

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



“Evaluación de Mezclas de Harina de Nopal Natural y Harina Integral de Trigo para la Elaboración de Pan con bajo Contenido Calórico”

Por:

ALMA PATRICIA VILLARREAL MARTÍNEZ

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, SEPTIEMBRE 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS

**"EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE HARINA DE NOPAL NATURAL Y HARINA INTEGRAL
DE TRIGO PARA LA ELABORACIÓN DE PAN CON BAJO CONTENIDO CALÓRICO"**

Por:

ALMA PATRICIA VILLARREAL MARTÍNEZ

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

Lic. LAURA OLIVIA FUENTES LARA

PRESIDENTE

Dr. ADALBERTO BENAVIDES MENDOZA

VOCAL

M.C. XOCHITL RUELAS CHACON

VOCAL

Dra. MARÍA DE LOURDES MORALES C.

VOCAL

Dr. RAMÓN F. GARCÍA CASTILLO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA, MÉXICO. SEPTIEMBRE 2005.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** y a la **Vida** por darme la gran oportunidad de cursar mis estudio profesionales.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haberme dado la dicha de forjar mi carrera.

Al **Departamento de Nutrición y alimentos** y a todos los integrantes del mismo así como a los profesores de la **Carrera de Ingeniería en Ciencia y Tecnología de Alimentos** por su apoyo brindado, en especial al **Dr. Ramón F. García Castillo** por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento , al **M.C. Oscar Noe Reboloso Padilla** por su confianza.

A la **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara**, y al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza**, por darme la oportunidad de trabajar y aprender bajo su asesoría, Así como por su gran paciencia, disponibilidad, confianza, apoyo y tiempo brindado para conmigo.

A la **M.C. María Hernández González** y a la **M.C Xochitl Ruelas Chacón** por su apoyo brindado, así como a la **Dra. María De Lourdes Morales C.** por sus consejos tan sabios.

A mis **compañeros** a quienes siempre recordare, en especial a **Monica Nava Samano (Mony)** por su ayuda, apoyo y amistad incondicional.

A cada uno de los **Laboratoristas**, como **T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel (Carlitos)**, a las **T.L.Q. María de Jesús Sánchez V. (Chacha)** y **(Dorita)** por su disponibilidad en el transcurso de mi trayectoria.

A los **Bibliotecarios** y a las **Secretarias (Blanquita)** y **(Jesu)** por sus atenciones brindadas para conmigo.

DEDICATORIAS

A **DIOS** por darme la oportunidad de vivir y de concretar una de mis metas más anheladas en la vida, a él por guiarme por un buen camino, y por no abandonarme en los casos más difíciles de mi carrera.

A dos seres maravillosos **DORA ELIA Y ROBERTO**, por darme la oportunidad de ser mis padres, por su confianza, comprensión, apoyo y amor, por estar siempre pendiente de mi y de lo que me acontecía en mis estudios, así como sus oraciones y bendiciones, ustedes quienes fueron mi motor todos estos años, para finalizar mi meta por ustedes mis grandes amores, por quienes sacrifique grandes momentos por no estar a su lado, los AMO.

A ti **JUAN MANUEL E. G.** por ser mi gran amigo, compañero y gran pareja, gracias por estar a mi lado, por reír y llorar juntos, tu mi gran estímulo para no dejarme vencer, por tu apoyo y ayuda, por tu comprensión en los momentos más difíciles de mi recta final, así como por tu confianza, te amo y te amare **TU ESPOSA.**

A las personas que ya no están a mi lado pero cuando lo estuvieron fueron unos grandes seres humanos, que me enseñaron cosas muy valiosas, a quien les doy mi gratitud por tener a mis padres; a mis **ABUELOS** a quienes siempre amare **EUSEBIA (+)** y **NEMESIO (+)** por darme una mujer valiente y ejemplar, (mi madre).

Aquellos **Maestros** que hicieron que mi carrera se fuera tornando difícil, gracias porque de ello aprendí a ser más fuerte, valiente y a luchar por una ilusión, así como no dejarme vencer por nada ni por nadie, a madurar y a crecer como ser humano.

Y a todos aquellos que como yo llegan con un reto en la vida, conseguir su meta.

NO DESISTAS

“Las cosas no se dan de la nada, hay que luchar por nuestro objetivo, a lo que hemos venido, nunca hay que tirar las armas antes de entrar a la batalla, hay que disfrutar cada momento, cada instante y hay que saber valorar las oportunidades que nos da la vida. No hay que dejarse vencer y hay que luchar hasta que duela”.

“Las cosas que mayormente te cuestan mas trabajo, al final son las que mayor satisfacción te dejan”.

“Las cosas difíciles no se encuentran dentro de una universidad sino afuera es por eso que hay que exprimir todos los conocimientos para salir y demostrar lo que somos y que los buitres sabemos volar muy alto y demostrar que si podemos”.

“Cuando pienses que ya estas cansado, recuerda que allá afuera hay personas muy importante en nuestra vida que nos están esperando, que confían y creen en nosotros”

“Cuando dios cierra todas las puertas, siempre deja abierta una ventana”.

¡Recuerda que si se puede, solo basta querer!

Con cariño:

Alma Patricia Villarreal Martínez

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	i
Dedicatorias	ii
Índice de figuras	iv
Índice de tablas	v
Resumen	vi
CAPITULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 2	4
2.OBJETIVO	4
2.1 Objetivo General	4
2.2 Objetivos Particulares	4
CAPITULO 3	5
3. JUSTIFICACIÓN	5
CAPITULO 4	7
4. REVISIÓN DE LITERATURA	7
4.1 El pan, producción y consumo	7
4.1.1 Calidad del pan	8
4.1.2 Elaboración de las mantecadas	8
4.1.3 Cocción de la masa	9
4.2 Proceso industrial para la elaboración de harina	10
4.2.1 Elaboración del pan a escala industrial	10
4.3 Consumo del pan	12
4.4 El trigo	13
4.4.1 Características principales del trigo	14
4.2.2 El consumo del trigo	14
4.4.3 Proceso de molienda	15
4.5 Alteraciones del trigo	16
4.6 Harina Integral de Trigo	16
4.7 Uso de las harinas Integrales de Trigo	17

4.8 Control de Calidad de la Harina de trigo integral _____	17
4.9 Propiedades fisicoquímicas de la Harina Integral de Trigo _____	17
4.10 El nopal _____	18
4.10.1 descripción del nopal _____	18
4.10.2 Clasificación Taxonómica _____	21
4.10.3 Usos y aplicaciones de la Harina de Nopal _____	21
4.10.4 Comercialización _____	22
4.10.5 Industrialización _____	23
4.10.6 Composición Química _____	23
4.10.7 Fibra Dietética de la harina de nopal _____	24
4.10.8 Deshidratación del nopal para la obtención de la harina _____	25
4.10.9 Mucílago del nopal _____	25
4.11 Carbohidratos _____	26
4.11.1 Clasificación _____	26
4.11.2 Fibras dietéticas _____	27
4.12 Evaluación Sensorial _____	27
4.13 Características sensoriales de los alimentos _____	28
4.13.1 Textura _____	28
4.13.2 Color _____	28
4.13.3 Sabor _____	29
4.14 Importancia de las propiedades sensoriales de los alimentos _____	29
4.15 Pruebas sensoriales _____	32
CAPITULO 5 _____	34
5. MATERIAL Y MÉTODOS _____	34
5.1 Materia prima _____	34
5.2 Materiales _____	35
5.3 Equipo y Reactivos químicos _____	35
5.4 Metodología experimental _____	35
5.4.1 Selección de la materia prima _____	35
5.4.2 Deshidratación del nopal y obtención de la harina _____	35
5.4.3 Determinación de Materia seca total y Humedad _____	37

5.4.3.1 Determinación del contenido de minerales _____	37
5.4.4 Determinación de proteína Cruda por método de MicroKjeldhal _____	37
5.4.5 Determinación del contenido de lípidos (Extracto Etéreo) Método Soxhlet _____	39
5.4.6 Determinación de fibra cruda _____	40
5.4.7 Determinación de fibra dietética _____	41
5.4.8 Determinación de azúcares totales _____	41
5.4.9 Determinación de Contenido Energético mediante bomba calorimétrica	42
5.4.10 Determinación de pH _____	44
5.4.11 Determinación de mantecadas adicionadas con harina de nopal _____	44
5.4.11.1 Ingredientes requeridos para la elaboración de mantecadas de nopal _____	44
5.4.12 Análisis sensorial _____	49
5.4.13 Diseño Experimental _____	50
CAPITULO 6 _____	52
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	52
6.1 Resultados de caracterización química de la harina integral de trigo y la harina de nopal _____	52
6.2 Adición de la harina de nopal a la harina Integral de trigo _____	53
6.2.1 Determinación de la harina de nopal con harina integral de trigo _____	53
6.2.2 Análisis Sensorial de las mantecadas adicionados con harina de nopal	53
6.3 Resultados del análisis bromatológico y sensorial de mantecadas _____	54
6.4 Comparaciones relacionadas con el testigo y el producto final _____	57
6.5 Humedad _____	58
6.6. Resultados de la prueba de humedad de las mantecadas _____	59
6.7 Extracto Etéreo _____	60
6.7.1 Resultados de la prueba de Extracto etéreo de las mantecadas _____	61
6.8 Proteína _____	62
6.8.1 Resultados de la prueba de Proteína de las mantecadas _____	63
6.9 Minerales _____	64
6.9.1 Resultados de la prueba de Minerales de las mantecadas _____	65

6.10 Azúcares totales _____	66
6.10.1 Resultados de la prueba de Azúcares de las mantecadas _____	67
6.11 Fibra Cruda _____	68
6.11.1 Resultados de la prueba de Fibra Cruda de las mantecadas _____	69
6.12 Fibra Dietética _____	70
6.12.1 Resultados de la prueba de fibra dietética de las mantecadas _____	72
6.13 Energía _____	73
6.13.1 Resultado de la Prueba de Energía de las mantecadas _____	74
CAPITULO 7 _____	76
7. CONCLUSIONES _____	76
CAPITULO 8 _____	77
8. RECOMENDACIONES _____	77
CAPITULO 9 _____	78
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	78
ANEXOS _____	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Distribución del nopal en la Republica Mexicana _____	6
2	Proceso de panificación _____	9
3	Elaboración del pan a escala industrial _____	11
4	Harinas para repostería _____	12
5	El cultivo del nopal _____	20
6	Diagrama de la industrialización de la harina de nopal _____	36
7	Determinación de proteína Cruda por método de MicroKjeldhal _____	38
8	Determinación del contenido de lípidos (Extracto Etéreo) Método Soxhlet _____	39
9	Determinación de fibra cruda _____	40
10	Determinación de azúcares totales _____	42
11	Determinación de Contenido Energético mediante bomba calorimétrica_	43
12	Análisis sensorial _____	50
13	Pruebas comparativas entre los testigos y las muestras _____	57
14	Resultado de análisis de humedad (%) de todas las formulaciones _____	60
15	Resultado del análisis de grasa (%) de todas las formulaciones _____	62
16	Resultado del análisis de proteína (%) de todas las formulaciones _____	64
17	Resultado del análisis de cenizas (%) de todas las formulaciones _____	66
18	Resultado del análisis de azúcares totales (g/g) de todas las formulaciones _____	68
19	Resultado del análisis de fibra cruda (%) de todas las formulaciones _____	70
20	Resultado del análisis de fibra dietética (%) de todas las formulaciones	73
21	Resultado del análisis de energía calórica (Kcal.) de todas las formulaciones _____	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Componentes de la harina de nopal _____	3
2	Componentes de la harina integral de trigo _____	18
3	Composición Química de nopal fresco _____	24
4	Análisis Bromatológico del Nopal Seco _____	24
5	Resultado de pH _____	44
6	Caracterización Bromatológica de la harina de nopal, harina integral de Trigo “La Perla” y la harina integral “Hot Cakes” _____	52
7	Resultados del análisis bromatológico de las mantecadas _____	54
8	Resultado de las Prueba Sensorial de TEXTURA en mantecadas _____	55
9	Resultado de las Prueba Sensorial de SABOR en mantecadas _____	55
10	Resultado de las Prueba Sensorial de COLOR en mantecadas _____	56
11	Evaluación en cuanto a la edad y sexo de los encuestadores _____	56
12	Valores promedio de las variables en el análisis de humedad de los tratamientos _____	59
13	Valores promedio de las variables en el análisis de grasa (%) de los tratamientos _____	61
14	Valores promedio de las variables en el análisis de proteína (%) de los tratamientos _____	63
15	Valores promedio de las variables en el análisis de cenizas (%) de los tratamientos _____	65
16	Valores promedio de las variables en el análisis de azúcares totales (g/g) de los tratamientos _____	67
17	Valores promedio de las variables en el análisis de fibra cruda (%) de los tratamientos _____	69
18	Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis de fibra dietética de los tratamientos _____	72
19	Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis de contenido calórico(Kcal.) de los tratamientos _____	74



El presente trabajo muestra un estudio que consiste en evaluar el efecto de la adición de harina de nopal natural, a harina integral para la elaboración de mantecadas de manera que presenten un bajo contenido calórico. Para el presente estudio se evaluaron tres concentraciones de harina natural de nopal, 3.5%, 7%, y 10.5%, mezclada con harina integral de trigo, evaluándose bromatológicamente, tanto la harina de nopal natural como el producto terminado y además, se realizaron pruebas sensoriales. Como control se utilizó una mantecada elaborada en una panadería comercial.

Para la realización del presente trabajo se probaron las siguientes combinaciones de ingredientes:

Mantequilla, miel, nuez

Manteca, miel, nuez

Aceite, miel, nuez

Mantequilla, azúcar, nuez

Manteca, azúcar, nuez

Aceite, azúcar, nuez

Siendo los ingredientes bases, la harina de nopal natural y harina integral. Optándose por la variable Mantequilla, miel, nuez por tener menor valor calórico. Se realizó un análisis bromatológico y sensorial, los resultados obtenidos de la elaboración de mantecadas, son más favorables aquellos que presentaron la concentración de 10.5%, esto debido a la adición de las harinas en comparación con el testigo, ya que presentan un bajo porcentaje de grasa y un incremento en sus propiedades nutrimentales, como: fibras, proteínas y minerales. Dando como resultado un producto nutritivo, y económico.



CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

Los nopales son plantas carnosas, arbustivas o arbóreas, de 1 a 5 metros de altura, con tallos o ramas (pencas) oblongas o de otra forma, aplanadas y de color verde, que cuando son jóvenes (Helia Bravo en 1978), se caracteriza por dar frutos conocidos como tunas.

Para una descripción actual del nopal, empezaremos por ubicar el hábitat en que prospera. Éste se localiza en altitudes sobre el nivel del mar que van desde los 800 a los 2,500 metros. Los nopales son sensibles a las heladas, pero toleran los climas extremos de las zonas áridas. El nopal es una cactácea del continente Americano perteneciente a los géneros *Opuntia* y *Nopalea*. Se desarrollan en regiones áridas y semiáridas de nuestro país.

El nopal ha sido una fuente alimenticia por cientos de años, los antiguos mexicanos supieron clasificar adecuadamente sus recursos naturales, como es el caso del nopal (*Opuntia ssp*). Es posible que la palabra náhuatl para esta planta estuviera originalmente compuesta de nochtli (tuna) y palli (color), de donde se deriva nopalli, o árbol que da frutas de color.

Aunque su propio y antiguo nombre es Tenuchtitlán, que significa fruta de piedra, porque está compuesta de Tetl, que es piedra y de Nuchtli, que es la fruta que en Cuba y Haití llaman tuna. El árbol o más propiamente cardo, que lleva esta fruta Nuchtli, se llama entre los indios de Culúa, Mexicanos, nopal (Francisco López Gómara).

El nopal es un cultivo que puede ser una alternativa para aquellas zonas que están teniendo problemas por bajos rendimientos debido al empobrecimiento de los

suelos, o en lugares donde hay deficiencia de agua para los cultivos tradicionales, ejemplos de ellos, son los Estados de San Luis Potosí, Zacatecas y Durango. (Borja, 1963). El nopal no ha tenido una gran proyección, todo ello a falta de información relacionada con la elaboración de diferentes productos tales como es el caso de productos elaborados a base de harina de nopal en industrias de panificación.

El nopal puede ser secado por los rayos solares a un costo muy bajo; con secadores solares que tienen una capacidad para secar 400 g de nopal / día, la harina de nopal puede ser utilizada para elaborar productos alimenticios, medicinales y forrajeros.

Debido a que el efecto de la fibra en la dieta humana ha recibido una atención creciente en los últimos años, una de las finalidades de la adición de la harina de nopal en la harina integral de trigo es incrementar el nivel de fibra cruda, este interés surge de Burkitt y Trowell en 1975 (citado por R. L. Duque., 1998). Cuando observa una relación entre diversas enfermedades tales como arteriosclerosis, diabetes, cáncer de colón y la deficiencia de fibra en la dieta.

El nopal es un alimento importante en México y en otros países Latinoamericanos y su alto consumo en la dieta resulta benéfico por sus características funcionales que ayudan a mantener la salud y bienestar (R. L. Duque, 1998).

La calidad de la harina va a depender de los cuidados y condiciones en las cuales se cosechó y cultivó el nopal, así como el manejo que se da, la temporada en el que este fue obtenido, ya que afectará la poca disponibilidad de agua.

La importancia de este tipo de harinas consiste en que tiene una mayor vida de almacenamiento, son fáciles de transportar y de guardar en bodegas y sobre todo que nos permite aprovechar un producto en épocas de sobreproducción.

