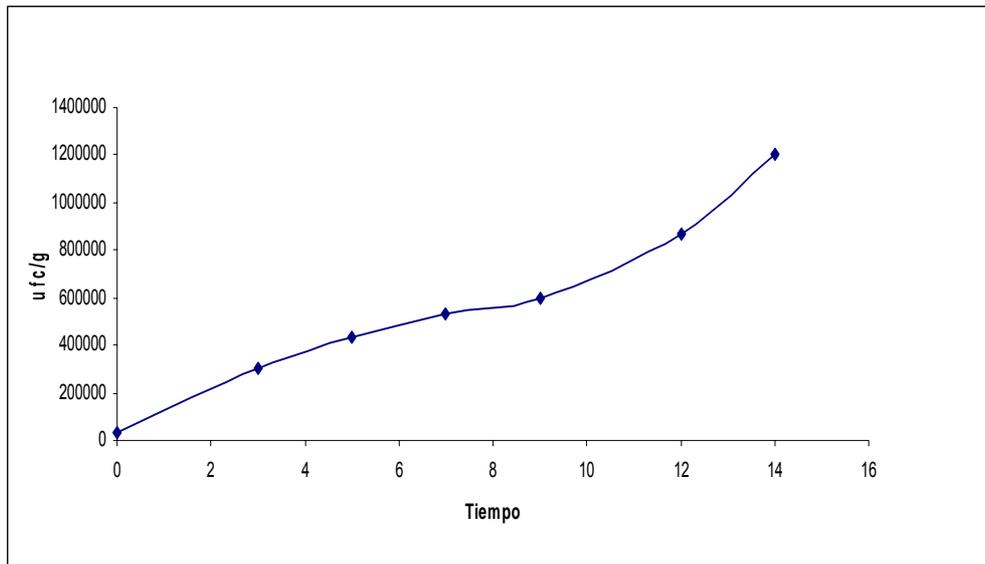


Figura 7. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.2 g de propionato de sodio.

En la gráfica 7 se muestra que con la concentración de propionato de sodio al 0.2 g se observó un crecimiento menor alrededor de  $1 \times 10^6$  ufcg /g con respecto al control, sin embargo, a los 14 días de almacenamiento, de  $12 \times 10^5$  ufc/g.

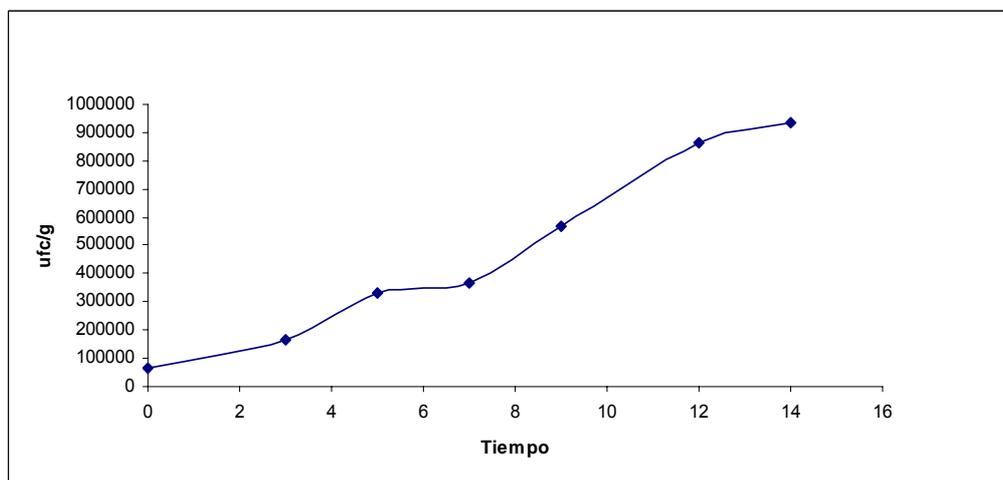


Figura 8. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.4 g de propionato de sodio.

Los resultados de la aplicación de un nivel de concentración al 0.4 g de propionato de sodio se observan en la figura 8, en donde podemos apreciar un

comportamiento similar a la concentración de 0.2 g, sin embargo, el crecimiento de microorganismos fue menos con respecto al control y la concentración de 0.2 g de propionato de sodio, el valor máximo alcanzado fue de  $8 \times 10^5$  ufc/g.

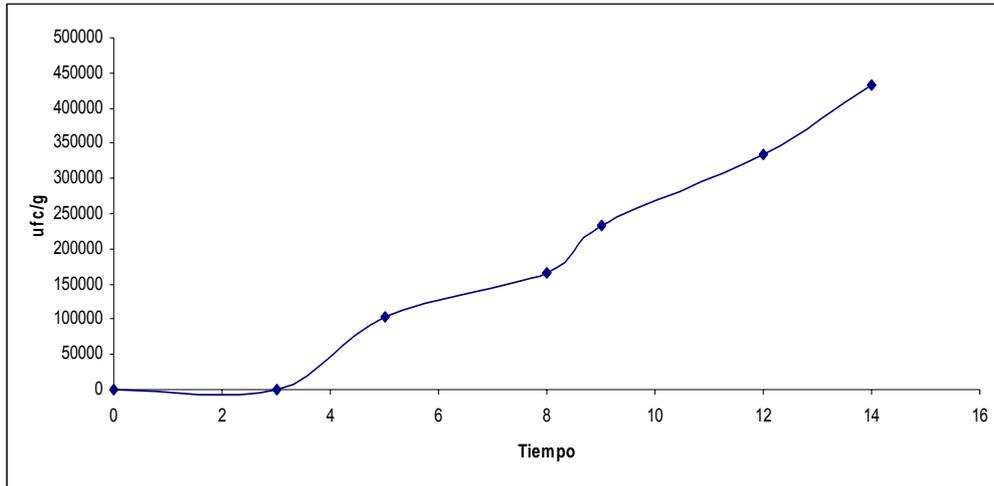


Figura 9. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.6 g de propionato de sodio.