Los diferentes tipos de harina son indispensables en la industria panificadora, ya sea para elaborar galletas, pasteles o panecillos (tabla No. 1)

Tabla No. 1 Componentes de la harina de nopal

Componente	Harina de nopal (%)
Humedad	10.0
Hidratos de Carbono	39.5
Fibra Cruda	41.5
Proteína	6.0
Minerales	3.0

Fuente: **Memorias del I, II, III y IV** Congresos internacionales sobre el Conocimiento y aprovechamiento del Nopal y de la Tuna, México.

El pan es el producto alimenticio más importante consumido en todos los hogares, siendo en los estratos más bajos su única fuente nutritiva, ya que además es de bajo costo, lo que lo hace estar al alcance de cualquier persona. Por esto la industria de los alimentos se ha preocupado de la tecnología empleada en él y de aumentar su valor nutricional, los ingredientes básico son: harina, sal, agua, entre otros, hay que destacar que estos ingredientes pueden ser cambiados o combinados, dando lugar a los singulares y ricos panes los cuales son apetitosos y nutritivos tal es el caso del producto que se elabora a base de harina integral de trigo adicionada con harina de nopal lo cual lo hace ser una nueva opción en la industria panificadora ya que los análisis bromatológicos demuestran que es un producto altamente nutritivo, apto y benéfico para la dieta de los mexicanos

CAPITULO 2



OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

El objetivo general de este estudio es evaluar bromatológicamente y sensorialmente la adición de harina de nopal con harina de trigo integral, para proporcionar un alimento alto en nutrientes y bajo en calorías.

2.2 Objetivos Particulares

- 1.- Determinar los parámetros nutricionales de la harina de nopal natural y harina de trigo integral (Proteína, Grasa, Cenizas, Fibra Cruda, Fibra Dietética, Humedad, Energía Calórica).
- 2.-Realizar análisis bromatológicos, para determinar las características y propiedades que ambas proporcionan con el fin de conjuntarlas y utilizarlas en la elaboración de pan de trigo adicionado con harina de nopal, todo ello para brindar una nueva alternativa en la industria panificadora.
- 3.- Realizar pruebas sensoriales hedónicas considerando los parámetros de color, sabor y textura.

CAPITULO 3



JUSTIFICACIÓN

Uno de los aprovechamientos que se pueden obtener de este cultivo es haciendo la deshidratación y la molienda del mismo, con el fin de obtener polvo de nopal, al cual es llamado también harina de nopal, el cual ha venido a ofrecer una alternativa para la elaboración de una gama más amplia de productos como dulces, panes, galletas, tostadas, tortillas, entre otros.

Se han hecho investigaciones sobre las propiedades que posee el nopal, de tal forma que es utilizado para la elaboración de dietas balanceadas por sus beneficios, ya que este contiene gran cantidad de fibra, lo cual ayuda a la disminución de padecimientos como cáncer de colon, arterosclerosis, diabetes entre otros.

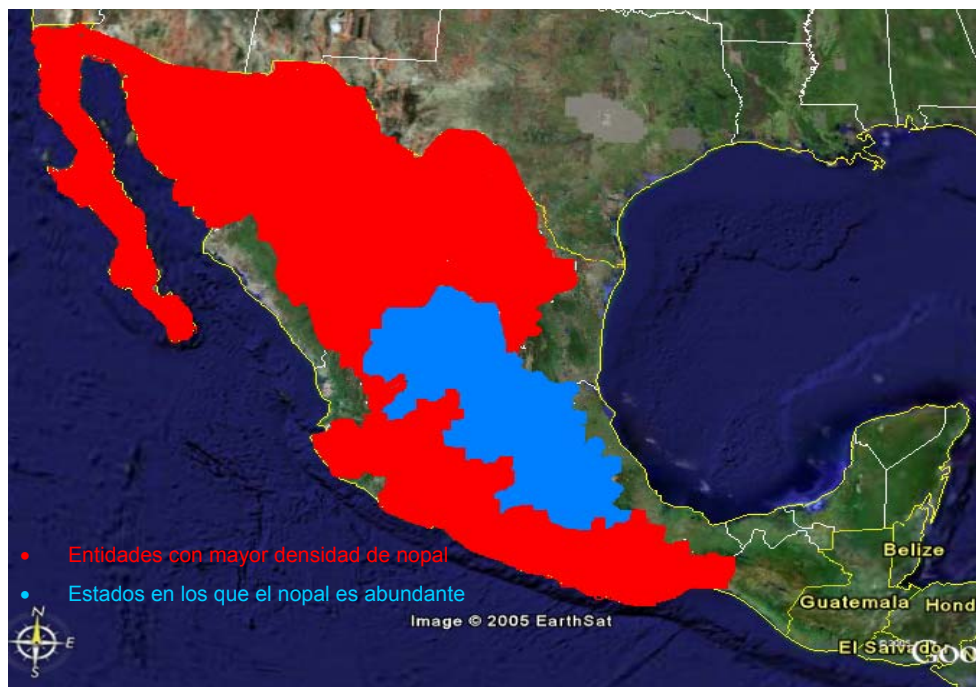
Uno de los principales problemas en nuestro país es consumir productos con exceso en grasa, comida rápida y bajos en fibra, ocasionando problemas de obesidad, viéndose reflejado en problemas de salud tanto para niños como en adultos; no en vano México es el país que ocupa el sexto lugar en obesidad, a nivel mundial.

Hoy en nuestros días, el nopal se consume en mínimas cantidades, y es un alimento importante que debemos de sumarlo diariamente a la dieta.

En este trabajo se pretende dar una alternativa novedosa, que proporcione las características necesarias para la aportación energética requerida en una dieta, ya que de ello depende dar un mejor rendimiento físico.

México cuenta con grandes extensiones de cultivos de nopal, siendo muy poco aprovechado, ya sea por falta de información o una cultura escasa.

En el caso de Coahuila sus principales especies de nopal son: cuijo, (*Opuntia cantabrigensis*) cegador, (*Opuntia microdasys*) rufida y serrano (*Opuntia stenopetala*). Coahuila cuenta con un suelo semidesértico lo cual es apto para el desarrollo de este cultivo.(figura No. 1)



Fuente: Cristina Barros y Marco Buenrostro, 1998. El maravilloso Nopal sus propiedades alimenticias y curativas, Editorial grjalbo, México, D.F.

Figura No. 1 Distribución del nopal en la Republica Mexicana

CAPITULO 4



REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 El pan, producción y consumo

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 1000 Kj / 100 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 A. Fox 1999).

Los nutrientes que se encuentran en los granos de trigo no están presentes en la misma proporción en todas las partes del grano, y así, un cambio en el índice de extracción produce un cambio en la composición de la harina producida.

La composición del pan con harina de diferente índice de extracción puede dar valores variables en la composición, por lo que no deben considerarse constantes sino más bien como representativos.

El proceso de cocción de las piezas 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 el tipo de pan, en este caso la temperatura fue de 200°C y osciló en tiempos de 15 a 20 minutos.

El pan puede ser acompañado con leche, chocolate, licuados o café, usualmente se vende suelto o empacado, ya sea en supermercado o en panaderías.

Se indica la composición de las mantecadas elaboradas con harina blanca, adquiridas en una panadería, lo cual demuestra la diferencia ente las mantecadas elaboradas con harina de nopal y harina integral, así como las elaboradas con harina blanca

4.1.1 Calidad del pan

Aunque la calidad del pan es siempre el objetivo principal del fabricante, las propiedades del material (masa) producida por el proceso, ejerce una influencia creciente sobre la elección de las materias primas principales y los aditivos necesarios, pues participan en los costos de producción. La producción resulta económica cuando las materias primas se almacenan, transportan y dosifican sin dificultades, y si la masa exige tiempos de amasado, maduración y fermentación breves.

4.1.2 Elaboración de las mantecadas

Se miden cuidadosamente todos los ingredientes, verificando que sean de buena calidad y que presenten un buen color y olor, se añaden los ingredientes uno a uno, se baten, hasta crear una distribución uniforme de todos los ingredientes y forman la masa, se deja reposar por un periodo de 5 minutos, enseguida se vierten en moldes encerados y se colocan en un compartimiento apropiado para las mantecadas, finalmente se pasan al horno previamente precalentado a 200°C y se dejan aproximadamente de 15 a 20 minutos, se sacan, se dejan enfriar y se dispone a disfrutarlos.

4.1.3 Cocción de la masa

El objetivo del horneado es cocer la masa, transformarla a un producto apetitoso y digerible. La temperatura adecuada para la cocción es de 190 a 270°C. Durante el desarrollo de la cocción existe una disminución de las moléculas de agua que alcanzan la superficie y se evaporan, y por ello existe un gradual aumento de la temperatura sobre la superficie externa que provoca la formación de la corteza, tanto más gruesa cuanto más dure esta fase de la cocción. Al final, en el caso de que el flujo de agua cese completamente, se llega al punto de carbonización (figura No. 2).

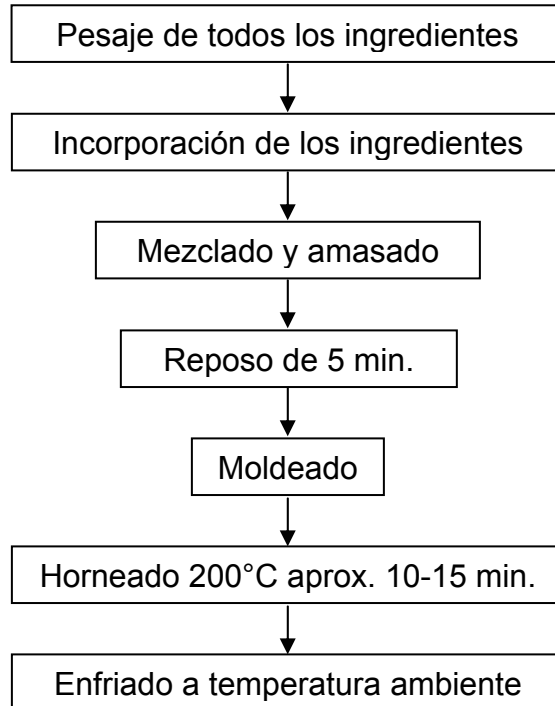
Tiempos de cocción:

25-50 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



Fuente: <http://www.bakingbusiness.com/bs/channel.asp?ArticleID=29841> 02/02/2005 P.M. 3:45

Figura No. 2 Proceso de panificación

4.2 Proceso industrial para la elaboración de harina

El grano de trigo consiste en las siguientes partes: Endospermo, Capa aleurónica, Salvado, Embrión; el proceso de molienda tiene por objeto separar el endospermo del salvado y del germen y reducirlo a harina. Esto se realiza mediante molinos de rodillos, que erosionan, desgarran y trituran el grano, siendo esta acción diferente, respectivamente, sobre el endospermo, el salvado y el germen, lo que permite su separación por medio de tamices y separadores de aire. La harina integral es una harina con un coeficiente de extracción superior al 85%.

Las alternativas de este grano son para las industrias harineras, aceiteras, dulceras y en el campo.

La calificación comercial del trigo determina en cierto modo el rendimiento y calidad de la harina que puede producir, pero una vez elaborada, interesa tanto al molinero como al panadero conocer su valor panificable.

4.2.1 Elaboración del pan a escala industrial

El proceso industrial de elaboración del pan suele constar de 8 pasos: 1) Los cereales, la levadura, el agua y otros ingredientes se mezclan para formar la masa. Posteriormente esta mezcla se amasa y se deja en reposo durante unas horas para que fermente; de esta manera, la levadura libera diminutas burbujas de dióxido de carbono que incrementan el volumen de la masa haciéndola más ligera y porosa; 2) Una máquina va cortando la masa en porciones más pequeñas y las deposita en un recipiente; 3) Las porciones van pasando por zonas de temperatura y humedad controlada para que el pan crezca por segunda vez; 4) Se cuece el pan en el horno; 5) Los recipientes se separan del pan; 6) Los recipientes vacíos son conducidos por una cinta transportadora hasta un lavavajillas; 7) Las porciones de pan ya frío se

cortan y se envuelven; 8) El pan se introduce en camiones que lo reparten en las tiendas para su venta (figura No.3).

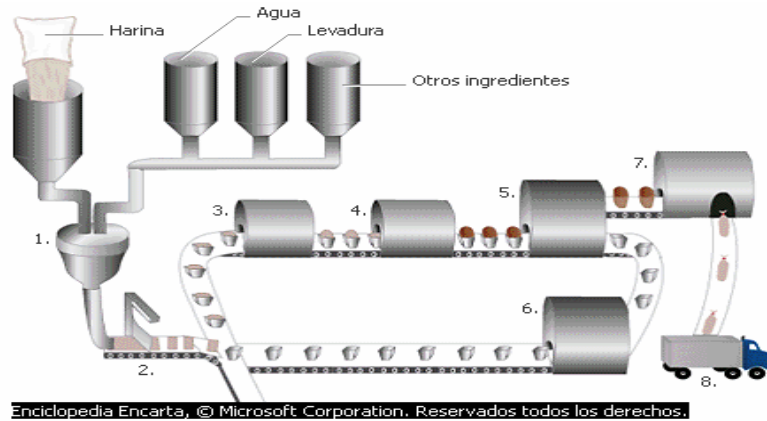


Figura No. 3

Las harinas se clasifican según el objetivo de contenido proteico:

Harinas para pastas.- Son las llamadas también harinas extrafuertes, siendo aquellas que presentan un 14% de proteína o gluten. Son usadas en productos que no necesitan fermentación y por su alta concentración proteica forman una estructura rígida y resistente.

Harinas para pan.- Obtenida generalmente de los trigos fuertes o semifuertes; su riqueza proteica va desde un 9 a un 14%, estas condiciones intermedias son ideales para la elaboración de pan.

Harinas para repostería.- También llamadas débiles ya que contienen un 7.5 a 9.5% de proteína o de gluten (figura No. 4)



H.I.P. = Harina Integral "La Perla" H.N = Harina de Nopal H.C.C. = Harina integral "Hot Cakes"

Figura No. 4

4.3 Consumo del pan

La cantidad de pan consumido varía grandemente entre las diferentes personas pero estudios realizados muestran que el consumo promedio está disminuyendo. A pesar de lo anterior, la cantidad de pan integral que se consume está en aumento. El consumo total por persona es mayor en las familias de bajos ingresos y con cuatro o más niños. Asimismo, las familias en esta categoría consumen la menor proporción de pan integral (Brian A. Fox 1999).

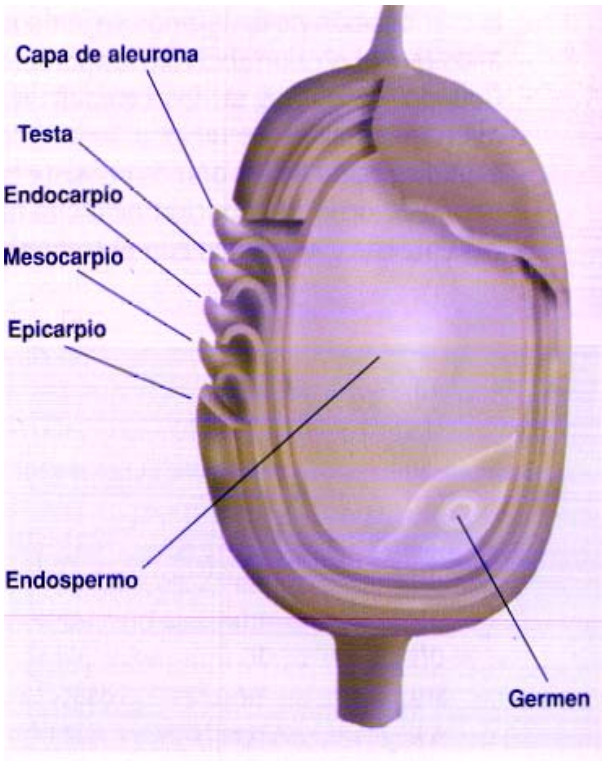
El comercio panadero se impulsó en la edad media, cuando empezaron a producirse diversos tipos de pan. El tipo de pan consumido tenía implicaciones sociales: el pan blanco era privilegio de los ricos y el negro estaba reservado para los pobres. Se elaboraba a mano en el propio hogar o en el pequeño horno local hasta finales del siglo XIX, cuando el trabajo manual fue reemplazado por máquinas. Hay panificadoras actuales que utilizan amasadoras, cintas transportadoras, hornos automáticos y máquinas para enfriar, cortar y envolver el pan. Al ir extendiéndose entre el público el concepto de la alimentación sana, han vuelto a popularizarse los panes integrales o negros.

4.4 El trigo

Nombre común de los cereales de un género de la familia de las Gramíneas cultivado como alimento desde tiempos prehistóricos por los pueblos de las regiones templadas; ahora es el cereal más importante de dichas regiones. El trigo es una planta anual alta, de 1,2 m de altura por término medio. Las hojas, parecidas a las de otras gramíneas, brotan muy pronto y van seguidas por tallos gráciles rematados por las espigas de grano.

Los tipos de trigo se escogen por su adaptabilidad a la altitud y el clima de la región en que se cultivan y por el rendimiento. Los trigos corrientes cultivados en las antiguas repúblicas soviéticas, Estados Unidos y Canadá son variedades de primavera e invierno, que se siembran en primavera para cosecharlos en verano, o en otoño para cosecharlos en primavera. El color del grano depende de la variedad; los trigos blancos son en su mayor parte de invierno, y los rojos de primavera. Próximos a los trigos comunes están los llamados candeales, de espiga muy compacta, y la espelta, con el grano abrazado por las glumas (hojas reducidas, parecidas a escamas). El trigo duro, muy apreciado, debe el nombre a la firmeza del grano. En 1960, se obtuvieron nuevas variedades de rendimiento elevado destinadas a los países en desarrollo; la investigación sobre estos tipos continuó durante el decenio siguiente. Los programas experimentales han permitido obtener variedades con valor comercial resistentes a las heladas y a las enfermedades. En 1978, el descubrimiento de una especie ancestral resistente a la sequía y rica en proteínas nativa de Oriente Próximo renovó las esperanzas de obtener nuevas y mejores variedades de trigo.

4.4.1 Características principales del trigo

Partes del trigo	Estructura del trigo
<ul style="list-style-type: none">• Endospermo. Es la parte central de la cual se obtiene la harina• Capa aleurónica. Es la cubierta externa del endospermo. No contiene almidón. Es rica en proteína y aceite• Salvado. Es la capa que cubre el grano y le da su color característico. No es digestible y debe ser eliminada durante la molienda.• Germen. Es la parte reproductora del grano. El embrión es rico en proteínas y aceites. Contiene también vitamina B.	

4.4.2 El consumo del trigo

Casi todo el trigo se destina a la fabricación de harinas para panificadoras y pastelería. En general, las harinas procedentes de variedades de grano duro se destinan a las panificadoras y a la fabricación de pastas alimenticias, y las procedentes de trigos blandos a la elaboración de masas pasteleras. El trigo se usa también para fabricar cereales de desayuno y, en menor medida, en la elaboración de cerveza, whisky y alcohol industrial. Los trigos de menor calidad y los subproductos de la molienda y de la elaboración de cervezas y destilados se aprovechan como piensos para el ganado. Se destinan pequeñas cantidades a fabricar sucedáneos del café, sobre todo en Europa; el almidón de trigo se emplea como apresto de tejidos.

4.4.3 Proceso de molienda

El grano de los cereales era un importante elemento nutritivo en la prehistoria. Al principio se comía sin moler ni cocinar; la referencia más antigua al trigo molido se remonta a los tiempos del antiguo Egipto. En los procesos más primitivos de molienda, el grano se reducía a fragmentos por medio de un mortero. El primer dispositivo para obtener harina consistía en dos superficies ásperas, llamadas ruedas de molino, entre las que el grano quedaba reducido a polvo. Hasta que los rodillos fueron sustituidos por piedra, el único cambio significativo en la molienda fue la adaptación de nuevas fuentes de energía.

Los procesos de molienda actuales empiezan por la limpieza del grano. El trigo que llega a los molinos suele estar mezclado con otras materias, como paja, residuos, guijarros, arena y diversos tipos de semillas. Los materiales gruesos y finos se eliminan por medio de cribas, pero las semillas y otros objetos de tamaño similar al de los granos de trigo deben separarse por otros medios. Cilindros y discos con perforaciones de diversos tamaños no sólo separan las partículas extrañas, sino que también clasifican el grano por tamaños. El trigo se limpia después pasándolo por un cilindro revestido de esmeril. El templado, un proceso en el que se ajusta la humedad para facilitar la separación del grano de la cáscara, es el último paso en la preparación para la molienda.

Gracias al desarrollo de variedades de trigo que no requieren una intensa fricción de las ruedas de molino, la mayor parte de la molienda se realiza hoy con molinos de rodillo. Unos rodillos acanalados reducen de forma progresiva el trigo a polvo, separando el grano de la cáscara. La molienda inicial se realiza en fases, en la última se obtiene salvado, acemite y harina. La harina acabada está formada casi en su totalidad por el llamado endospermo, o tejido de almacenamiento de los alimentos de la semilla. El acemite está formado por fragmentos de endospermo, fragmentos de cáscara y salvado con partículas adheridas. El salvado, la cáscara molida del

grano, se usa como alimento para el ganado y para aportar fibra en la elaboración de productos integrales.

Entre fase y fase de la molienda, y tras la fase final, el producto molido se criba. Se emplean tres tipos de mecanismos: una serie de cribas dispuestas una sobre otra; un cilindro cubierto con tela de seda o tela metálica de un calibre capaz de retener el acemite; y la centrífuga, una adaptación de lo anterior equipada con palas que lanzan el producto contra la criba.

Las harinas más finas se obtienen del acemite que queda después de este proceso. La harina se extrae por un proceso llamado purificación. Una máquina purificadora suele ser una criba atravesada por un chorro de aire, que separa las partículas de harina al hacerlas pasar por los orificios de una trama instalada en la misma.

4.5 Alteraciones del trigo

Las alteraciones que se pueden presentar en un grano de trigo son: granos picados, germen dañado, daños por hongo, inmaduros, quebrados, fracturado, otros colores, grano pico rojo. Esto causa mal aspecto al grano por lo que da una harina de muy mala calidad.

4.6 Harina Integral de Trigo

El grano de trigo tiene la siguiente composición: endospermo 85%, salvado 12.5%, germen 2.5% sin embargo, la composición de la harina de trigo, varía considerablemente de acuerdo a la clase de trigo, a su país de origen y a la proporción de partes externas eliminadas en el proceso particular de molienda (Elías, 1972).

4.7 Uso de las harinas integrales de trigo

El uso que se les da a la harina de trigo va dirigido a procesos de panificación, a la elaboración de panes, pasteles, galletas, dulces, pastas, entre otros.

4.8 Control de Calidad de la Harina de trigo integral

Se realiza una inspección de la materia prima donde se verifica que el grano que va dirigido para la molienda este en buen estado, se dispone a realizar los análisis bromatológicos, los cuales determinaran si sus valores entran en los rangos, lo cual determinara su aceptación o rechazo.

4.9 Propiedades fisicoquímicas de la Harina Integral de Trigo

Para propósitos de control de calidad se determinaron los siguientes análisis como son: las pruebas de azúcares totales, pH, extracto etéreo, proteína, humedad, cenizas, fibra cruda, fibra dietética, energía, así como determinar el color, olor y textura, y en producto terminado el sabor, estas son utilizadas para comprobar que las características presentadas por las muestras son las aceptadas para la elaboración de productos (tabla No. 2).

Tabla No. 2 Componentes de la harina integral de trigo

Propiedades	Harina Integral (95-100%)
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 B ₁ (mg./100 g)	0.40
Ácido nicotínico (mg./100 g)	6

Fuente: Análisis químicos de alimentos (Harold Egan, Ronald S. Kirk, Ronald Sawyer), Ed. CECSA, México

4.10 El nopal

4.10.1 Descripción del nopal

El nopal (*Opuntia ssp.*, *Cactaceae*) es endémico de América y existen 258 especies reconocidas, 100 de las cuales se encuentran en México quien cuenta con una superficie aproximada de 10,000 Ha. de plantaciones especialmente en Nopal para consumo humano. Así mismo, el nopal puede ser un cultivo alternativo para zonas que están teniendo problemas por bajos rendimientos debido al empobrecimiento paulatino de los suelos, o en lugares donde hay deficiencia de agua para los cultivos tradicionales.

En México se le llama nopal a varias especies del género "Opuntia" de la familia "Cactáceas". En el libro Cactáceas de México de (Helia Bravo 1978) para los nopales presenta dos géneros Opuntia y Nopalea.

El género *Opuntia* en México presenta cinco subgéneros, diecisiete series y ciento cuatro especies. El género *Nopalea* presenta diez especies de las cuales la “*Nochenillifera*” se utiliza como Nopal Verdura.

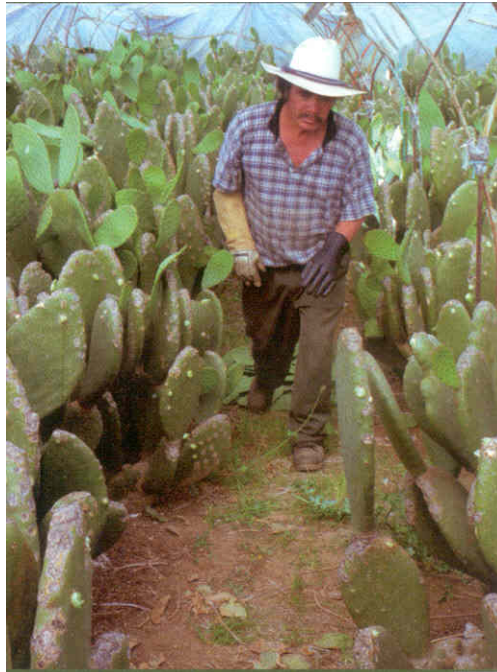
En resumen de las ciento cuatro especies de *Opuntia*, quince especies se utilizan para forraje, cinco para fruta y tres para verdura.

Dentro de la historia de nuestro país, una imagen ligada a su desarrollo, la constituye el Nopal, elemento fundamental para la mitología histórica en la fundación de la cuna de la civilización azteca y su capital, tenochtitlán. La planta llamada por los aztecas *nochtli* o *nopalli*, es una cactácea endémica del continente americano perteneciente a los géneros *Opuntia* *Nopalea*. La planta fue llevada a Europa por los primeros colonos españoles establecidos en México y se han cultivado a lo largo de la costa mediterránea desde el siglo XVII (Retamal y col., 1978 citado por Ramos-González., 2001. Se desarrolló en regiones áridas y semiáridas de nuestro país.

La temperatura para su buen desarrollo oscila entre un rango óptimo de 16 a 28°C, soportando una máxima de 35°C, sin sufrir afecciones graves. Las temperaturas mínimas van de 10 a 0°C y afectan fuertemente al cultivo, pudiendo incluso causar su muerte en el caso de las heladas por debajo de las temperaturas mencionadas. El rango de precipitación varía desde los 150 hasta 800 mm de precipitación media anual distribuida. El nopal se cultiva en una altura de los 800 a 2,400 metros sobre el nivel del mar, aún cuando se encuentra hasta los 3,000 msn, y existen especies que ayudan a la estabilización de dunas, en las costas. El tipo de suelo en que se desarrolla es el volcánico, y calcáreo de textura franca; en los franco-arenosos, franco arenoso-arcilloso y arenas francas, con un pH de 6.5 a 8.5.

La plantación se hace en abril a mayo, o bien en algunos casos en octubre-noviembre, posterior a las lluvias, en un terreno limpio, preparado y en cepas de 40x40x40 centímetros. La penca se entierra hasta la mitad de su largo y se apisona levemente la tierra. La plantación se realiza con una densidad de 40,000 a 55,000

plantas por hectárea, dependiendo de la variedad, condiciones y características del suelo y del clima del lugar, en terrenos apropiados con pH neutro y sin problemas de plaga el nopal puede llegar a vivir hasta 80 años (figura No.5).



Fuente: Claudia Adita Ruiz, 2005. El campo en el DF, en el abandono. Día V Año 1 No. 7.

Figura No. 5 El cultivo del nopal

El nopal es un vegetal arborescente de 3 a 5 m de alto, su tronco es leñoso y mide entre 20 a 50 cm. De diámetro. Forma artículos oblongos (Pencas) de 30 a 60 cm. de largo x 20 a 40 cm. de ancho y de 2 a 3 cm. de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas, produce flores de 7 a 10 cm de largo, su fruto es oval de 5 a 10 cm. de largo x 4 a 8 cm. de diámetro y su color puede ser amarillo, anaranjado, rojo, purpúreo con abundante pulpa carnosa y dulce.

Por su parte, las pencas de nopal son un alimento delicioso, tanto cuando se consumen en crudo como ligeramente asadas. También sirven como forraje para el ganado. Contienen proteínas y minerales, como calcio y potasio, en gran cantidad;

son ligeramente laxantes, contribuyen a disminuir los niveles de colesterol y de glucosa, facilitan la eliminación de parásitos, sirven como tónico cardiaco. En los últimos años del siglo XX ha resurgido el interés por el nopal como fuente alimenticia y de salud, de manera que se ha incrementado su consumo no sólo en su estado fresco, sino también deshidratado, como un complemento indicado en la medicina naturista.

4.10.2 Clasificación Taxonómica

Reino	Vegetal
Subreino	Embryophyta
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledonese
Subclase	Dialipétalas
Orden	Opuntiales
Familia	Cactáceas
Subfamilia	Opuntioideae
Tribu	Opuntiae
Género	Opuntia
Subgénero	Plantyopuntia

Fuente: **Cristina Barros y Marco Buenrostro, 1998**. El maravilloso Nopal sus propiedades alimenticias y curativas, Editorial grijalbo, México, D.F.

4.10.3 Usos y aplicaciones de la harina 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.

Los estudios realizados por el Instituto Mexicano del Seguro Social han mostrado que la administración en ayunas de cladodios de nopal a individuos sanos y diabéticos causa disminución de glucosa. En los primeros produjo menor elevación de glucosa y de la insulina sanguínea. No ha sido posible determinar el principio activo del nopal que tiene acción sobre el metabolismo de los glúcidos, aunque la reducción de glucosa e insulina observada en estos estudios ha llevado a sospechar que existe una mayor sensibilidad a la insulina inducida por ingestión del nopal.

Adicionalmente, la fibra disminuye el nivel de lipoproteínas de baja densidad (que son las que se acumulan en las arterias causando problemas de aterosclerosis). También disminuye el colesterol en la sangre al interferir en la absorción de grasas que realizan los intestinos.

4.10.4 Comercialización

El método utilizado para comercializar el nopal de verduras se inicia a pie de huerta en entregar el producto debidamente empacado a los comisionistas en plaza, para que lo vendan al detallista y posteriormente éstos al consumidor.

Los márgenes de comercialización del nopal, en sus diferentes formas de aprovechamiento, son muy fluctuantes, ya que guardan una relación directa con la estacionalidad de la producción y el nivel de intermediarismo, con lo que se deduce que estos fenómenos son los que determinan que los mayores beneficios se queden en la comercialización más que en la producción del nopal.

Los principales mercados del nopal verdura en el país son: ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla, San Luis Potosí, Cuernavaca, Morelia, Torreón y Guanajuato.

4.10.5 Industrialización

Los usos del nopal son múltiples, este producto se caracteriza por su alto contenido de humedad y es susceptible a la deshidratación, oxidación, ataque de microorganismos, así como el contenido de gomas y mucílagos lo que hace difícil su conservación en fresco, limitando el comercio de la hortaliza a mercados, donde exista el acondicionamiento tecnológico de la cadena en frío, de manera tal que llegue desde el productor hasta el consumidor final.

El procesamiento de nopal se da principalmente para fines de exportación, siendo dos los productos de mayor demanda, el nopal salmuera y nopal escabeche.

4.10.6 Composición Química

Los principales componentes del nopal son: agua, minerales y carbohidratos. Los minerales son variables, pues dependen del tipo y calidad del suelo en que se desarrolla la planta (Cristina Barros y Carlos Buenrostro 1998).

La composición del nopal se muestra en la (tabla No. 3), así como el análisis bromatológico del nopal seco se presenta en la (tabla No. 4).

Tabla No. 3 valor nutritivo en 100 g de peso neto de nopal fresco.

Concepto	Contenido
Porción Comestible	78.00
Energía (Kcal.)	27.00
Proteína (g)	1.70
Grasa (g)	0.30
Cho's (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> 02/04/2005 P.M. 4.25

Tabla No. 4 Análisis Bromatológico del Nopal Seco

Determinación	Método	Resultado
		Base seca
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> 02/04/2005 P.M. 4.25

4.10.7 Fibra Dietética de la harina de nopal

Existe evidencia a nivel mundial de que, la carencia de fibra dietética en la dieta puede ser un factor causal de numerosas enfermedades denominadas “enfermedades de la civilización”, como son los problemas cardiovasculares, diabetes, obesidad, diverticulitis, etc.

Actualmente se dispone de numerosos vegetales de las cuales se obtiene fibra dietética y se han llevado a cabo estudios que indican que la harina de cladodio (penca) de nopal (*Opuntia ficus indica*) posee un alto contenido de fibra, por lo que puede ser una buena alternativa como fuente para el enriquecimiento de dietas deficitarias de este elemento.

No todos los alimentos poseen las condiciones apropiadas para ser enriquecidos con fibra y el ideal es que los beneficios incorporados a los productos alimenticios sean accesibles a gran parte de la población. Los productos en polvo para elaborar, jugos, jaleas, budines, flanes, etc., por tratarse de productos de rápida preparación, han encontrado gran aceptación por parte de los consumidores en diversos países y pueden constituir uno de aquellos grupos que se pueden enriquecer con elementos nutritivos valiosos, como lo es la fibra dietética.

4.10.8 Deshidratación del nopal para la obtención de la harina

La deshidratación es un método de conservación de los alimentos, consiste en eliminar la mayor cantidad de agua presente en el nopal, el secado es un método tradicional, consiste en poner el nopal a secar en una estufa alrededor de 1-2 días hasta que este completamente seco, posteriormente se saca y se lleva a un proceso de molienda, que es aquí donde se obtiene la harina de nopal, finalmente se envasa y se sella herméticamente, para su mejor conservación.

La ventaja de deshidratar un alimento es que éste tendrá una mayor vida de anaquel.

El secado se utilizaba ya en la prehistoria para conservar numerosos alimentos.

4.10.9 Mucílago del nopal

Después de la harina de nopal, el producto más interesante es el mucílago, ya que a partir de éste se puede elaborar shampoos, cremas, enjuagues, etc. Es

factible desde el punto de vista tecnológico elaborar cremas comerciales a partir de extracto de nopal utilizando las propiedades humectantes, limpiadoras y refrescantes del mucílago. Estas propiedades se deben al contenido de polisacáridos, tales como: Rammnosa, Galactosa, Arabinosa, Xilosa y Ácido Galacturónico, además de su contenido de minerales.

El mucílago de nopal se puede extraer con agua en medio acidulado, precipitando posteriormente los polisacéridos con alcohol y con una posterior deshidratación.

4.11 Carbohidratos

Los carbohidratos o sacáridos son moléculas compuestas de carbono, hidrógeno y oxígeno. El término sacárido deriva de la palabra griega *sakcharon*, que significa azúcar. El nombre de carbohidrato o “hidrato de carbono” hace referencia al hecho de que la proporción de hidrógeno a oxígeno generalmente es igual que la del agua.