Los resultados para el nivel de 0.6 g de propionato de sodio (Figura 9), tuvieron un comportamiento similar a concentración de 0.4 g de propionato de sodio, se observa que el crecimiento fue menor con respecto al control y las concentraciones mas bajas, en este caso la máxima concentración de microorganismos fue de  $4 \times 10^5$  ufc/g.

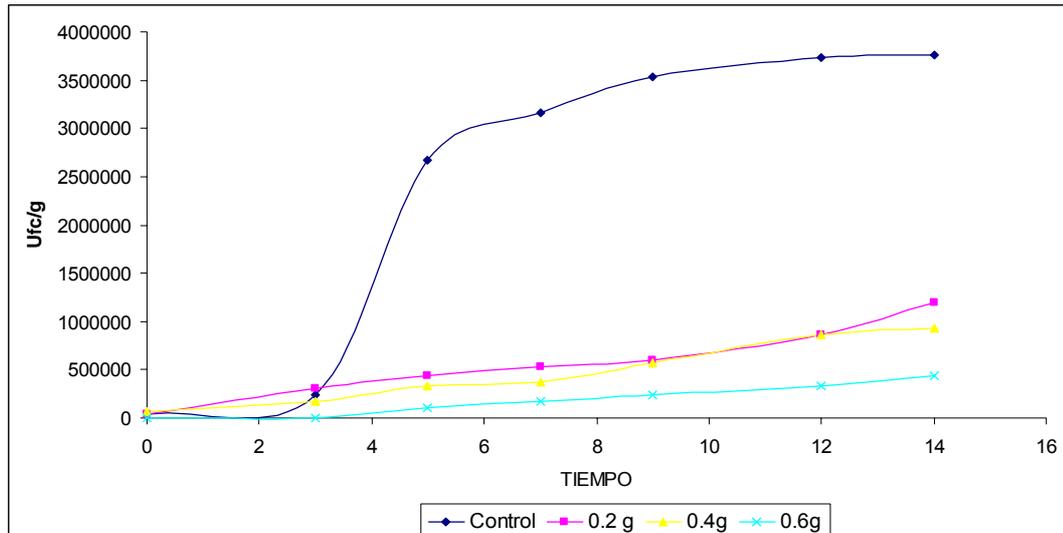


Figura 10. Grafico concentrado de la cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de control (♦), 0.2 g (■), 0.4 (▲) y 0.6 (\*) g de propionato de sodio.

En la figura 10 se muestra el concentrado del comportamiento del control y los tratamientos tanto del control así como los diferentes niveles de propionato de sodio evaluados, se observa claramente que al control fue el que presentó mayor crecimiento de microorganismos ya que no se le aplicó ningún conservador, a diferencia de los otros tratamientos con diferentes concentraciones de conservador lo cual ayudó a inhibir el crecimiento microbiano.

Como era de esperarse el mejor tratamiento que fue a un nivel de concentración de 0.6 ya que tuvo un menor crecimiento de microorganismos.

En las gráficas 11,12 y 13 se observa el comportamiento del crecimiento microbiano con respecto al tiempo de almacenamiento de los tratamientos evaluados, control, 0.2, 0.4 y 0.6 g de benzoato de sodio.

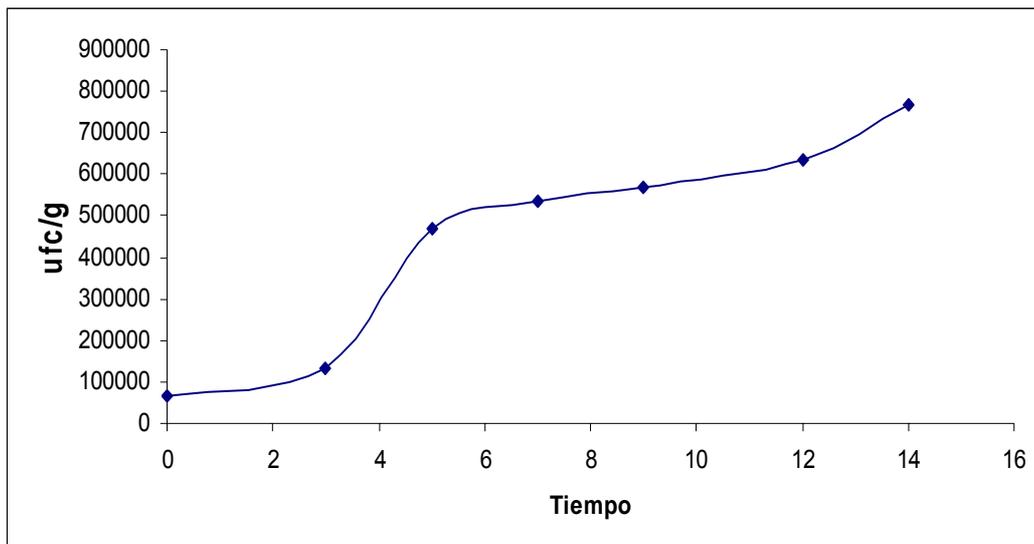


Figura 11. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.2 g de benzoato de sodio.

En la gráfica 11 se muestra que con la concentración de benzoato de sodio al 0.2 g se observó un crecimiento menor respecto al control, sin embargo, a los 14 días de almacenamiento, de  $8 \times 10^5$  ufc/g.

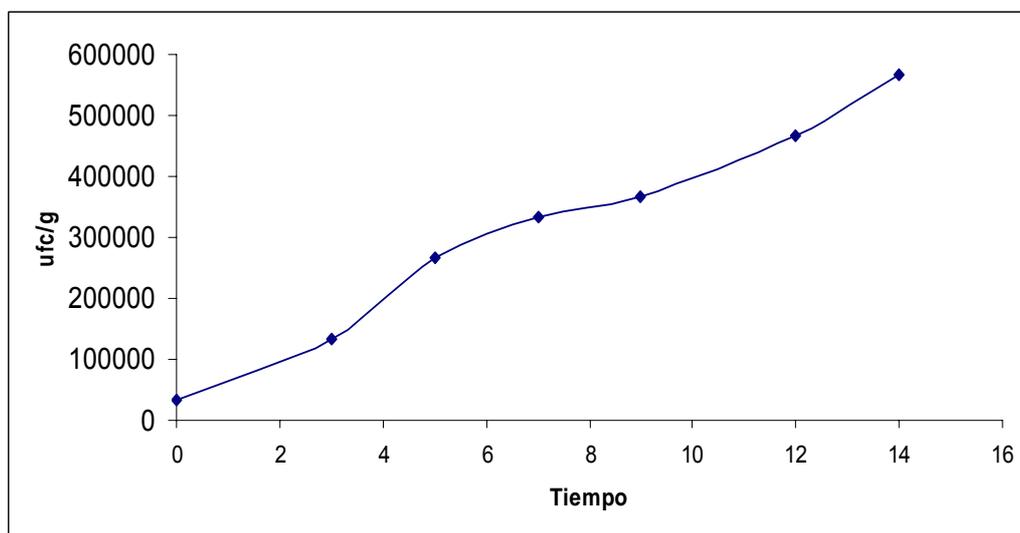


Figura 12. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.4 g Benzoato de sodio.

Los resultados de la aplicación de un nivel de concentración al 0.4 g de Benzoato de sodio se observan en la figura 12 en donde podemos apreciar un comportamiento similar a la concentración de 0.2 g, sin embargo, el crecimiento de microorganismos fue menos con respecto al control y la concentración de 0.2 g de propionato de sodio, el valor máximo alcanzado fue de  $6 \times 10^5$  ufc/g.

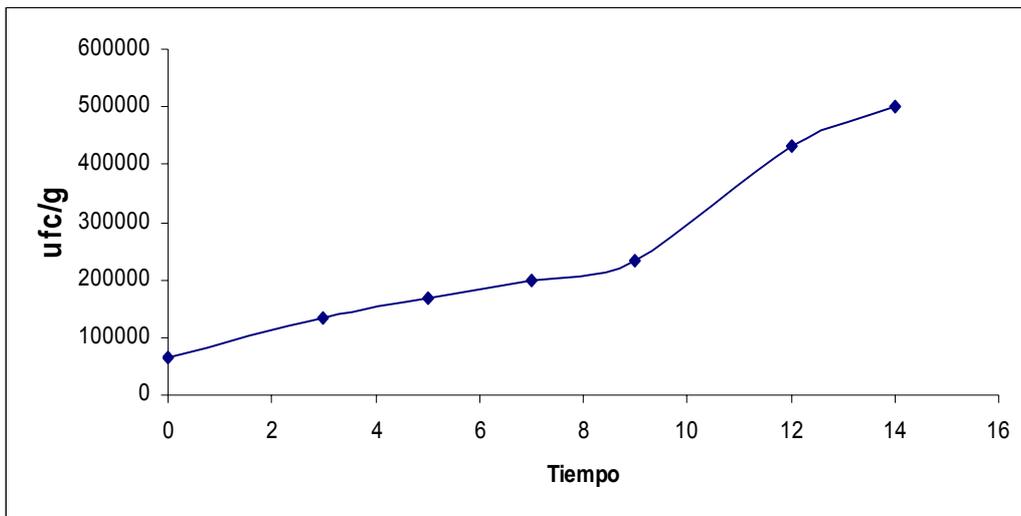


Figura 13. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.6 g de benzoato de sodio.

Los resultados para el nivel de 0.6 g de Benzoato de sodio (Figura 13), tuvieron un comportamiento similar a concentración de 0.4 g de propionato de sodio, se observa que el crecimiento fue menor con respecto al control y las concentraciones mas bajas, en este caso la máxima concentración de microorganismos fue de  $5 \times 10^5$  ufc/g.

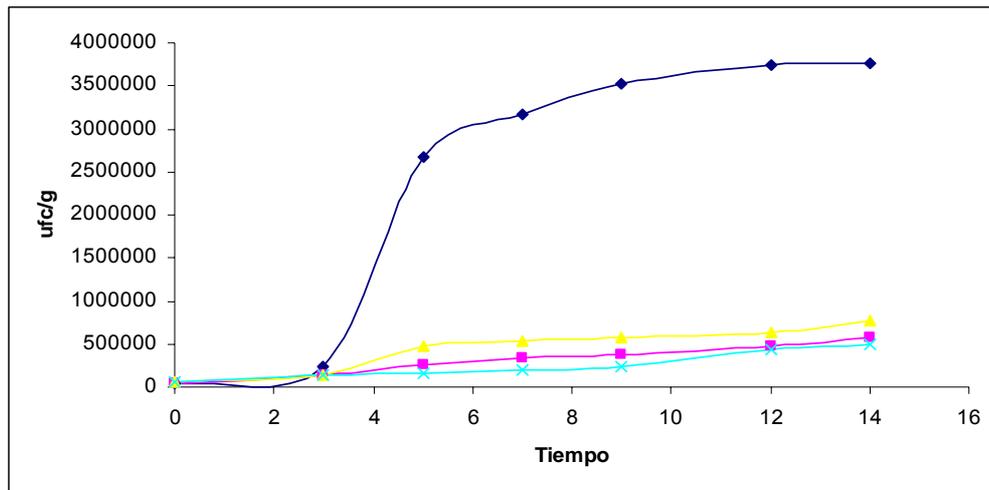


Figura 14. Gráfico concentrado de la cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de control (◆), 0.2 g (■), 0.4 (▲) y 0.6 (\*) g Benzoato de sodio.