Probablemente los dos principales grupos dentro de la familia de carbohidratos sean los azúcares hexosa, que tienen seis. Ambos tienen la fórmula general $C_2H_{2n}O_n$.

4.11.1 Clasificación

Los carbohidratos suelen clasificarse en: monosacáridos, son aquellos que son incapaz de hidrolizarse a una forma más simple. Disacáridos, son aquellos que pueden hidrolizarse a dos moléculas disacáridas. Oligosacáridos, son aquellos carbohidratos compuestos por menos de diez monosacáridos unidos se designan oligosacaridos. Polisacáridos, son los carbohidratos compuestos por más de diez monosacáridos unidos designan oligosacáridos.

4.11.2 Fibras dietéticas

El término fibra dietética se utiliza para describir a aquellas partes de la dieta que no son descompuestas por las enzimas del estómago y el intestino delgado y que por consiguiente entran al intestino grueso sin experimentar cambio alguno. La fibra consiste en el material esquelético de las plantas (la resistente parte estructural de tallos, semillas, cáscaras y hojas).

La fibra dietética está compuesta casi en su totalidad de polisacáridos especialmente celulosa, hemicelulosa, pectina y protopectina. Asimismo, pueden estar presentes en menor grado materiales que no son carbohidratos como la lignina (un constituyente de la madera). El almidón no se clasifica como fibra dietética puesto que es digerido y absorbido en el intestino.

Los alimentos ricos en fibras dietéticas por lo general no poseen un carácter fibroso notable; la fibra dietética no confiere aspereza o “fibrosidad” y por lo general no es detectada por la lengua.

4.12 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de los alimentos es una función primaria del hombre: desde su infancia y de una forma consciente, acepta o rechaza los alimentos de acuerdo con las sensaciones que experimenta al consumirlos. De esta forma, se establecen unos criterios para la selección de los alimentos, criterios que inciden sobre una de las facetas de la calidad global del alimento, la calidad sensorial. La evaluación de esta calidad se lleva a cabo mediante una disciplina científica, el análisis sensorial, cuyo instrumento de medida es el propio hombre.

4.13 Características sensoriales de los alimentos

4.13.1 Textura

La textura de los alimentos es el resultado de la percepción de estímulos de distinta naturaleza, ya que su evaluación por el hombre no es instantánea, sino que comprende diferentes aspectos de un proceso dinámico (percepción visual de la superficie del producto, comportamiento de éste durante su manipulación previa a la ingestión e integración de las sensaciones bucales experimentadas durante la masticación y deglución), que se integran en el cerebro para dar una sensación única. Para controlar industrialmente la textura de un producto, se considera suficiente evaluar un atributo, sobre todo cuando éste predomina sobre el resto de la sensación final de textura. En muchos casos, y para un gran número de alimentos, el atributo de textura predominante está bien definido y su control instrumental se resuelve seleccionando la variable mecánica responsable de la sensación; en otros, el predominio de un atributo no está tan claro y antes de seleccionar el método instrumental hay que determinar qué atributo o atributos influyen en la textura.

4.13.2 Color

El color de los alimentos es el resultado de la percepción de estímulos visuales, ya que la atracción de un alimento se adquiere a primera vista, es de allí de donde nace la necesidad de degustarlo, es muy bien dicho que “de la vista nace el amor”.

Hay toda una variedad de compuestos orgánicos, algunas sustancias químicas sintéticas y pigmentos naturales de plantas (incluida la clorofila), carotenoides y antocianinas, que se pueden añadir a los alimentos para mejorar su color. También se emplean como colorantes algunas sales minerales; las sales de calcio y hierro pueden mejorar el valor nutricional de un alimento así como su color.

Además de proporcionar placer, el color de los alimentos se asocia con otros atributos. Por ejemplo, la madurez de frutas como plátanos y fresas, se juzga por el color. El tostado muy oscuro es probable que se rechace por anticiparse a un sabor a quemado, algo amargo (Charley, 1991).

4.13.3 Sabor

El sabor de los alimentos es el resultado de la percepción de estímulos gustativos, ésta es causada por presencia de componentes volátiles y no volátiles del alimento saboreado en la boca. La técnica para conseguir la descripción detallada y la medición de todos y cada uno de los componentes o notas del sabor de un producto alimenticio (Ackerma, 1990).

Aquí se encuentran los dulcificantes, tales como los extractos naturales de frutas y hierbas, y compuestos sintéticos que imitan los sabores naturales. Aparte de éstos, hay otros compuestos que se emplean para mejorar el sabor de los alimentos sin aportar su propio sabor, como el ácido glutámico y sus sales (sobre todo el glutamato monosódico) y los derivados del ácido nucleico.

La tecnología alimentaría no implica sólo el estudio del procesado de alimentos y sus aplicaciones, sino también el estudio de cómo el procesado y la composición de los alimentos afectan a sus características organolépticas (sabor, textura, aroma y color). En los últimos tiempos somos muy conscientes de hasta qué punto es necesaria una dieta sana y equilibrada.

4.14 Importancia de las propiedades sensoriales de los alimentos

1.- Color es la impresión que produce en la vista los rayos de la luz reflejada por un cuerpo, convirtiéndose así en un atributo del mismo, y por ende, en una propiedad sensorial.

El color de cualquier objeto tiene cuatro características:

- 1) El tono, determinado por el valor exacto de la longitud de ondas de luz reflejada.
- 2) La intensidad, dependiente de la concentración de pigmentos presentes en el objeto.
- 3) El brillo, que resulta de la relación entre la cantidad de luz que es reflejada por el cuerpo y la luz incidente sobre él.
- 4) La luminosidad o valor, que diferencia a los colores según si son más claros o más oscuros.

2. Olor el olor es la percepción de sustancias volátiles por medio de la nariz.

Los estímulos olfatorios son partículas dispersas en el aire que estimulan la pituitaria. Las sensaciones mixtas permitidas por los olores son subjetivas. Según su intensidad o potencia y resistencia, se distinguen olores: aromáticos, frutíferos, floríferos, etéreos, ardientes, pútridos. La cantidad mínima de sustancia olorosa necesaria para que sea percibida como tal es denominada umbral de percepción, la que varía enormemente para cada olor, para cada persona y para cada especie animal.

3. Aroma el aroma, como principal componente del sabor, es la sensación causada por la percepción de sustancias olorosas de un alimento que es puesto en la boca.

Al evaluar el aroma se induce la difusión de las sustancias aromáticas por la membrana palatina y la mucosa pituitaria, aspirando luego por la nariz para percibir el olor de las sustancias que se volatizan desde la boca y completar así en análisis sensorial (Shepherd, 1980; citado por Anzaldúa-Morales, 1994).

4. Sabor el sabor, como sensación, es definido como la interpretación psicológica de la respuesta fisiológica a estímulos físicos y químicos, causados por la presencia de componentes volátiles y no volátiles del alimento saboreado en la boca. Luego, el

sabor resulta de la combinación de cuatro propiedades: olor, aroma, gusto, textura, por lo que su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado.

Si varios sabores se perciben simultáneamente, se producen fenómenos de compensación, enmascaramiento y contraste, lo que posibilita que el sabor de un alimento sea anulado o transformado.

5. Gusto el gusto es la sensación quimiorreceptora de sustancias capaces de ser perceptibles por receptores especializados situados en el dorso de la lengua, así como en el istmo de las fauces, velo del paladar y epiglotis, llamados botones o corpúsculos gustativos. Los cuatro gustos o sabores primarios posibles de ser percibidos son: salado, dulce, amargo y ácido, así como las combinaciones entre estos.

6. Textura la textura es la propiedad de los alimentos que se detecta por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación.

La evaluación sensorial ofrece la oportunidad de tener análisis completos de las propiedades de textura de un alimento como son percibidos por los sentidos humanos.

7. Apariencia en evaluación sensorial la apariencia se define como el aspecto exterior que presentan los alimentos, resultante a apreciar con la vista su color, forma, tamaño, estado y características de su superficie.

La apreciación de la conjunción de todos estos atributos resulta ser de relevante importancia en la aceptación del alimento para su consumo. La frescura, el grado de madurez, entre otras características que definen su calidad viene a ser lo

primero que capta el consumidor antes de percibir y comprobar por otros estímulos dicha apreciación.

4.15 Pruebas sensoriales

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo con diferentes pruebas, según sea la finalidad para la que se efectuó. Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas Afectivas, las Discriminativas y las Descriptivas.

1. Pruebas Descriptivas

En las pruebas descriptivas se trata de definir las propiedades del alimento y medirlos de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento (Amerine y col., 1965).

Las pruebas descriptivas, por lo tanto, proporcionan mucha más información acerca del producto que las otras pruebas; sin embargo, son más difíciles de realizar, el entrenamiento de los jueces debe ser más intenso y monitorizado (Anzaldúa-Morales, 1982).

2. Pruebas Discriminativas

Las pruebas discriminativas son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia (Larmond, 1977).

Estas pruebas son muy usadas en control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme, si son comparables a estándares, etc. (Kramer y Twigg, 1972).

3. Pruebas Afectivas

Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro (Larmond, 1977). Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y éstos son más difíciles de interpretar (Zmerine y col., 1965, Anzaldúa-Morales y Brennan, 1984), ya que se trata de apreciaciones completamente personales. Dentro de las pruebas afectivas tenemos las pruebas de aceptación, de preferencia y de nivel de agrado o hedónicas.

Pruebas hedónicas

Esta fue la prueba aplicada a los 100 jueces no entrenados, con el fin de determinar las mantecadas de mayor aceptabilidad.

Los estudios de naturaleza hedónica son esenciales para saber en que medida un producto puede resultar agradable al consumidor. Puede aplicarse pruebas hedónicas para conocer las primeras impresiones de un alimento nuevo o profundizar más y obtener información sobre su agrado de aceptación o en que momento puede producir sensación de cansancio en el consumidor. El término hedónico proviene del griego *hedond*, que significa placer, y hace referencia a la atracción subjetiva del individuo por el producto a evaluar. En consecuencia el objetivo de una prueba hedónica es obtener una respuesta personal, de acuerdo al nivel de agrado de un consumidor-potencial o habitual-, sobre un producto concreto, una idea o proyecto de producto o simplemente una característica específica del mismo

CAPITULO 5



MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materia prima

- Nopal (*Opuntia ssp*) se adquirió en la central de abastos de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México, los cuales se lavaron perfectamente y se seleccionaron
- Harina de Trigo integral (“La Perla y Harina para Hot Cakes Integral) adquirida en un supermercado
- Leche (pasteurizada “ Lala “)
- Sal de mesa (La Fina)
- Miel de abeja (Members)
- Azúcar morena (Marca Soriana)
- Aceite (Capullo)
- Manteca hidrogenada (INCA)
- Margarina (Primavera)
- Huevos (San Juan)
- Vainilla (Ciervo)
- Canela molida
- Nuez (corazón)
- Rexal (ProMesa)

5.2 Materiales

- Se utilizó material de vidrio de uso general de laboratorio, aparatos eléctricos (batidora marca Hand Mixer, licuadora marca Osterizer).
- Material de cocina:
 - Cucharas
 - Cuchillos
 - Cernidor

5.3 Equipo y Reactivos químicos

- Los equipos y reactivos se mencionan en cada una de las técnicas elaboradas

5.4 Metodología experimental

5.4.1 Selección de la materia prima

La selección de la materia prima se realiza en el mercado de abastos de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México y se obtuvo un producto en buen estado y fresco.

5.4.2 Deshidratación del nopal y obtención de la harina

El nopal se lavó, se limpió y se eliminaron perfectamente todas las espinas y bordes, se cortó en cubos uniformes de 1 cm por lado aproximadamente, los cuales se colocaron en charolas de aluminio y se secaron en una estufa (Marca, Robertshaw) a una temperatura de 55-60°C por 48 horas.

Posteriormente el producto seco se molió en un molino (Wiley), con una abertura de malla de 1mm, para la obtención de la harina (figura No. 6)

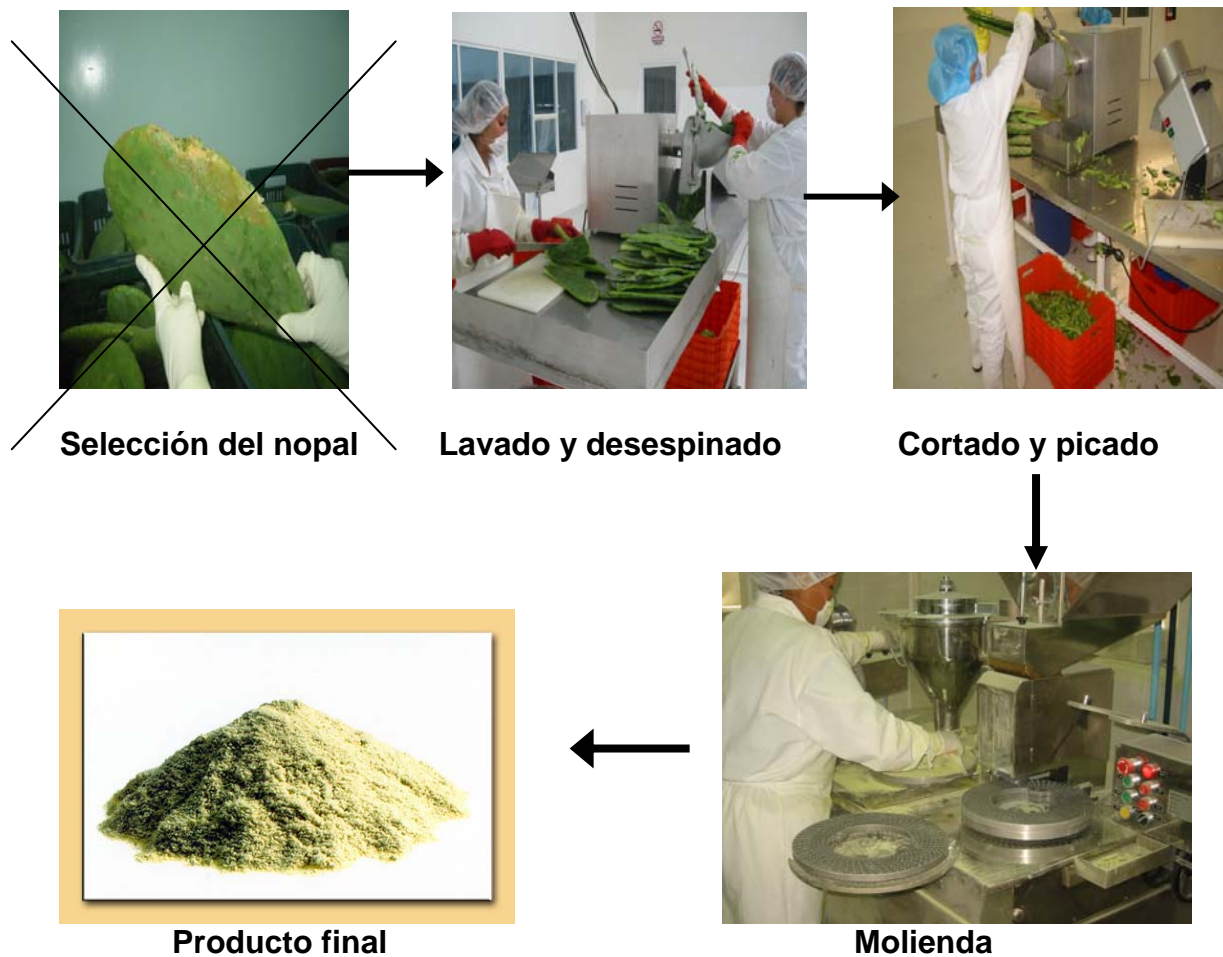


Figura No. 6 Diagrama de la Industrialización de la harina de nopal

Este proceso es utilizado a nivel industrial, para el nivel artesanal la cantidad obtenida de harina de nopal, depende del tamaño y peso del nopal, aproximadamente por cada 19 Kg. de nopal entero se obtienen 838.9 g de harina de nopal.

Rendimiento

De 19 Kg. de nopal fresco, se obtiene 17.032 Kg. de nopal limpio, sin espinas y cortado, la cantidad recuperada del secado es de 1.280 Kg. así mismo se lleva a molienda y se obtiene 839.9 g de harina de nopal por lo tanto del 100% del nopal fresco se recupera el 4.42% en harina de nopal.

5.4.3 Determinación de Materia seca total y Humedad

Se utilizaron crisoles de porcelana a peso constante de la estufa (Marca Thelco, modelo 27) que presenta temperaturas de 100-103°C estos crisoles han sido colocados por periodos de 12 horas con el fin de mantenerlos a peso constante, se toman los crisoles necesarios, se colocan en un desecador por período de 15-20 min. Hasta peso constante, enseguida se pesan en una balanza analítica (Marca AND serie. 12310970) y se registra el peso. Posteriormente se le agregan 2 g de muestra y se colocan en la misma estufa por 24 horas, por ultimo se pesa el crisol con muestra, y se efectúan las operaciones correspondientes.

$$\% \text{ Materia Seca Total} = \frac{\text{Peso del crisol con muestra} - \text{Peso del crisol solo}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ Humedad} = 100 - \text{MST}$$

5.4.3.1 Determinación del contenido de minerales

Después de haber determinado la MST, el contenido de esa muestra se pasa a una parrilla para preincinerar hasta que ya no salga humo, el crisol se coloca en la muffla (marca Thermolyne modelo 1500), con temperaturas de 100-900°C a 600°C por 3 horas, se enfría por 30 min. En un desecador y se pesa.

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso del crisol con ceniza} - \text{Peso de crisol seco}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

5.4.4 Determinación de proteína Cruda por método de MicroKjeldhal

Se pesan 0.05 g de muestra envuelta en papel, se pasa a un matraz Kjeldhal de 800 ml., se le agregan 2 perlas de vidrio (para que esté en ebullición constante), se coloca 4 ml. de mezcla digestora, y se conecta al aparato Kjeldhal hasta digerir a color cristalino.

Para el método de destilación con equipo Rapid Distillation Unit Labconco, se enjuaga con 1 ml. de agua destilada el resultado de la digestión, se vacía a la copa del equipo de destilación, se enjuaga con poco agua y se cierra la llave, se le adiciona NaOH al 50% hasta la mitad del nivel de la copita, se recibe 70 ml. del destilado, en un vaso con 30 ml. de ácido bórico al 2.2% y 5 gotas de indicador mixto, finalmente se titula con ácido sulfúrico al 0.025 N, y calcular (figura 7).

NOTA: Para la determinación de muestras se utiliza el factor 6.25, mientras que para la determinación de harinas su factor cambia a 5.7.

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(\text{ml. Gastados } H_2SO_4 - \text{Blanco } 0.3)(N \text{ ácido } H_2SO_4)(0.014) \times 100 \times 6.25}{\text{g de muestra}}$$

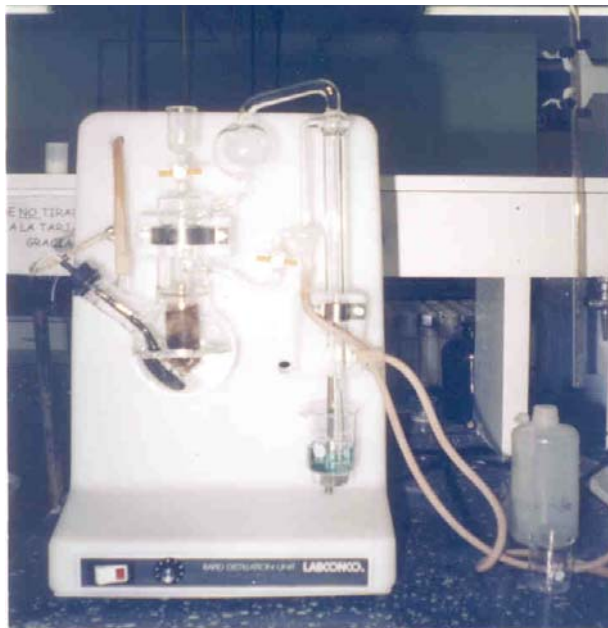


Figura No. 7

5.4.5 Determinación del contenido de lípidos (Extracto Etéreo) Método Soxhlet

Se determina de acuerdo al método de Soxhlet, que consiste en la extracción de compuestos no polares por medio de calor.

Se colocan en una estufa los matraces bola de fondo plano con tres perlas de vidrio por un periodo de 12 horas, transcurrido este tiempo se sacan de la estufa y se colocan en un desecador de 15 –20 min. hasta peso constante, se pesan 4 g de muestra en un papel filtro, se coloca en un cartucho de celulosa, se identifica el cartucho. Se agrega 250 ml. éter etílico a los matraces bola, el cartucho se coloca en el sifón Soxhlet y estos se conectan al matraz bola y al refrigerante, se realiza la extracción por 4 horas para desengrasar, transcurrido el tiempo se retira el cartucho con pinzas y se recupera el solvente excedente. Se retira de los nidos. Los matraces bola se colocan en la estufa durante 12 horas, finalmente se enfrían en el desecador de 15-20 min. Y se pesan (Figura 8).

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{\text{Peso del matraz con lípidos} - \text{Peso del matraz solo}}{\text{g de muestra}} \times 100$$



Figura No. 8

5.4.6 Determinación de fibra cruda

Se pesan 2 g de muestra desengrasada, se pasa a un vaso Bercellius, se agrega 100 ml. de ácido sulfúrico N = 0.255, el vaso se coloca en el digestor (marca Labconco serie. 54781), abrir el sistema de enfriamiento y encender la parrilla y calentar a una temperatura entre 80-90°C cuando la muestra empiece a hervir contar 30 min., se saca y se filtra en tela de lino, el cual se coloca sobre el embudo, se lava con 3 porciones de 150 ml. de agua destilada caliente, hasta quitar la reacción ácida. Se pasa la muestra que queda en la tela, al vaso de Bercellius nuevamente, se agrega 100 ml. de hidróxido de sodio N = 0.313 por 30 min. retirar la muestra, filtrar y lavar con agua caliente con 3 porciones de 150 ml., hasta quitar la reacción alcalina, se retira la fibra y pasarla a un crisol de porcelana con ayuda de una espátula; el crisol con la fibra se pasa a la estufa por 12 horas, se retira el crisol, se enfría y se pesa, se lleva a preincinerar y se mete a la mufla a una temperatura de 600°C por 3 horas, finalmente se saca y se coloca en un desecador por 30 min. y pesar (figura No. 9).

$$\% \text{Fibra Cruda} = \frac{\text{Peso del crisol con fibra seca} - \text{Peso del crisol con fibra cenizas}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

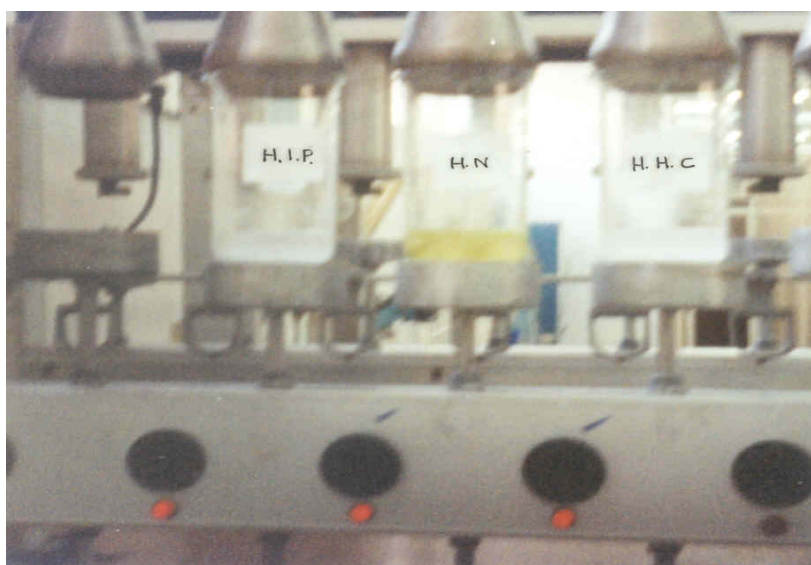


Figura No. 9

5.4.7 Determinación de fibra dietética

Se pesan 0.5 g de muestra molida, se transfiere a un vaso Bercellius de 600 ml., se le agrega 50 ml. de solución neutro detergente se conecta al aparato de reflujo por un periodo de tiempo de 1 hora, a partir de cuando empiece a hervir, se baja la temperatura para poner a ebullición suave, transcurrido el tiempo, sacar del aparato, filtrar y lavar con agua destilada caliente, para eliminar el exceso de solución, con ayuda de vacío y a través del papel filtro (previamente secado y pesado) sin ceniza, hasta que ya no haga espuma, se coloca en la estufa a secar a una temperatura de 100-103°C, se saca de la estufa, se enfría en desecador por un periodo de 10 min y se pesa.

$$\% \text{ F.D.} = \frac{\text{Peso de papel con fibra} - \text{Peso del papel sin fibra}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

5.4.8 Determinación de azúcares totales

Se determinó de acuerdo al método propuesto por Dubois (1956). Se coloca en un tubo 1 ml de muestra, en un baño de hielo. Se temperizó por 1 min., se adiciona 2 ml. de fenol sulfúrico lentamente por las paredes del tubo. El reactivo fenol (contiene H₂SO₄ concentrado y fenol, debe usarse solo durante 24 horas iniciales de la preparación) se dispone el tubo en un baño a ebullición durante 5 minutos, se enfría a temperatura ambiente y se lee la absorbancia en un espectrofotómetro. (Marca 20 Genesy TM) se debe usar una curva de sacarosa (figura No. 10).



Figura No. 10

5.4.9 Determinación de Contenido Energético mediante bomba calorimétrica

El principio de este sistema consiste: en medir la cantidad de calor en términos de calorías de los hidratos de carbono, proteínas y lípidos. La cual consta de una cámara aislada en la que se lleva a cabo la combustión del alimento, en una atmósfera rica en oxígeno, el calor generado se mide en términos del incremento de la temperatura. Se pesó una muestra seca de 0.8 g, se coloca en la cápsula de combustión. Colocar la tapa de la bomba sobre un soporte, Separadamente cortar 10 cm de alambre de ignición y conectarlo en la cámara, se coloca la cápsula de combustión con la muestra en el electrodo, y poner el alambre de ignición de tal manera que toque ligeramente la muestra, a continuación añadir un mililitro de agua destilada en la bomba y cerrarla con mucho cuidado apretando sólo con la mano.

En el recipiente de acero inoxidable añadir 2 Kg. de agua destilada, colocar el recipiente dentro de la chaqueta. Conectar la unión del tanque de oxígeno a la válvula de entrada de la bomba, A continuación abrir la llave del tanque de oxígeno y aplicar de 25 a 30 atmósferas de presión muy lentamente para evitar que la muestra se salga de la cápsula. Una vez alcanzada esta presión cerrar la llave del regulador y la del tanque de oxígeno. Separar la unión del tanque de oxígeno. Introducir con mucho cuidado la bomba al recipiente con agua, colocar los electrodos y cerrar el

calorímetro, conectar la unidad de ignición y el motor, esperar 10 minutos y registrar la primer lectura del termómetro (T_i), oprimir el botón de la unidad de ignición y esperar 10 minutos y registrar la segunda lectura del termómetro (T_f). Abrir el calorímetro, quitar los electrodos y sacar la bomba, secarla y dejar salir el CO_2 abriendo la válvula lentamente, abrir la bomba y colocar la tapa en el soporte. Enjuagar la cápsula de combustión y el interior de la bomba con agua destilada, pasar el contenido a un matraz erlenmeyer, agregar indicador anaranjado de metilo al 0.1% y titular con solución de carbonato de sodio 0.0725 N. se mide el alambre que no se quemó (figura No. 11).

$$\text{(Cal/g)} = \frac{(\Delta T^{\circ}\text{C}) (\text{E.H.B.}) - (10 \text{ cm de alambre} - \text{cm de alambre fundido}) (2.3 \text{ cal / cm})}{\text{- ml. de } Na_2CO_3 / \text{Peso de la muestra}}$$



Figura No. 11

Sal

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

- Se usa tal y como se extrae de las salineras, no refinada
- Debe ser salada y no amarga
- Debe de tener sales de 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.

Azúcar

Compuesto químico formado por C, H, O. En panificación se utiliza la sacarosa o azúcar de caña.

Funciones del azúcar en la panificación:

- Sirve de alimento para la levadura.
- Ayuda a una rápida formación de la corteza del pan debido a la caramelización del azúcar permitiendo que la temperatura del horno no ingrese directamente dentro del pan para que pueda cocinarse y también para evitar la pérdida del agua.
- El azúcar es higroscópico, absorbe humedad y trata de guardarse con el agua. Le da suavidad al producto.

Aceite Vegetal

Se obtiene sometiendo las semillas a un proceso de batido fuerte.

Manteca hidrogenada

Brinda un buen sabor al pan.

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-.

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.

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.

Los efectos que tiene al contener excesos de grasa en el pan son los siguientes:

- Pérdida de volumen
- Textura y gusto grasoso
- El pan tendrá características de masa nueva (fresca)

Huevos

El huevo es utilizado en la panificación para dar volumen al pan, al igual por sus nutrientes.

En conjunto, un huevo de gallina contiene por cada 100 g útiles (equivalente aproximadamente a dos piezas sin cáscara): 160 calorías, 0.6 g de glúcidos, 11.5 g

de lípidos, 12.8 g de proteínas, 74 g de agua y el resto corresponde a otros componentes (vitaminas y minerales). Pesa entre 40 y 70 g; desde el punto de vista de la relación entre contenido energético y volumen, los huevos aventajan claramente a la carne.

Existen una serie de conceptos erróneos sobre los huevos. El color blanco u oscuro así como el tamaño y el peso de los huevos, está relacionado con la alimentación de las aves y no con el valor nutritivo del huevo.

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 *Cinnamomum 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 utilizará.

5.4.12 Análisis sensorial

En las determinaciones sensoriales participaron 100 jueces no entrenados, entre estudiantes y trabajadores de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se emplearon personas con un rango de 18 a 65 años de edad

En la prueba hedónica se solicitó al juez que clasificara de acuerdo al agrado o desagrado de la mantecada; elaboradas con harina de nopal de acuerdo al incremento de color, sabor y textura, con el fin de determinar si existía una diferencia significativos entre los tratamientos, para lo cual se le colocó un código a cada muestra cuyo número identificara el porcentaje de nopal adicionado, se tomó una escala con cinco criterios, los cuales se clasificaron en las columnas correspondientes al color, sabor y textura.

Las mantecadas recién hechas se desmoldaron y se cortaron para darle al juez una porción apropiada para la evaluación, se colocaron en un plato térmico, con la muestra debidamente identificada (figura No. 12).



Figura No. 12

5.4.13 Diseño Experimental

El diseño experimental es la secuencia completa de pasos tomados de antemano para asegurar que los datos apropiados se obtendrán de modo que permitan un análisis objetivo que conduzca a deducciones válidas con respecto al problema establecido. Tal definición implica, por supuesto, que la persona que formule el diseño entienda claramente los objetivos de la investigación propuesta Jaime Moisés Rodríguez del Ángel (1991).

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con prueba de medias de Fisher ($\alpha = 0.05$), para la evaluación de 3.5%, 7%, 10.5% de harina de nopal. Cada muestra se trató por duplicado según la prueba, o hasta 8 repeticiones en el caso de energía.

Este tipo de diseño es el más simple de todos; en él se asignan al azar los tratamientos a un grupo de unidades experimentales previamente determinadas. Asimismo, todas las variables, excepto las que están en estudio, se mantienen constantes. Sin embargo, R. A. Fisher señala claramente que este tipo de diseño es inadecuado para muchos problemas de investigación, en virtud de que las leyes

naturales – biológicas- de hecho son controladas e influidas por diferentes causas (variables).

En general, este diseño no es el más adecuado para la experimentación de campo con plantas o animales mayores, pero es el más funcional para la evaluación de ciertos tipos de tratamientos en laboratorio e invernadero, o cuando dichos tratamientos son aplicados a unidades experimentales homogéneas (VER ANEXOS I al III).

CAPITULO 6



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados de caracterización química de la harina integral de trigo y la harina de nopal

Para obtener las características químicas de las harinas se llevo a cabo un análisis bromatológico los resultados se muestran en la (tabla No. 6). Se compararon con las técnicas recomendadas por el Laboratorio Nacional de Salud Pública de la Secretaria de Salud (Diciembre 2002) UANL Facultad de Ciencias Biológicas, observándose que el rango de las propiedades son similares, las ligeras variaciones se pueden deber a diferentes factores, tales como: clima, tipo de suelo y variedad de nopal.

En cuanto a la comparación con la harina integral y la descrita por el autor se puede apreciar que son poco variables.

Tabla No. 6 Caracterización Bromatológica de la harina de nopal, harina integral de Trigo “La Perla” y la harina integral “Hot Cakes”

Muestra	E(Cal)	G%	F.C%	P%	C%	F.D%	H%	M.S.T.%
H.N	N D	1.52	7.86	13.46	17.66	23.46	9.48	90.51
H.I.T	4.16	1.28	1.09	10.66	1.77	14.2	17.14	82.38
H.I.H.C.	4.04	1.27	0.71	7.21	4.38	6.34	7.82	92.17

H.N = harina de nopal, H.I.T. = harina integral de trigo, H.I.H.C. = harina integran para hot cakes, E = energía, G = grasa, F.C = fibra cruda, P = proteína, C = cenizas, F.D. = fibra dietética, H. = humedad, M.S.T. = materia seca total.

6.2 Adición de la harina de nopal a la harina Integral de trigo

6.2.1 Determinación de la harina de nopal con harina integral de trigo

Se realizaron las pruebas bromatológicas a cada una de las harinas, de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Con harina integral para “Hot cakes”**

Las muestras elaboradas con este tipo de harina presentaron un mejor sabor, mayor suavidad, apariencia y olor.

- **Con harina Integral “la Perla”**

En este caso, la textura del pan fue demasiado dura y muy oscura, lo cual no era muy atractivo; por otro lado la vida de anaquel fue de tan solo 2 días.

- **Con adición de nuez**

La adición de la nuez a la masa le proporcionó un mejor sabor a la mantecada, disfrazando un poco el sabor a nopal.

- **Con adición de edulcorante sabor a nuez**

Aunque esta alternativa representaría ser la mejor ya que adquiriría una menor cantidad de grasa, esa sería su ventaja, más sin embargo la desventaja era su sabor y apariencia ya que éste no era muy agradable en cuanto a sabor, color esto se comprueba realizando una pequeña evaluación, en la que se detectó el desagrado por esta muestra.

6.2.2 Análisis Sensorial de las mantecadas adicionados con harina de nopal

Se realizaron los análisis de color, sabor y textura, con el fin de determinar cuál es el que tiene mayor aceptabilidad.

6.3 Resultados del análisis bromatológico y sensorial de mantecadas

Para llegar a determinar cuál sería el producto final, se requiere de hacer numerosas pruebas, con cantidades diferentes de ingredientes, marcas, etc, así como la repetición continua de las pruebas bromatológicas, las cuales son determinantes al igual que las pruebas sensoriales ya que ambas van a la par, sin estos métodos sería imposible llegar a determinar cual será el producto con mayor aceptabilidad y rico en nutrientes, para lo cual se determina que la muestra más apropiada cuyas cualidades son: agradable sabor, buena textura, aspecto agradable. Tales resultados se presentan en la muestra elaborada con harina para hot cakes, adicionadas con mantequilla, miel y nuez (Tabla No. 7a la 11).