La figura 14 nos muestra el comportamiento de los tratamientos tanto del control, como de los diferentes niveles de benzoato de sodio evaluados, se observa claramente que al control fue el que presentó mayor crecimiento de microorganismos ya que no se le aplicó ningún conservador, a diferencia de los otros tratamientos con diferentes concentraciones de conservador lo cual ayudó a inhibir el crecimiento microbiano.

Como era de esperarse el mejor tratamiento fue a un nivel de concentración de 0.6 ya que tuvo un menor crecimiento de microorganismos.

### 6.3.2 Recuento de hongos en placa.

En las gráficas 15, 16, 17 y 18 se observa el comportamiento del crecimiento microbiano con respecto al tiempo de almacenamiento de los tratamientos evaluados, control, 0.2, 0.4 y 0.6 g de propionato de sodio.

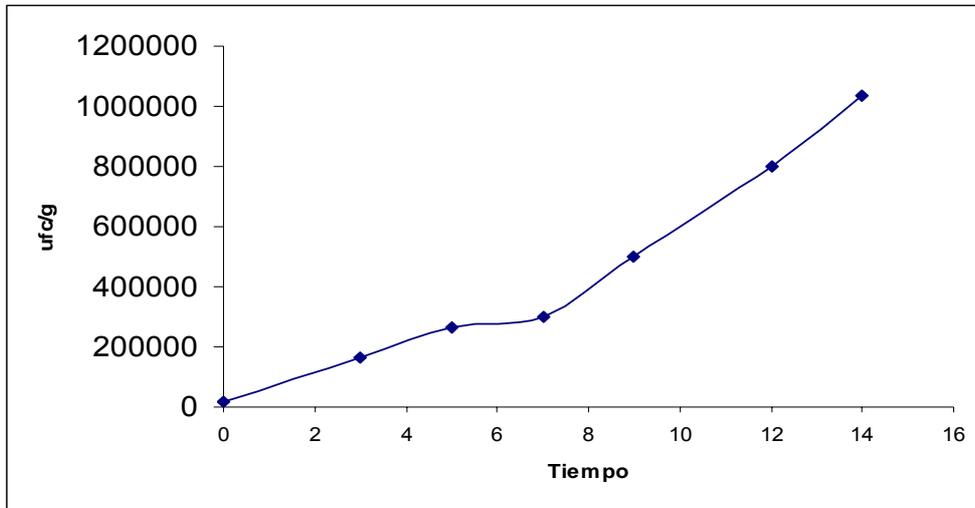


Figura 15. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas sin añadir conservador.

Los resultados obtenidos para el control, al cual, no se le añadió conservador, se aprecia un comportamiento tipo curva de crecimiento pero solo en la fase de crecimiento logaritmico.

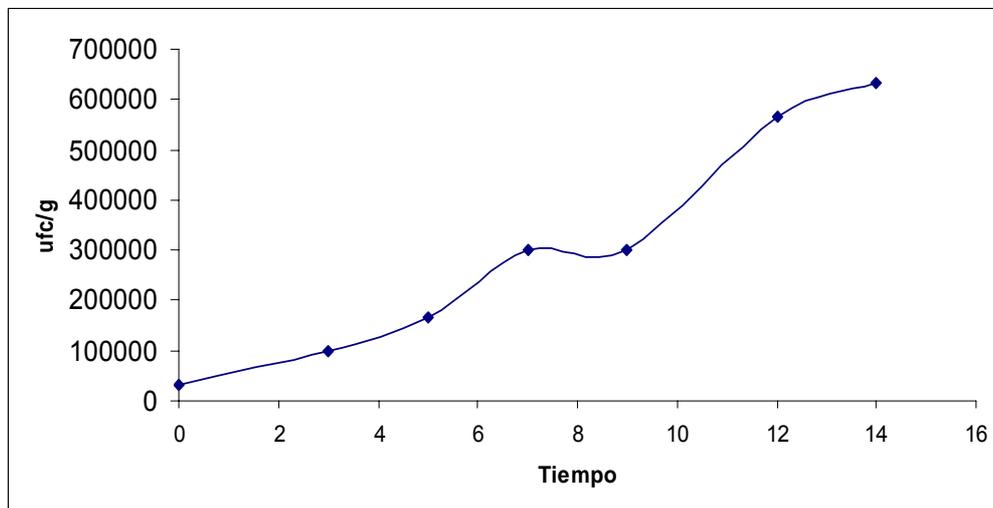


Figura 16. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.2 g de propionato de sodio.

En la gráfica 16 se muestra que con la concentración de propionato de sodio al 0.2 g se observó un crecimiento menor con respecto al control, sin embargo, a los 14 días de almacenamiento, de  $7 \times 10^5$  ufc/g.

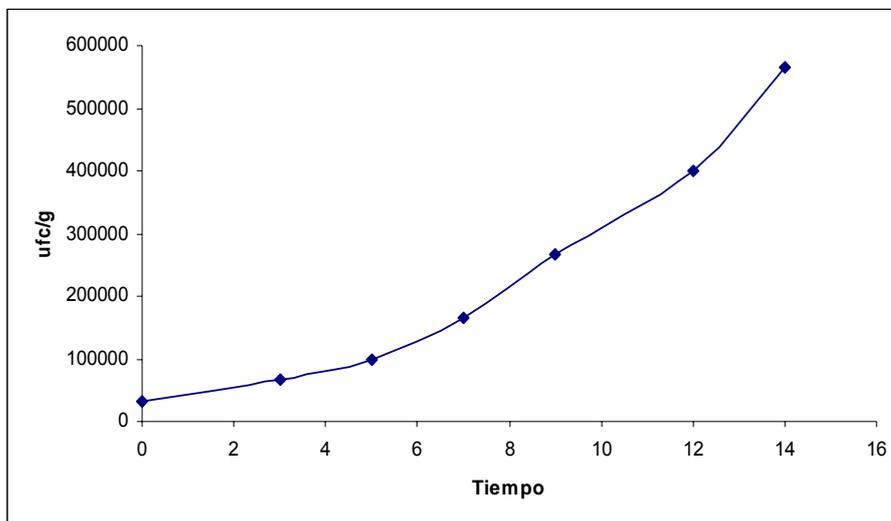


Figura 17. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.4 g de propionato de sodio.

Los resultados de la aplicación de un nivel de concentración al 0.4 g de propionato de sodio se observan en la figura 17, en donde podemos apreciar un comportamiento similar a la concentración de 0.2 g, sin embargo, el crecimiento de microorganismos fue menos con respecto al control y la concentración de 0.2 g de propionato de sodio, el valor máximo alcanzado fue de  $5 \times 10^5$  ufc/g.

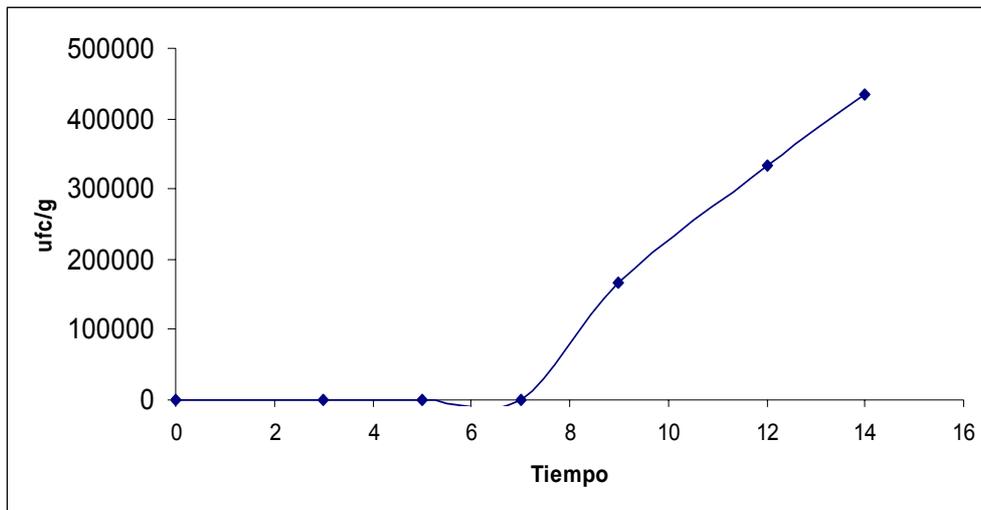


Figura 18. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.6 g de propionato de sodio.

Los resultados para el nivel de 0.6 g de propionato de sodio (Figura 18), se observa que el crecimiento fue menor con respecto al control y las concentraciones mas bajas, en este caso la máxima concentración de microorganismos fue de  $4 \times 10^5$  ufc/g.

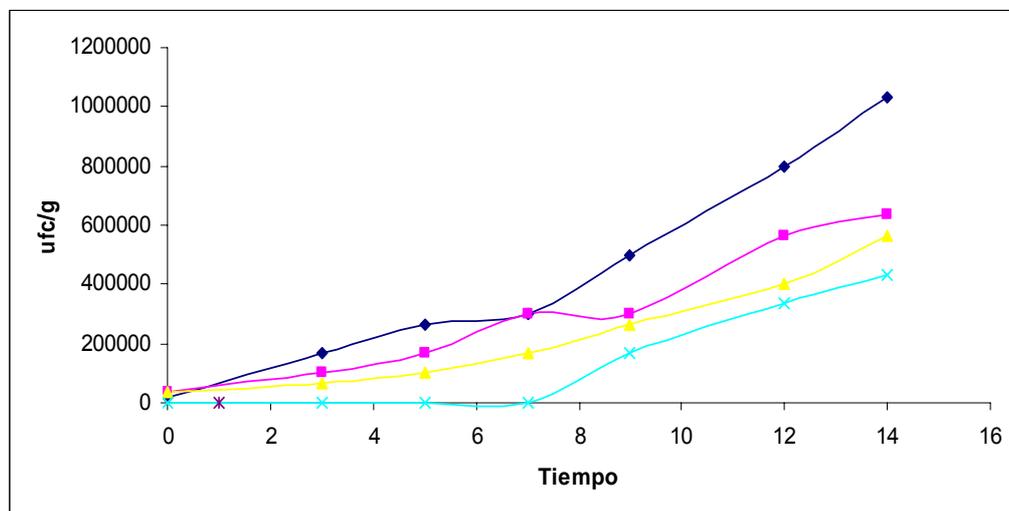


Figura 19. Gráfico concentrado de la cinética del crecimiento de hongos en mantecadas a un nivel de control (♦), 0.2 g (■), 0.4 (▲) y 0.6 (\*) g de propionato de sodio.

La figura 19 nos muestra el concentrado del comportamiento del control y los diferentes niveles de propionato de sodio evaluados, se observa claramente que al

control fue el que presento mayor crecimiento de microorganismos ya que no se le aplico ningún conservador, a diferencia de los otros tratamientos con diferentes concentración de conservador lo cual ayudo a inhibir el crecimiento microbiano.

Como era de esperarse el mejor tratamiento que fue a un nivel de concentración de 0.6 ya que el crecimiento de los microorganismos empezó su crecimiento a partir del 7° día.

En las gráficas 20, 21 y 22 se observa el comportamiento del crecimiento microbiano con respecto al tiempo de almacenamiento de los tratamientos evaluados, control, 0.2, 0.4 y 0.6 g de benzoato de sodio.