Tabla No. 7 Resultados del análisis bromatológico de las mantecadas

MUESTRA	ENERGÍA (Kcal.)	GRASA %	MST %	HUMEDAD %	CENIZAS %	PROTEÍNA %	F.C.	F.D.
TESTIGO	4.8	22.02	67.72	32.28	1.57	1.7	0	5
MMN 7%	3.56	13.2	54.14	45.86	3.13	2.87	0.82	17.2
AAN 7%	3.97	15.17	59.45	40.54	3.26	2.82	0.92	9.47
MAAN 7%	3.88	12.03	53.45	46.55	3.35	2.87	0.79	10.42
AMN 7%	3.97	14.43	57.13	42.86	3.06	2.78	0.66	11.49
MAN 7%	4.11	15.12	59.74	40.26	3.59	3.45	0.92	8.99
MAMN 3.5%	3.41	11.42	48.99	51.01	3.46	3.67	1.1	7.91
MAMN 7%	3.74	12	54.63	45.38	3.28	3.86	0.86	8.01
MAMA 10.5%	3.47	9.94	47.62	52.37	3.84	2.95	1.03	14.72

F. C. = Fibra cruda

F. D. = Fibra dietética

M.S.T. = Materia seca total

AAN = Aceite, azúcar nuez AMN= Aceite, miel y nuez MAN = Manteca, azúcar y nuez MMN = Manteca, miel y nuez MAAN = Mantequilla, azúcar y nuez MAMN = Mantequilla, miel y nuez

Tabla No. 8 Resultado de las Prueba Sensorial de TEXTURA en mantecadas

Harina de nopal Escala	CLASIFICACIÓN DE MUESTRAS EN TEXTURA		
	3.5%	7%	10.5%
Me agrada mucho	62	52	34
Me agrada poco	25	28	23
Me agrada más o menos	11	17	24
Me desagrada poco	2	3	15
Me desagrada mucho	0	0	4

Tabla No. 9 Resultado de las Prueba Sensorial de SABOR en mantecadas

Harina de nopal Escala	CLASIFICACIÓN DE MUESTRAS EN SABOR		
	3.5%	7%	10.5%
Me agrada mucho	62	44	19
Me agrada poco	26	27	26
Me agrada más o menos	10	25	39
Me desagrada poco	2	3	12
Me desagrada mucho	1	0	4

Tabla No. 10 Resultado de las Prueba Sensorial de COLOR en mantecadas

Harina de nopal Escala	CLASIFICACIÓN DE MUESTRAS EN COLOR		
	3.5%	7%	10.5%
Me agrada mucho	73	32	15
Me agrada poco	15	38	27
Me agrada más o menos 0	11	26	29
Me desagrada poco	1	3	26
Me desagrada mucho	0	1	3

La prueba se realizó con la ayuda de 100 jueces, los cuales determinaron el nivel de agrado de cada muestra, para demostrar lo siguiente se realizaron pruebas de Friedman's, determinando así el grado significativo entre cada parámetro (ver tabla 12 a la 19 y figura 14 a la 21)

Tabla No. 11 Evaluación en cuanto a la edad y sexo de los encuestadores

Evaluación	Sexo F	Sexo M
Número de jueces	51	49
Rango de edad	19-65	17-52

6.4 Comparaciones relacionadas con el testigo y el producto final

Figura No. 13 Pruebas comparativas entre el testigo y las muestras



AAN = Aceite, azúcar y nuez con testigo



AMN = Aceite, miel y nuez con testigo



MAN = Manteca, aceite y nuez con testigo



MMN = Manteca, miel y nuez con testigo



MAAN = Mantequilla, azúcar y nuez con testigo



MAMN = Mantequilla, miel y nuez al 3.5% con testigo



MAMN = Mantequilla, miel y nuez al 7% con testigo

MAMN = Mantequilla, miel y nuez al 10.5% con testigo

Con las muestras obtenidas se realizaron pruebas de vida de anaquel, para determinar cuáles tenían mayor duración, se realizan pruebas en refrigeración y al aire libre cuyos resultados son los siguientes:

	Refrigeración	Aire libre
Testigo	7 días	5 días
Muestras con aceite	6 días	4 días
Muestras con manteca	5 días	3 días
Muestras con mantequilla	4 días	3 días

6.5 Humedad

La humedad entorpece la calidad de los alimentos, ya que es por ella que el alimento tiende a descomponerse, la mejor forma para la conservación de los alimentos es el deshidratado ya que esta técnica tiende a eliminar toda la cantidad de agua presente en un alimento.

6.6 Resultados de la prueba de humedad de las mantecadas

Tabla No. 12 Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis de humedad de los tratamientos

Tratamientos [‡]	% Humedad	Error Estándar
AAN 7%	40.55 e	0.2650
AMN 7%	42.87 d	0.2950
MAAN 7%	46.55 b	0.3500
MAMN 10.5%	52.38 a	0.3950
MAMN 3.5%	51.01 b	0.4300
MAN 7%	45.38 c	0.2500
MAN 7%	40.26 e	0.2300
MMN 7%	45.86 b	0.0500
TESTIGO	32.28 f	0.1000

ANVA

Origen de Variación	SC	GL	CM	F	Probabilidad
MUESTRA	591.156	8	73.894	444.21	<0.0001
Error	1.497	9	0.166		
Total	592.653	17			

[‡]AAN = Aceite, azúcar nuez AMN= Aceite, miel y nuez MAN = Manteca, azúcar y nuez MMN = Manteca, miel y nuez MAAN = Mantequilla, azúcar y nuez MAMN = Mantequilla, miel y nuez

En la tabla No. 12 se muestra las medias de los análisis de varianza de los tratamientos en cuanto a humedad, lo cual estadísticamente se observan diferencias significativas.

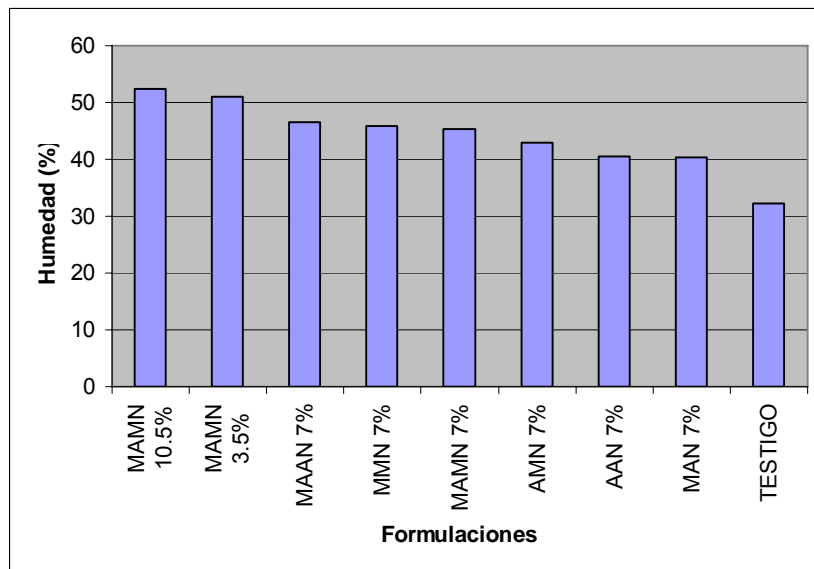


Figura No.14 Resultado de análisis de humedad (%) de todas las formulaciones

Los resultados observados en la figura No. 14, indica que la humedad presente en las mantecadas adicionadas con harina de nopal es mayor en comparación al testigo, a mayor cantidad de adición de harina de nopal mayor incremento de humedad, lo cual indica que la harina de nopal contiene compuestos higroscópicos que permiten la retención de la humedad en el producto. La humedad presente en los tratamientos, incrementa el volumen del pan, esto representa una mejor apariencia, las desventajas es que puede existir un crecimiento de microorganismos. Aunque esto es relativo ya que las mantecadas se consumen al instante.

6.7 Extracto Etéreo

Los aceites y las grasas tienen una gran importancia en la ciencia de los alimentos puesto que por derecho propio se utilizan; por ejemplo, en la cocción, en aceites para ensaladas y productos para untar y como ingredientes de muchos alimentos elaborados y cocinados. Ambos compuestos son importantes en la

nutrición, como la más compacta fuente de energía disponible y tienen una función importante en el metabolismo del cuerpo. Es importante obtener las grasas de muy buena calidad, de no ser así tienden a oxidarse, por lo tanto dan un enranciamiento al alimento.

6.7.1 Resultados de la prueba de Extracto etéreo de las mantecadas

Tabla No. 13 Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis de grasa (%) de los tratamientos

Tratamientos*	% Grasa	Error Estándar
AAN 7%	15.18 b	0.4250
AMN 7%	14.44 b	0.0850
MAAN 7%	12.03 d	0.0000
MAMN 10.5%	9.95 e	0.1250
MAMN 3.5%	11.45 d	0.2350
MAMN 7%	12.00 d	0.3200
MAN 7%	15.13 b	0.4950
MMN 7%	13.20 c	0.0200
TESTIGO	22.03 a	0.4950

ANVA

Origen de variación	SC	GL	CM	F	Probabilidad
Tratamientos	197.570	8	24.696	130.51	<0.0001
Error	1.703	9	0.189		
Total	199.273	17			

*AAN = Aceite, azúcar nuez AMN= Aceite, miel y nuez MAN = Manteca, azúcar y nuez MMN = Manteca, miel y nuez MAAN = Mantequilla, azúcar y nuez MAMN = Mantequilla, miel y nuez

En la tabla No.13 se muestra las medias de los análisis de varianza de los tratamientos en cuanto a grasa, lo cual estadísticamente se observan diferencias significativas.

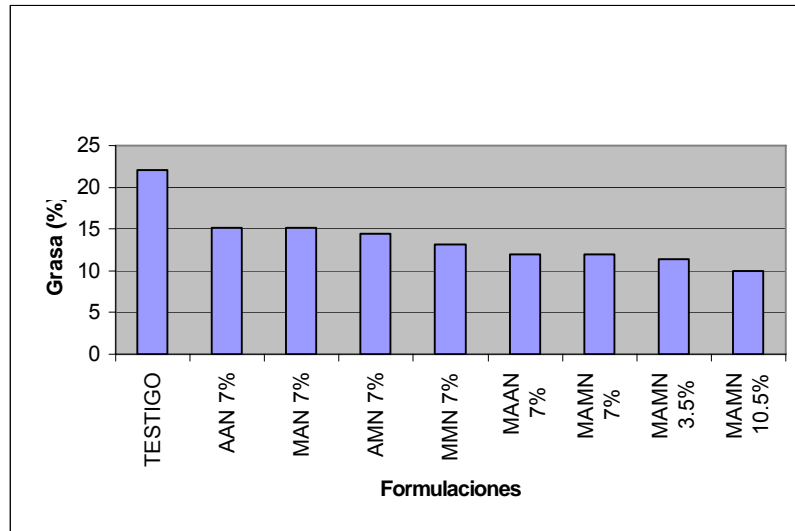


Figura No. 15 Resultado del análisis de grasa (%) de todas las formulaciones

Los resultados indicados en la figura No. 15 se puede observar que existen diferencias significativas en relación al testigo. Puede decirse que el incremento de los lípidos se debe al uso de manteca o aceite, ya que el uso de mantequilla muestra menor contenido de grasa, por lo tanto a mayor concentración de harina de nopal, menor concentración de grasa de acuerdo a lo observado, por lo tanto los alimentos ricos en grasa producen gran sensación de saciedad. En este sentido se ha estudiado que en Las Naciones Unidas y otros Organismos han recomendado una disminución de grasa en las dietas de la población, para reducir el riesgo de enfermedades cardíacas.

6.8 Proteína

Las proteínas constituyen el tercer grupo de los macrocomponentes de los sistemas vivos, y por tanto de los alimentos. Son polímeros de pesos moleculares elevados, que oscilan entre 10.000 y varios millones, y suele decirse que están provistas de una estructura muy compleja. De hecho, buena parte de la estructura de

las proteínas es bastante simple. Los monómeros de que están compuestas, los aminoácidos, se unen a través de un tipo de enlace, el enlace peptídico.

Son el resultado de las distintas combinaciones entre veinte aminoácidos distintos, compuestos a su vez por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y, a veces, azufre. En la molécula proteica, estos aminoácidos se unen en largas hileras (cadenas polipeptídicas) mantenidas por enlaces peptídicos, que son enlaces entre grupos amino (NH₂) y carboxilo (COOH). El número casi infinito de combinaciones en que se unen los aminoácidos y las formas helicoidales y globulares en que se arrollan las hileras o cadenas polipeptídicas, permiten explicar la gran diversidad de funciones que estos compuestos desempeñan en los seres vivos. El pan integral suele tener un 9.2% de proteínas.

6.8.1 Resultados de la prueba de Proteína de las mantecadas

Tabla No. 14 Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis de proteína de los tratamientos

Tratamientos*	% Proteína	Error estándar
AAN 7%	2.83 b	0.0050
AMN 7%	2.78 b	0.3600
MAAN 7%	2.87 b	0.0400
MAMN 10.5%	2.96 b	0.2450
MAMN 3.5%	3.68 a	0.2650
MAMN 7%	3.86 a	0.0800
MAN 7%	3.45 ab	0.0000
MMN 7%	2.88 b	0.0850
TESTIGO	1.71 d	0.1850
ANVA		

Origen de Variación	SC	GL	CM	F	Probabilidad
Tratamiento	6.377	8	0.797	11.60	0.0006
Error	0.619	9	0.069		
Total	6.995	17			

*AAN = Aceite, azúcar nuez AMN= Aceite, miel y nuez MAN = Manteca, azúcar y nuez MMN = Manteca, miel y nuez MAAN = Mantequilla, azúcar y nuez MAMN = Mantequilla, miel y nuez

En la tabla No.14 se muestra las medias de los análisis de varianza de los tratamientos en cuanto a Proteína, lo cual estadísticamente se observan diferencias significativas.

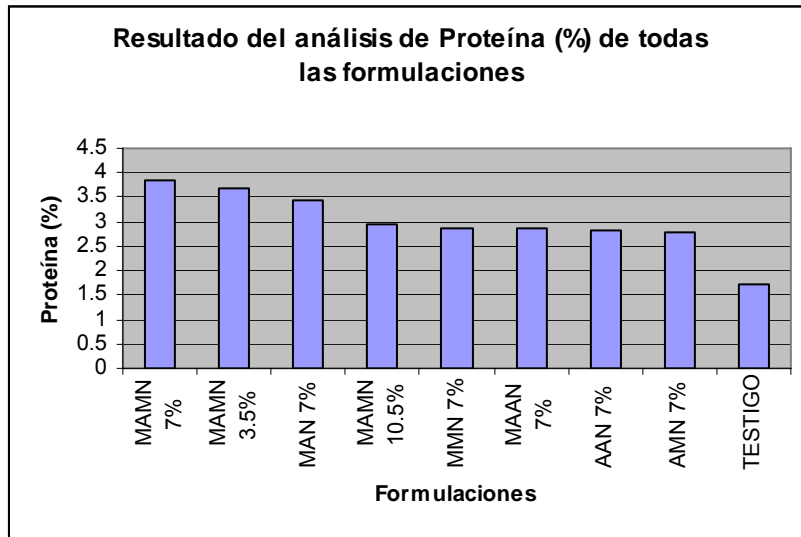


Figura No. 16 Resultado del análisis de proteína (%) de todas las formulaciones

En la figura No.16 en el parámetro de proteína nos muestra que a mayor concentración de harina de nopal mayor es el incremento de proteína a diferencia del testigo.

6.9 Minerales

Los elementos de importancia nutricional pueden dividirse en dos grupos, de elementos mayoritarios y el de elementos vestigiales o trazas. La división se basa en las cantidades en que se presentan en el cuerpo. La concentración corporal aceptada para que un mineral sea considerado elemento traza es de una parte o menos en 20 millares. Los elementos mayoritarios de importancia nutricional son calcio, fósforo, magnesio y hierro. Los elementos traza son iodo, flúor, cobre, cobalto, zinc, manganeso y selenio.

6.9.1 Resultados de la prueba de Minerales de las mantecadas

Tabla No. 15 Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis de cenizas de los tratamientos

Tratamientos*	% Cenizas	Error Estándar
AAN 7%	3.27 c	0.0450
AMN 7%	3.07 d	0.0950
MAAN 7%	3.36 bc	0.0250
MAMN 10.5%	3.85 a	0.0450
MAMN 3.5%	3.47 b	0.0050
MAMN 7%	3.28 bc	0.0600
MAN 7%	3.60 b	0.0350
MMN 7%	3.14 cd	0.0050
TESTIGO	1.57 e	0.0300

ANVA

Origen de Variación	SC	GL	CM	F	probabilidad
Tratamiento	6.701	8	0.838	193.55	<0.0001
Error	0.039	9	0.004		
Total	6.740	17			

*AAN = Aceite, azúcar nuez AMN= Aceite, miel y nuez MAN = Manteca, azúcar y nuez MMN = Manteca, miel y nuez MAAN = Mantequilla, azúcar y nuez MAMN = Mantequilla, miel y nuez

En la tabla No.15 se muestra las medias de los análisis de varianza de los tratamientos en cuanto a humedad, lo cual estadísticamente se observan diferencias significativas.