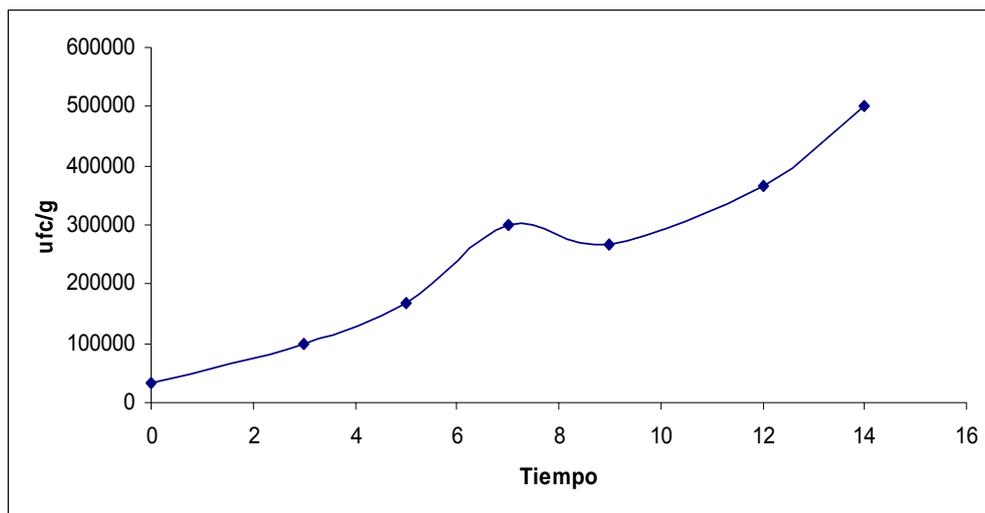


Figura 20. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.2 benzoato de sodio.

En la gráfica 20 se muestra que con la concentración de benzoato de sodio al 0.2 g se observó un crecimiento menor con respecto al control, sin embargo, a los 14 días de almacenamiento, de  $5 \times 10^5$  ufc/g.

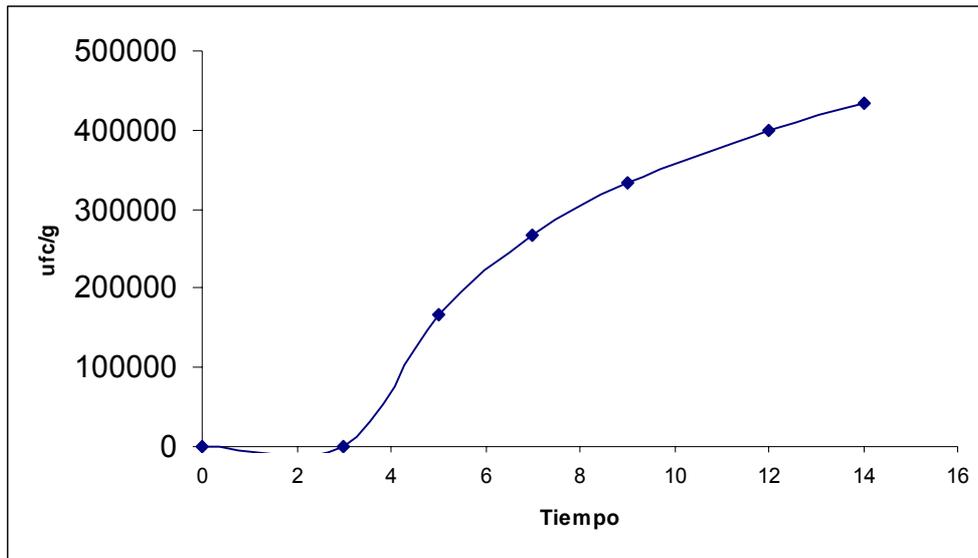


Figura 21. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.4 g de benzoato de sodio.

Los resultados de la aplicación de un nivel de concentración al 0.4 g de Benzoato de sodio se observan en la figura 21, en donde podemos apreciar un comportamiento similar a la concentración de 0.2 g, sin embargo, el crecimiento de microorganismos fue menor con respecto al control y la concentración de 0.2 g de benzoato de sodio, el valor máximo alcanzado fue de  $4 \times 10^5$  ufc/g.

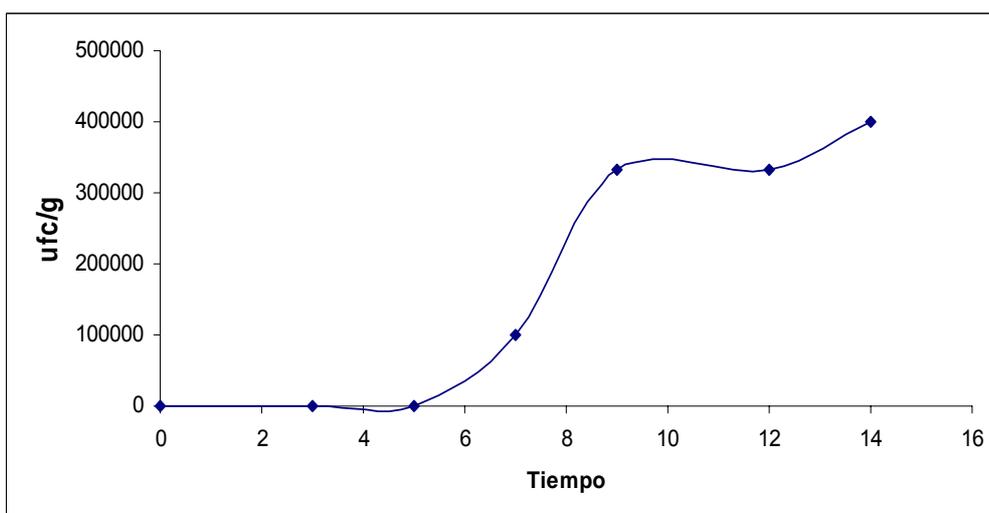


Figura 22. Cinética del crecimiento microbiano en mantecadas a un nivel de 0.6 g de benzoato de sodio.

Los resultados para el nivel de 0.6 g de Benzoato de sodio (Figura 22), sodio, se observa que el crecimiento fue menor con respecto al control y las concentraciones mas bajas, en este caso la máxima concentración de microorganismos fue de  $4 \times 10^5$  ufc/g.

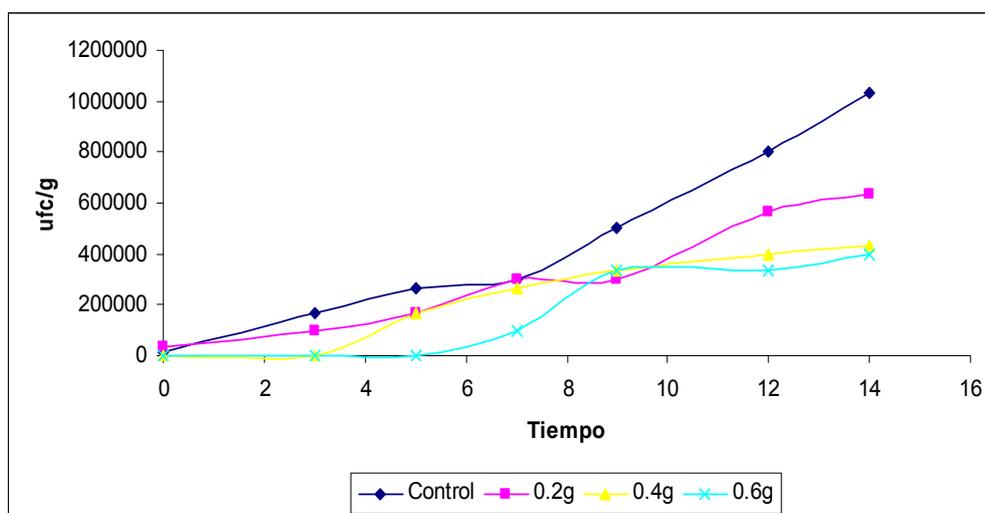


Figura 23. Gráfico concentrado de la cinética del crecimiento de hongos en mantecadas a un nivel de control (♦), 0.2 g (■), 0.4 (▲) y 0.6 (\*) g benzoato de sodio.

La figura 23 nos muestra el concentrado del comportamiento del control y los diferentes niveles de benzoato de sodio evaluados, se observa claramente que al control fue el que presento mayor crecimiento de microorganismos ya que no se le aplico ningún conservador, a diferencia de los otros tratamientos con diferentes concentración de conservador lo cual ayudo a inhibir el crecimiento microbiano.

Como era de esperarse el mejor tratamiento que fue a un nivel de concentración de 0.6 ya que el crecimiento de los microorganismos empezó su crecimiento a partir del tercer día.

En el estudio realizado por Layáis (2006), encontró que en pan ya horneado almacenado a 7°C presento crecimiento visible de mohos en la superficie después de 9 días de almacenamiento, y a 1°C después de 21 días. Parcialmente horneado a los 15 días de almacenamiento. En la presente investigación con la concentración de 0.6g la apreciación de hongos sobre la superficie de las mantecadas a partir de 22 días de almacenamiento a temperatura ambiente.

#### **6.4 Discusión general**

Los tratamientos repondieron de acuerdo a las especificaciones de empleo en la industria de alimentos, en el caso de ácido propionico se emplea para inhibir hongos, para el caso del benzoato de sodio para la inhibición de bacterias y hongos en panificación, de acuerdo a los resultados obtenidos el benzoato de sodio fue más efectivo para inhibir el crecimiento de bacterias sin embargo, de acuerdo a los valores presentados por la norma mexicana para panificación el máximo permitido es de 10000ufc/g, con lo que la evaluación supero estos valores, en cuanto al nivel de hongos permitidos por la norma mexicana es de 50ufc/g, en el presente trabajo también se sobre paso el limite permitido, lo anterior puede deberse a diferentes razones, como las condiciones de obtención de la harina de nopal, la cual no fue sometido a ningún tratamiento de esterilización o reducción de microorganismos antes de su aplicación, también la época del año en la que se realizaron las evaluaciones corresponden a meses en los cuales la humedad en el ambiente se vieron incrementadas debido a las copiosas lluvias típicas que pudieron provocar las condiciones para el crecimiento de microorganismos en las mantecadas. A pesar de lo anterior las mejores concentraciones para la aplicación de los conservadores fue a 0.6 g por kilogramo de la formulación, siendo el mejor conservador el benzoato de sodio.

## VII. CONCLUSIONES

Apartir de los resultados obtenidos en este estudio se presentan las siguientes conclusiones:

1.- Los conservadores empleados y las concentraciones que se evaluaron en la presente investigación tienen efecto negativo con respecto a la capacidad de masa para “levantar” y tener la altura adecuada para ser considerado como mantecadas.

2.- En cuanto al peso de las mantecadas no influye el agregar conservador tanto para propionato de sodio como para benzoato.

3.- Durante 14 días de almacenamiento a temperatura ambiente el crecimiento de bacterias fue mayor en las mantecadas que no llevaban ningun conservador

4.- La mantecada adicionada con benzoato de sodio a 0.6 g mostro una carga microbiana menor que la mantecada adicionada con propionato de sodio.

5.- La mantecada sin ningun aditivo (control) almacenada a temperatura ambiente se detectaron mohos a simple vista en la superficie de la mantecada apartir del 5 dia de almacenamiento.