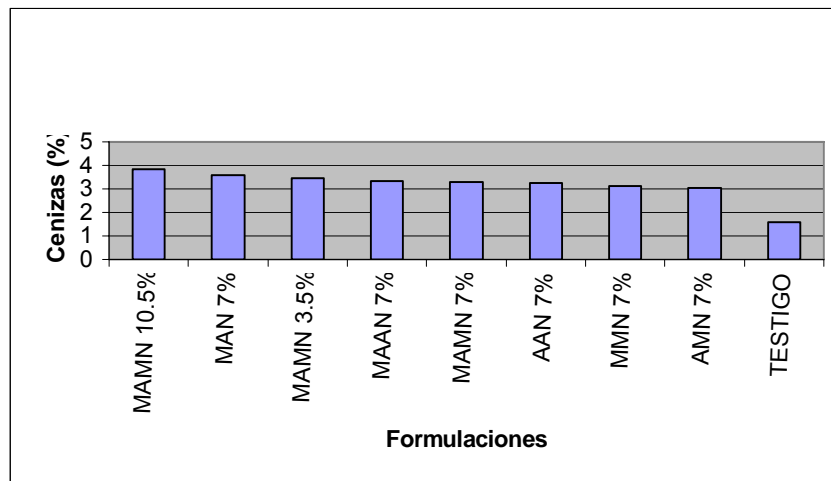


Figura No.17 Resultado del análisis de cenizas (%) de todas las formulaciones

Los resultados observados en la figura No. 17 indican que los tratamientos con mayor concentración de harina de nopal presentan un incremento en cenizas en relación al testigo, lo cual es importante que estén presentes los minerales. Ya que estos son esenciales en la dieta. Podemos afirmar que la harina de nopal aumenta este componente (D. Buss, H. Tyler, 1987).

6.10 Azúcares totales

Todos los azúcares, tanto los monosacáridos como los disacáridos, son solubles en agua y poseen un sabor dulce más o menos marcado. Su sabor puede verse modificado por el cocinado (por ejemplo, por caramelización). Normalmente forman cristales blancos (incolores) a partir de sus disoluciones sobresaturadas pero, si contienen impurezas, pueden ser de color marrón. Además de aportar energía y conferir sabor dulce, los azúcares tienen otras aplicaciones en los alimentos.

6.10.1 Resultados de la prueba de Azúcares de las mantecadas

Tabla No. 16 Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis de azúcares totales de los tratamientos

Tratamientos*	% azúcares	Error Estándar
AAN 7%	9.70 b	0.2192
AMN 7%	13.18 a	0.8143
MAAN 7%	9.16 bc	0.0157
MAMN 10.5%	11.80 a	0.5011
MAMN 3.5%	10.41 b	0.7987
MAMN 7%	9.17 bc	0.1253
MAN 7%	9.20 bc	0.4385
MMN 7%	8.00 c	0.5794
Testigo	11.65 a	0.4698

ANVA

Origen de variación	SC	GL	CM	F	Probabilidad
Tratamientos	43.605	8	5.451	10.37	0.0010
Error	4.730	9	0.526		
Total	48.335	17			

*AAN = Aceite, azúcar nuez AMN= Aceite, miel y nuez MAN = Manteca, azúcar y nuez MMN = Manteca, miel y nuez MAAN = Mantequilla, azúcar y nuez MAMN = Mantequilla, miel y nuez

En la tabla No.16 se muestra las medias de los análisis de varianza de los tratamientos en cuanto azúcares, en el cual estadísticamente se observan diferencias significativas.

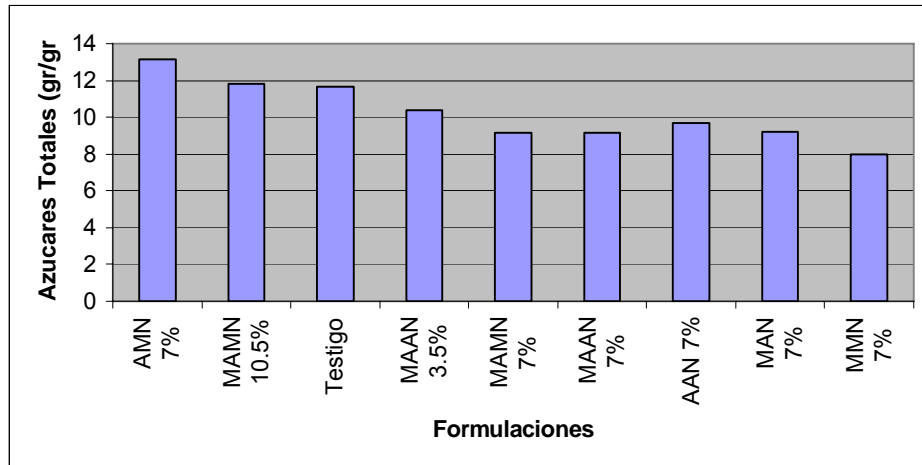


Figura No.18 Resultado de análisis de azúcares totales (g/g) de todas las formulaciones

En la figura No.18 Los tratamientos que son elaborados con miel presentan un incremento en el porcentaje de azúcares, esto puede ser a consecuencia de la adición de otros ingredientes, que incrementan la cantidad de azúcar a diferencia de aquellas que han sido elaboradas con azúcar de caña. De tal forma que los azúcares son indispensables para nuestro organismo, ya que son la principal fuente de energía para el hombre, así mismo estos quedan reducidos a glucosa durante la digestión tal es el caso de la miel de abeja y el azúcar de caña, su característica principal es que proporciona un sabor dulce a los alimentos, la desventaja de estos es que al consumo de grandes cantidades puede ocasionar obesidad, diabetes, alta presión, entre otras (D. Buss, H. Tyler, 1987).

De acuerdo a trabajos anteriores se indica que se la harina de nopal contribuye al contenido de azúcares. Citado por (Hernandez, Hernandez, E., 2003).

6.11 Fibra Cruda

La fibra Cruda, se considera que es la proporción del alimento que no es digerida y absorbida. Hoy en día las nuevas tablas de composición de los alimentos

sustituyen el valor original por un valor de carbohidratos no utilizable denominado fibra dietética.

Como fibra, se clasifican además de la celulosa y las hemicelulosas, las siguientes sustancias: ligninas, gomas, polisacáridos de algas, pectinas y almidón resistente. Lo que todas estas sustancias tienen en común es que son degradadas en el intestino delgado de los mamíferos por enzimas digestivas.

El término fibra implica insolubilidad, pero hay sustancias que tienen una solubilidad muy variable; así, las celulosas son totalmente insolubles y las gomas son completamente solubles. Tradicionalmente para los analistas, la fibra constituía el residuo insoluble tras la extracción (a ebullición, primero con ácido diluido y luego con álcali diluido) de los productos vegetales desengrasados.

6.11.1 Resultados de la prueba de Fibra Cruda de las mantecadas

Tabla No. 17 Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis de fibra cruda de los tratamientos

Tratamientos*	% Fibra Cruda	Error Estándar
AAN 7%	0.93 ab	0.0050
AMN 7%	0.67 b	0.1150
MAAN 7%	0.80 ab	0.0650
MAMN 10.5%	1.03 a	0.0000
MAMN 3.5%	1.12 a	0.2550
MAMN 7%	0.87 ab	0.0850
MAN 7%	0.93 ab	0.0050
MMN 7%	0.82 ab	0.0300
TESTIGO	0.00 c	0.0000

ANVA

Origen de Variación	SC	GL	CM	F	Probabilidad
Tratamiento	1.692	8	0.211	10.50	0.0010
Error	0.181	9	0.020		
Total	1.873	17			

*AAN = Aceite, azúcar nuez AMN= Aceite, miel y nuez MAN = Manteca, azúcar y nuez MMN = Manteca, miel y nuez MAAN = Mantequilla, azúcar y nuez MAMN = Mantequilla, miel y nuez

En la tabla No.17 se muestra las medias de los análisis de varianza de los tratamientos en cuanto a Fibra Cruda, lo cual estadísticamente se observan diferencias significativas.

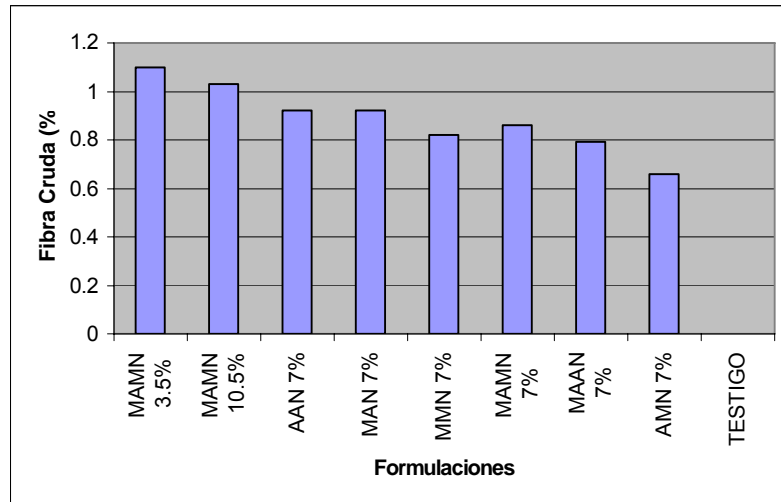


Figura No.19 Resultado del análisis de fibra cruda (%) de todas las formulaciones

En la figura No.19 Se observa que el contenido de fibra cruda en los tratamientos con harina de nopal se ve incrementado este valor en comparación al testigo. Puede decirse que la harina de nopal aumenta los componentes presentes.

6.12 Fibra dietética

Fibra dietética, se utiliza para describir aquellas partes de la dieta que no son descompuestas por las enzimas del estomago y el intestino delgado y que por consiguiente entran al intestino grueso sin experimentar cambio alguno, la fibra consiste en restos de las paredes de células vegetales (la resistente parte estructural de tallos, semillas, cáscaras y hojas); una compleja mezcla de hidratos de carbono que no se pueden digerir en el tracto intestinal y que por tanto se consideran carentes de valor nutricional. La fibra dietética fue desechada durante muchos años

por los especialistas en nutrición humana. Sin embargo, en las últimas dos décadas se ha producido una sorprendente apreciación de la importancia de la fibra dietética para la salud.

El volumen incrementado de los alimentos ricos en fibra les da mayor capacidad para saciar (es decir, hacen que la persona se sienta “llena”), lo que es beneficioso para prevenir la obesidad. Y lo que es más importante aún: una dieta pobre en fibra es causa de estreñimiento y compresión en el tracto intestinal. Esto se ha relacionado con el desarrollo de la enfermedad diverticular del colon, hernia de hiato, hemorroides y venas varicosas.

Estas dietas también reducen el colesterol y el riesgo de enfermedades cardíacas. Las sales biliares se forman en el hígado a partir del colesterol. Se segregan unos 30 gramos al día en la bilis. La mayor parte de estas sales son reabsorbidas y recicladas. La fibra arrastra una porción de estas sales (y del mismo colesterol, que también se segrega en la bilis) para ser excretada a través de las heces en lugar de ser reabsorbida, haciendo que se utilice más colesterol para sintetizar las sales de la bilis.

El mismo efecto reduce también el riesgo de formación de cálculos biliares, ya que una dieta rica en fibra da como resultado más sales biliares y menos colesterol presente en la bilis. Es la insolubilidad del colesterol cuando se encuentra en altas concentraciones en la bilis, lo que ocasiona la formación de cálculos biliares.

Las sales biliares también se han relacionado con el desarrollo del cáncer de intestino grueso. Si se mezclan con la fibra dietética en lugar de encontrarse en solución libre, no pueden afectar a la pared intestinal para fomentar el desarrollo de tumores.

La fibra dietética tiene otros dos efectos importantes en la reducción del riesgo de cáncer. Todas las dietas contienen un cierto número de compuestos

potencialmente carcinogénicos (causantes del cáncer) que al mezclarse con la fibra ya no pueden ser reabsorbidos en el cuerpo, y por tanto no pueden afectar a las células intestinales. Además, las bacterias del intestino fermentan una parte de la fibra dietética y parte de los productos de este metabolismo bacteriano (en especial el ácido butírico) tienen una acción antiproliferativa, es decir, ayudan a evitar que se multipliquen las células, por lo que proporcionan mayor protección frente al desarrollo del cáncer de intestino. Se recomienda de 20-30 g por día. En la harina de nopal se han hecho estudios en donde se ha demostrado que contiene un elevado contenido de fibra dietética (Saenz y Col. 1995).

6.12.1 Resultados de la prueba de fibra dietética de las mantecadas

Tabla No. 18 Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis de fibra dietética de los tratamientos

Tratamientos	% Fibra Dietética	Error Estándar
AAN 7%	9.47 cd	0.6700
AMN 7%	11.50 c	1.3550
MAAN 7%	10.42 c	1.2100
MAMN 10.5%	14.73 b	0.8750
MAMN 3.5%	7.91 d	0.2300
MAMN 7%	8.01 d	0.3700
MAN 7%	8.99 d	0.3900
MMN 7%	17.20 a	0.1900
TESTIGO	5.01 e	0.2650
ANVA		

Origen de Variación	SC	GL	CM	F	Probabilidad
Tratamiento	220.001	8	27.500	24.94	<0.0001
Error	9.926	9	1.103		
Total	229.927	17			

‡AAN = Aceite, azúcar nuez AMN= Aceite, miel y nuez MAN = Manteca, azúcar y nuez MMN = Manteca, miel y nuez MAAN = Mantequilla, azúcar y nuez MAMN = Mantequilla, miel y nuez.

En la tabla No. 18 se muestran las medias de los análisis de varianza de los tratamientos en cuanto a fibra dietética, en el cual se observan diferencias significativas.

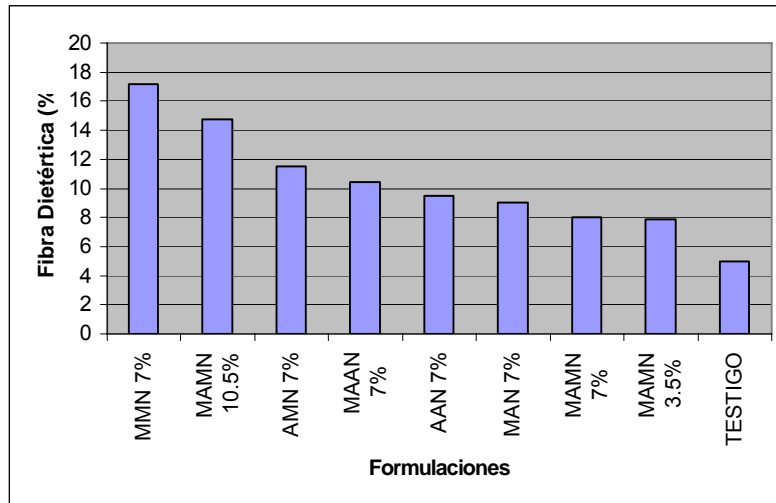


Figura No.20 Resultado del análisis de fibra dietética (%) de todas las formulaciones

En la figura No. 20 podemos observar que los tratamientos con concentración de 3.5, 7 y 10.5% de harina de nopal con mantequilla, miel y nuez presentan diferencias significativas a comparación de los tratamientos elaborados con manteca y aceite. Sin embargo el testigo presentó un menor porcentaje de fibra dietética, debido a que es elaborado con harina refinada. El incremento mostrado de fibra dietética se debe a la proporción de mezclas de harinas (harina de nopal y harina integral de trigo). En este sentido, el Instituto de Cáncer (National Cancer Institute) recomienda una ingesta diaria de 25 a 35 g de fibra. Es importante resaltar la importancia de las propiedades de la fibra dietética, ya que tienen gran capacidad de retener el agua, que hace aumentar el volumen del bolo digestivo y por lo tanto su desplazamiento (Rombeau y col, 1990).

6.13 Energía

El análisis de la composición química bruta en sí no proporciona información directa sobre el grado en que un alimento o dieta particular cubrirá las necesidades de energía del organismo, ya que cada persona requiere de cantidades diferente de

energía, la proporción de cada uno dependerá de la edad y la actividad que se desempeñe diariamente, ya que a mayor actividad, mayor requerimientos de energía se tendrá. El contenido de energía de un alimento puede, sin embargo, determinarse por un procedimiento en el que se utiliza la bomba calorimétrica adiabática.

6.13.1 Resultado de la Prueba de Energía de las mantecadas

Tabla No. 19 Valores promedio de las variables obtenidas en el análisis de contenido calórico (Kcal.) de los tratamientos

Tratamientos*	% Energía	Error Estándar
AAN 7%	3.97 bc	0.0500
AMN 7%	3.98 bc	0.0150
MAAN 7%	3.88 bc	0.0100
MAMN 10.5%	3.48 d	0.0550
MAMN 3.5%	3.41 d	0.0200
MAMN 7%	3.74 c	0.1500
MAN 7%	4.12 b	0.0050
MMN 7%	3.57 cd	0.1450
TESTIGO	4.80 a	0.0200

ANVA

Origen de variación	SC	GL	CM	F	Probabilidad
Tratamientos	2.845	8	0.356	31.88	<0.0001
Error	0.100	9	0.011		
Total	2.945	17			

*AAN = Aceite, azúcar nuez AMN= Aceite, miel y nuez MAN = Manteca, azúcar y nuez MMN = Manteca, miel y nuez MAAN = Mantequilla, azúcar y nuez MAMN = Mantequilla, miel y nuez

En la tabla No.19 se muestra las medias de los análisis de varianza de los tratamientos en cuanto a energía, lo cual estadísticamente se observan diferencias significativas.