6.- Las mantecadas adicionadas con propionato de sodio almacenadas a temperatura ambiente se detectaron mohos a simple vista en la superficie del pan apartir de los 20 días de almacenamiento.

7.- El mejor tratamiento fue la de benzoato de sodio a una concentración 0.6g.

**Como recomendaciones se propone los siguientes.**

1.- E estudiar el efecto de la adición de otros aditivos, como propionato de calcio sorbato de potasio.

2.- utilizar prolipropileno como material de empaque.

3.- Almacenar el pan en una temperatura de refrigeración.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Badaui, S.1999.** Química de los alimentos Tercera edición. Person Educación. México.
- Bourgeois, C. M; Lapent, J.P. 1995.** Microbiología Alimentaria i.e.: Fermentaciones Alimentarias. ED. Acriba, Zaragoza.
- Brian A. Fox, Allan G. Cameron 1999.** Ciencia de los alimentos, Nutrición y salud. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F.
- Buitrón Peralta María de los Angeles, 2006.** Volumen 1 Principales Aditivos utilizados panificación
- Buitrón Peralta María de los Angeles, Diciembre 2006.** Volumen 2 Principales Aditivos utilizados en panificación.
- Callejo, M<sup>a</sup>. 2002.** Industrias de Cereales Y Derivados. Ed. AMV-Mundi-Prensa, Madrid.
- Chairez Jiménez, Velásquez Moreno; Abrajan Villaseñor, M.A.** Evaluación del efecto del esponjado en mantecadas integrales con avena linasa en función de la sustitución de sacarosa por sucralosa. Mayo agosto 2009, 24.
- Dreher, M.L 1987** Handbook or Dietary Fiber. Marcel Dekker Inc. Nueva Cork, nueva Cork.
- De La Llave Ruisánchez, A. J. 2004.** Efecto de la adición de fibra soluble sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en un producto de panificación. Nivel Licenciatura Licenciatura., Universidad de las Américas Puebla.
- Eliasson, a.c. y Larsson, k. 1993.** Cereales in Breadmaking: a Molecular Colloidal Approach. Marcel Dekker. NY, EE.UU.
- Frazier, w.c. 1976.** Microbiologia de los Alimentos. Editorial Acriba, Zaragoza España.
- Fellows, P.1993.** Tecnología del Procesado de los Alimentos: Principios Y Practicas. Ed Acriba, Zaragoza.
- Guinet, R.; Godon, B. 1996.** La panificacion. Ed. Montagud, Barcelona.
- Garcia R. M. 1990.** Alimentación Humana. Errores y consecuencias. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España. Pp. 121, 243, 245.

**Hebeda, r.e. Y Kulp, K. 1996.** The staling mechanism. En Baked Goods Freshness: Tecnología, Evaluación, and Inhibición of Staling. Eds. R. E. Hereda y H.F. Zobel. P. I. Marcel Dekker: NY, EE. UU.

**Hernández Hernández Elvia.** Evaluación del Efecto de la Adicción de Harina de Nopal (*Opuntia ssp*) Natural y Libre de clorofila En la Elaboración de tortillas de Maíz. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Saltillo Coahuila 2003

**Jenkins,S.M. 1975.** Bakery Tecnología. Lester and Orpen Limited. Canadá.

**López, S. y Mingo, T. 2003.** A la Salud del Cliente. Énfasis Alimentación. Pp. 14-28.

**Martínez Villareal Alma Patricia.** "Evaluación de Mezclas de Harina de Nopal Natural y Harina de trigo para la Elaboración de pan Con bajo Contenido Calórico". Nivel Licenciatura., Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Saltillo Coahuila 2005.

**Matz, S. 1972.** Bakery Tecnología and Engineering The Avi Publishing Company, Inc. Connecticut, EE.UU.

**Smith, B. y Simpson, J 1996.** Modified atmosphere Packaging. En Baked Goods Freshness: Technology, Evaluación, and Inhibición Of. Staling. Eds. R. E. Hereda y H.F. Zobel. P. 1 Marcel Dekker. NY, EE.UU.

**Sáenz, C.; Sepúlveda, E. Moreno, M.; Granger, D. Y Pak, N. 1995.** Características funcionales de la harina de nopal y su utilización en la formulación de galletas. In: Actas de 4º Congreso internacional Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Guadalajara México. 24-27.

**SIAP, SAGARPA.** Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaria de agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación 2005.

**Sofos, J.N. 1989.** Sorbates Food Preservatives. CRC Pres. Fla, EE.UU.

**Quaglia, G. 1991.** Ciencia y tecnología de la panificación. Ed. Acribia, Zaragoza.

## **PAGINAS WEB CONSULTADAS**

**Web 1** Evaluación de los Aditivos Alimentarios Organización mundial de la salud. Consultado el 20 de septiembre 2009. Disponible en: <http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/novedades/pan%20tipos.htm>

**Web 2** <http://www.eufic.org/jarticle/es/guia-alimentacion-nutricion/aditivos-alimentarios/expid/basics-aditivos-alimentarios/>

**Web 3** <http://www.porticodemexico.com.mx/panaderia/batidoras.htm>

**Colpos.** Sistema digital de consulta de normas. 2006. disponible:<http://www.Colpos.Mx>. Adquirido: Enero 2010

**Beltrán** Orozco Maria del c. Meza Rendón Jorge H. Velásquez Gallardo Tzayhri. Cinética de las características físicas de las mantecadas bajas en grasas almacenada en 2 tipos de material de empaque durante su vida de anaquel. Consultado el 10 de febrero del 2010. Disponible: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v18n3/art03.pdf>

**SIEA,** SAGARPA. 2005. Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaria de la Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación Disponible: [http:// www.siea.sagarpa.gob.mx](http://www.siea.sagarpa.gob.mx)

**Web 4** <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/469/46934205.pdf>