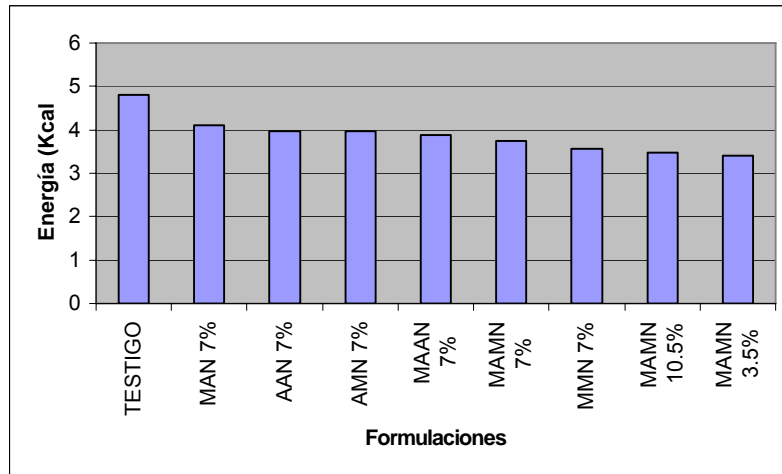


Figura No.21 Resultado del análisis de energía (Kcal) de todas las formulaciones

Los resultados observados en el figura No. 21 nos muestran que la energía se incrementa en el testigo, debido a la cantidad y tipo de grasa utilizada para la elaboración del producto, a diferencia de las que son adicionadas con harina de nopal ya que disminuye su contenido energético, determinando así que el producto elaborado con mantequilla, miel y nuez presentó un menor contenido energético. En este sentido la energía es necesaria para la realización de trabajo, y útil para el mantenimiento de las funciones vitales y actividades, como el crecimiento, la gestación o la lactancia. Si se obtiene más energía de la que se requiere, el exceso se almacena en el organismo en forma de tejido adiposo. (D. Buss, H. Tyler, 1987).

CAPITULO 7



CONCLUSIONES

- Con los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye que las mantecadas elaboradas con mantequilla, miel y nuez presentan un bajo contenido calórico y grasa, presentando un incremento en proteínas, minerales y fibras, lo cual cumple con los requerimientos diarios para una sana alimentación. Ya que en la actualidad se recomienda el consumo de alimentos bajos en calorías para fines de disminuir los índices de obesidad en nuestro país.
- Se obtuvieron los parámetros de ambas harinas y se evaluaron las variables (Proteína, Grasa, Cenizas, Humedad, Contenido Calórico y Fibras).
- De acuerdo a los parámetros determinados de la evaluación sensorial, los jueces dictaminaron que las mantecadas presentan un sabor particular que difícilmente se detecta la harina de nopal a no ser por su color; en cuanto a textura, detectaron que es mejor que otras.
- Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial demuestran que el 73% de los jueces aceptaron su color, el 44% el sabor y el 62 % la textura indicando que el más aceptado es aquel que contiene el 3.5% de harina de nopal. Por medio de la prueba de Friedmán se comprueba que los tratamientos son significativos.
- Se analizó bromatológicamente y se determinaron las características y propiedades de las mezclas de las harinas para concluir con la elaboración de las mantecadas como una alternativa para la industria panificadora.

CAPITULO 8



RECOMENDACIONES

Se recomienda sacarle un mayor aprovechamiento a este vegetal ya que existen infinidad de productos que se pueden elaborar, desafortunadamente no se le da la importancia que se merece, debido a que no se tiene la proyección adecuada.

Se sugiere ampliar este estudio, en el proceso de elaboración de pan ya sea adicionando o eliminando ingredientes.

Es recomendable no agregar gran cantidad de harina de nopal, ya que se presenta una coloración (verde) demasiado acentuada, lo cual provoca un rechazo, al igual se presenta una tendencia amarga en el paladar

Es importante que al momento de adquirir la materia prima, este se encuentre en excelentes condiciones, que presente un color verde agradable, que estén tiernitos y que conserve las espinas, esto es importante ya que de no ser así puede afectar la calidad de la harina y bajar los nutrientes

Se recomienda que las pencas que se cortaron para poner a deshidratar se pongan en ese momento, por las características que se mencionaron anteriormente, así como la compra que se haga del producto sea del mismo destino donde fue cosechada.

Es recomendable tener mucho cuidado con las temperaturas que se van a emplear para la elaboración del pan ya que de no tener en observación este dato provoca que el producto se queme o baje su volumen, al igual es importante seguir los pasos exactos e indicados en una receta de no ser así nuestro objetivo no lo veremos concluido.

CAPITULO 9



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anzaldúa-Morales Antonio, 1994. la evaluación de los alimentos en la teoría y la práctica, Editorial, Acribia, S.A. España.

Barros Cristina y Buenrostro Marco, 1998. El maravilloso Nopal sus propiedades alimenticias y curativas, Editorial grjalbo, México, D.F.

Borrego E., F. Y Burgos V. N. 1986. El nopal Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Brom Rojas Fernando, 1970. El nopal, Comisión Nacional de Fruticultura S.A.G.

Buss D., Tyler H., Barber S., Cramley H., 1985, Manual de nutrición Editorial Acribia, España

Carl Hoseney R., 1991. Principios de ciencia y tecnología de los cereales, editorial Acribia, España.

Coúltate T. P., 1998, Manual de química y bioquímica de los alimentos, 2^a edición, Editorial Acribia, S.A. España.

CHEFTRL Jean-Claude, CHEFTRL Henri (1976), Editorial Acribia, España

Fox Brian A., Cameron Allan G. 1999. Ciencia de los alimentos, Nutrición y salud. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F.

González Gallardo Alfonso, 1939. El trigo en México Editorial Banco Nacional de Crédito agrícola S.A. México D.F.

Hernández Hernández Elvia "Evaluación del efecto de la adición de harina de nopal (*Opuntia ssp*) natural y libre de clorofila en la elaboración de tortillas de maíz". Tesis de licenciatura. Departamento Nutrición y alimentos. Universidad Autónoma agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

Ibáñez Francisco C., Barcina Angulo Yolanda, 2001, Análisis sensorial de alimentos, Métodos y aplicaciones, Editorial Springer, España.

Jagnow Gerhard 1991. Biotecnología introducción con experimentos de modelo. Ed. Acribia. España.

Kent Jones D.W. y Amos a. J. (1956). Química moderna de los cereales. Editorial Aguilar, España

Muller H. G., Tobin G., Nutrición y ciencia de los alimentos, Editorial Acribia, S.A., Zaragoza (España).

Pearson D. 1998, Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.

Pedrero F Daniel L. Y Pangborn Rose Marie 1989. Evaluación sensorial de los alimentos, Métodos analíticos, Editorial Alambra, México D.F.

Pisher Patty y Bender Arnold, 1978. Valor nutritivo de los alimentos. Editorial Limusa, México.

Primo Yúfera E., 1979. Química agrícola III alimentos, Editorial, Alambra, España

Quaguia G., 1991 "Ciencia y tecnología de la panificación", Editorial Acribia.

Rodríguez del Ángel Jaime Moisés 1991, Métodos de investigación PECUARIA, editorial Trillas (UAAAN), México.

S. Wong Dominic W., 1995. Química de los alimentos, mecanismos y teoría, Editorial Acribia, España.

Salfield R., 1977, Prácticas de ciencia de los alimentos, Editorial Acribia, España.

Ureña P M., D Arrigo H M. 1999, Evaluación Sensorial de los alimentos aplicación didáctica, Lima Perú.

Revistas:

Agroinformación (2004). Desarrollo de una formula para la elaboración de mantecadas bajas en grasa. Industria alimentaría, Noviembre - Diciembre 26 (6): 10-27.

Agroinformación (2004). Desarrollo de una formula para la elaboración de mantecadas bajas en grasa. Industria alimentaría, Noviembre - Diciembre 26 (6): 10-27.

Agroinformación (2004). Efecto de dos atmósferas modificadas sobre la fisiología del nopal verdura (Opuntia Spp. Variante Atlixco. Industria alimentaría, Enero-Febrero 26(1):10-36.

Agroinformación (2005). Obtención de fibra lamentaría. Industria alimentaría Mayo-Junio, 27 (3): 9

A.O.A.C. (1980) MÉTODOS OFICIALES DE ANÁLISIS. Association of Oficial Agricultural. Chemists. Washington,. D.C.U.S.A

Memorias del I, II, III y IV Congresos internacionales sobre el Conocimiento y aprovechamiento del Nopal y de la Tuna, México.

Claudia Adita Ruiz, 2005. El campo en el DF, en el abandono. Día V Año 1 No. 7.

Revista de panificación. 2002. Haga pan. Ed. Toribio anyarin infante. Lima - Perú

Paginas de Internet:

<http://www.aaprotrigo.org/calidad/paraminduscal.htm> 15/05/2005 P.M. 9:54

<http://www.aaprotrigo.org/calidad/paraminduscal.htm> 02/02/2005 P. M. 2:30

<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/Chef/harina.htm> 02/02/2005 P.M. 2:38

<http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/itza/panificacion.doc> 02/02/2005 P.M. 2:35

<http://www.bakingbusiness.com/bs/channel.asp?ArticleID=29841> 2/02//2005P.M. 2:50

<http://www.giga.com/~mag/Tratado%20Nopal.htm#Tax> 02/02/2005 P.M. 3:10

<http://www.grupobimbo.com.mx/nutricion/enciclopedia.php?show=> 02/02/2005 P.M. 3:30

<http://www.2hygge.dk/neemclub/> 25/08/05 08:30

http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=71
02/02/2005 P.M. 3:38

<http://www.molineriaypanaderia.com/elaborar/panader/regimen.html> 02/02/2005 P.M.
3:45

<http://www.monografias.com/trabajos11/ferme/ferme.shtml#PASNI> 02/02/2005 P.M.
4:10

<http://www.nopalzin.com/index2.html> 02/02/2005 P.M. 4:35

http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/sec_13.htm
25/08/05 P.M. 8:50

http://www.pasqualinonet.com.ar/las_harinas.htm#Las%20harinas%20de%20trogo
02/02/2005 P.M. 5:00

<http://patrocipes.uson.mx/revistarancho/revistarancho2004/Nopal.htm> 02/03/2005
A.M 10:00

<http://pci204.cindoc.csic.es/cdta/especiales/consumidores/3.htm> 20/09/2005A.M. 9:45

http://www.sagpya.mecon.gov.ar/0-3/farina/har_trigo/har_02.htm 02/03/2005 A.M.
10:30

http://www.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/vivir_sano/doc/nutricion/doc/edulcorantes.htm 11/09/2005 P.M. 9:20

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/Salud/Piscoya_M_C/mat_met.htm
02/03/2005 A.M. 10:30

<http://www.trigopan.com.ar/TecdelTrigo/Pages/rinconmolino/calidadtotal.html>
02/04/2005 P.M. 4.25

ANEXOS

ANEXO I

Evaluación sensorial de las mantecadas con diferentes concentraciones de harina de nopal.

Nombre _____ Edad _____ Fecha _____

Clasifique las tres muestras de mantecadas según la escala que se presenta, escribiendo su código (662, 350 ó 383) en el casillero correspondiente a la apreciación que corresponda a su nivel de agrado o desagrado. Sepárelas con comas si son más de dos las que ubique en un mismo casillero.

ESCALA	CLASIFICACIÓN DE MUESTRAS		
	COLOR	SABOR	TEXTURA
Me agrada mucho (2)			
Me agrada poco (1)			
Me agrada más o menos (0)			
Me desagrada poco (-1)			
Me desagrada mucho (-2)			

COMENTARIO:

😊
¡GRACIAS!

ANEXO II

Resultados de la evaluación sensorial

Jueces	Color a	Color b	Color c	Sabor a	Sabor b	Sabor c	Textura a	Textura b	Textura c
1	2	0	1	1	0	2	2	1	0
2	0	1	-2	1	0	-2	1	0	-1
3	0	1	-1	2	1	0	2	2	0
4	2	1	0	2	1	0	2	1	0
5	2	1	0	2	1	0	2	1	0
6	2	1	0	1	2	0	2	2	2
7	2	2	1	1	2	0	2	2	2
8	2	1	0	2	0	1	2	1	0
9	2	1	1	2	2	1	2	1	2
10	2	1	-1	2	0	1	1	-1	2
11	2	1	0	1	0	-1	2	0	1
12	2	0	0	1	0	0	2	0	1
13	2	0	1	2	0	2	2	0	1
14	2	0	-1	2	1	0	2	1	-1
15	1	0	-1	2	1	0	2	1	-2
16	2	-1	-1	1	0	0	2	1	2
17	2	1	0	0	2	1	1	2	0
18	2	1	-1	2	1	0	1	1	0
19	1	0	2	2	-1	1	1	0	2
20	2	1	0	1	2	0	2	1	-1
21	1	1	2	2	1	1	2	2	2
22	2	1	1	2	0	0	1	2	2
23	2	1	-1	2	2	1	2	2	2
24	2	2	2	2	2	1	2	2	2
25	2	1	0	2	1	-1	1	2	1
26	2	1	0	1	0	2	2	0	1
27	2	0	1	2	0	1	2	0	1
28	2	2	1	2	1	-1	2	2	2
29	2	2	-1	1	2	-1	1	2	-1
30	2	1	0	2	-1	0	2	-1	1
31	2	1	-1	-1	2	0	2	2	1
32	2	2	1	2	2	2	0	2	0
33	1	2	1	0	2	-1	-1	1	-2
34	2	1	-1	0	2	-1	1	2	0
35	1	2	2	1	2	2	1	2	2
36	1	2	-1	0	1	2	2	2	2
37	2	2	1	2	2	1	2	2	0
38	2	1	-2	1	2	0	0	2	-1
39	2	1	0	2	2	2	0	1	2
40	1	2	0	2	0	1	0	2	1
41	1	-1	2	2	1	1	2	2	1
42	2	0	-1	2	1	0	2	1	2
43	0	1	2	1	2	-2	1	2	0
44	2	0	-1	2	2	-1	1	2	-1

45	0	1	2	1	2	0	2	1	0
46	2	1	0	2	1	0	1	2	1
47	0	2	1	1	2	0	-1	1	2
48	2	2	-1	2	2	-1	2	2	1
49	0	2	1	1	2	-1	2	1	0
50	2	0	-1	2	1	0	1	2	0
51	2	1	-1	0	2	-1	2	1	0
52	2	0	0	2	0	2	2	2	2
53	2	2	2	1	2	2	2	2	2
54	2	0	1	2	0	1	0	-1	1
55	2	1	-1	2	1	-2	2	0	-2
56	1	0	-1	2	1	0	0	-1	1
57	2	0	-1	1	2	0	2	0	1
58	2	2	0	2	0	2	0	2	2
59	-1	2	0	-2	2	-1	1	0	1
60	2	-2	2	-1	0	2	2	1	0
61	2	2	1	2	0	2	2	2	2
62	1	2	0	1	2	0	2	1	0
63	2	1	0	2	2	2	2	2	2
64	2	0	1	2	2	0	2	1	2
65	2	0	1	2	0	1	0	2	1
66	2	1	0	0	2	1	1	2	0
67	1	2	0	1	2	2	2	1	1
68	2	2	1	2	1	0	2	2	2
69	0	2	1	2	0	1	1	2	0
70	2	1	0	1	0	0	2	0	-1
71	0	-1	2	1	2	0	1	2	-2
72	2	1	-1	2	2	0	2	2	-1
73	2	1	0	2	1	2	2	2	0
74	0	2	1	2	0	1	0	1	2
75	2	1	0	2	0	1	2	0	1
76	2	0	1	1	2	0	0	1	2
77	2	-1	-1	2	1	0	2	0	1
78	0	2	1	2	1	0	2	1	2
79	2	2	1	2	1	1	2	1	1
80	2	0	-1	2	2	-1	2	2	-1
81	2	0	-1	2	0	-2	2	0	0
82	2	2	2	2	2	2	2	1	2
83	2	1	0	2	1	1	2	2	2
84	2	0	1	1	2	2	0	-1	2
85	2	1	0	0	2	1	2	0	1
86	2	2	2	0	0	0	2	2	2
87	2	1	0	2	2	1	2	2	2
88	2	0	1	2	0	1	1	2	0
89	2	1	0	0	1	2	1	2	0
90	1	2	0	1	2	0	1	2	0
91	2	2	2	1	2	0	2	2	2
92	2	2	2	2	1	1	1	2	2
93	1	0	-1	2	2	2	2	2	2
94	2	0	1	2	1	0	1	0	2

95	0	2	1	2	1	0	1	2	-1
96	2	0	-1	2	0	-1	2	0	-1
97	1	0	2	2	1	0	2	1	-1
98	1	1	1	2	1	1	2	1	1
99	2	2	2	2	2	2	2	2	2
100	2	0	-2	2	1	0	1	2	-1

a = muestra con 3.5% de harina de nopal

b = muestra con 7% de harina de nopal

c = muestra con 10.5% de harina de nopal

2 = me agrada mucho

1 = me agrada poco

0 = me desagrada más o menos

-1 = me desagrada poco

-2 = me desagrada mucho

En la evaluación sensorial, cuyas muestras presentadas tanto en color, sabor y textura mostraron diferencias significativas, según los análisis de Friedman.

ANEXO III

Análisis de Color

	n	Suma de rangos	Media de rangos
color a	100	252.5	2.53
color b	100	202.0	2.02
color c	100	145.5	1.46

Prueba de Friedman's	65.8678
p	<0.0001

Análisis de Sabor

	n	Suma de rangos	Media de rangos
sabor a	100	241.5	2.42
sabor b	100	206.0	2.06
sabor c	100	152.5	1.53

Prueba de Friedman's	46.8163
p	<0.0001

Análisis de Textura

	n	Suma de rangos	Media de rangos
textura a	100	227.5	2.28
textura b	100	202.5	2.03
textura c	100	170.0	1.70

Prueba de Friedman's	22.0930
p	<0.0001

a = muestra con 3.5% de harina de nopal
b = muestra con 7% de harina de nopal
c = muestra con 10.5% de harina de nopal

El valor de lo estadístico de Friedman's fue significativo con un valor de $p < 0.0001$.

La prueba de Friedmans, es una prueba de apreciaciones no paramétrica para verificar las diferencias de n apreciaciones o juicios sobre k tratamientos. Es una prueba comúnmente utilizada en la degustación de vinos.

La hipótesis nula es que las opiniones de los jueces no permiten distinguir entre los diferentes productos, si la prueba es significativa indica diferencias entre los productos o tratamientos.