

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**Mejoramiento de los atributos de calidad de la tortilla de maíz
empleando como aditivo natural el pulque
(*poliuqui*)**

POR:

CAROLINA DIAZ VAZQUEZ

T E S I S

**Presentada como requisito parcial para obtener
el título de:**

**INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DE ALIMENTOS**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre del 2008

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Mejoramiento de los atributos de calidad de la tortilla de maíz
empleando como aditivo natural el pulque (*poliuqui*)

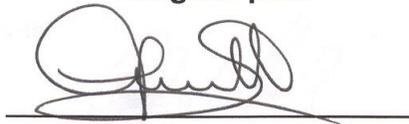
Presentada por:

CAROLINA DIAZ VAZQUEZ

Presentada Como Requisito Parcial para Obtener el
Titulo de:

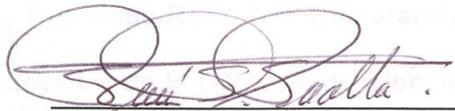
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS

Dirigida por:



M.C. Xóchitl Rúelas Chacón

Asesorada por:



Dr. René Darío Peralta Rodríguez

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

POR:

CAROLINA DIAZ VAZQUEZ

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador
Como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADA

M.C. Xóchitl Rúelas Chacón

Presidente

Dr. René Darío Peralta Rodríguez

Vocal

QFB. Oscar Noé Reboloso Padilla

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

Vocal



Ing. José Rodolfo Peña Oranday.

Coordinador de la División de Ciencia Animal.

COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre del 2008.

DEDICATORIAS

A **Dios** por darme la vida, haberme permitido vivir estos momentos hermosos de la vida y por guiarme en el camino de la sabiduría.

A mi papa **Lucio Díaz Ortiz** y a mi mama **María Vázquez Esparza** por su gran apoyo incondicional que me han brindado en toda mi vida, por la educación que me dieron, por todos los sacrificios y desvelos que sufrieron, ya que ellos son el motor que me impulsa a salir siempre adelante y no me deja rendirme ante nada, por todo y mucho mas gracias. LOS QUIERO

A mi hermano **José Luís Díaz Vázquez** por su gran apoyo en todo momento, ya que él es un ejemplo para mí a seguir siempre adelante, por el gran esfuerzo que hizo día con día, y por sus consejos que me impulsaron siempre a caminar de frente, gracias hermanito. TE QUIERO

A mi abuelita **Cayetana Esparza Cardona** por darme cariño en todo momento de mi vida, por esos consejos alentadores y positivos que siempre me daba, por ser un gran ejemplo a seguir para toda la familia.

A mi **Tío Melitón Díaz Ortiz** con quien compartí momentos lindos mientras estuvo con migo, porque cumplí su sueño de terminar una carrera profesional.

A mis hermanos **Joel Vázquez, Pedro Martínez y Lourdes Martínez** que a pesar de estar tan lejos siempre están presente en mi vida.

A mis amigas **Laura Martínez** por su amistad incondicional que me brindo en todo este tiempo, por su compañía y comprensión, por estar con migo en las buenas y en las malas, **Lusvia Méndez, Yazmid Zavaleta, Guadalupe López, Angélica León, Magdalena Ramírez** en fin a todas mis amigas por su gran apoyo que me dieron en todo este tiempo de conocerlas. A mis amigos **Armando Monroy, Romeo Rojas, Julio Cesar Tafolla, Pachito,**

Jesús Hernández, por compartir momentos bonitos en todo el transcurso de la carrera, en fin a todos mis compañeros de ICTA.

A mis amigas **Marisol Urrutia** y Mónica **Segovia** por ser mis mejores amigas, desde siempre, por compartir momentos tristes y felices muchas gracias por su amistad.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** (ALMA TERRA MATER) que me concedió las herramientas necesarias para realizar y terminar mis estudios, así como a los maestros de esta institución.

Al **Centro de Investigación de Química Aplicada** (CIQA) por brindarme su apoyo, y facilitarme algunos de los equipos necesarios para llevar a cabo la investigación de este trabajo.

M.C. **Xóchitl Ruelas Chacón** por compartir parte de su tiempo para orientarme en este trabajo de investigación, así como su paciencia, amistad y su cariño que siempre brinda.

Dr. **René Darío Peralta Rodríguez** por brindarme apoyo en la realización de este trabajo, por compartir gran parte de su sabiduría conmigo y por brindarme su amistad.

Q.F.B. **Oscar Noé Reboloso Padilla** por brindarme apoyo en la estructuración de este trabajo de investigación.

A la Lic. **Laura Olivia Fuentes Lara** por su apoyo brindado para realizar pruebas en el laboratorio de Ciencia Animal.

Al M.C. **Odilón Méndez Paredes** por su gran amistad que me brindó siempre y por su gran apoyo en este trabajo de investigación.

A la M.C. **Mildred Inná Marcela Flores Verastegui** por su apoyo y tiempo brindado en la parte experimental de este proyecto de investigación, así como su amistad y cariño.

A T.L.Q. **Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel** por su amistad y apoyo en la realización de pruebas en el laboratorio.

INDICE

| | |
|---|-------------|
| Dedicatorias | iv |
| Agradecimientos | vi |
| Índice | vii |
| Índice de figuras | xi |
| Índice de cuadros | xii |
| Resumen | xiii |
| CAPITULO I | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| Objetivos | 3 |
| General | 3 |
| Específicos | 3 |
| Hipótesis | 3 |
| Justificación | 4 |
| | |
| CAPITULO II | 5 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 5 |
| Descripción del maíz | 5 |
| Proceso de nixtamalización | 6 |
| Cambios estructurales, físicos y químicos | 6 |
| Efecto de la nixtamalización sobre el valor nutricional de las tortillas de Maíz | 7 |
| Elaboración de la tortilla de maíz | 8 |

| | |
|---|-----------|
| Mezclado y formado de la masa | 8 |
| Horneado de las tortillas | 10 |
| Proceso industrial para elaborar la tortilla de maíz | 10 |
| Consumo de la tortilla | 11 |
| Atributos de la calidad de las tortillas | 12 |
| Aditivos para mejorar la calidad de la tortilla de maíz | 14 |
| Carboximetilcelulosa | 14 |
| Harina de nopal (<i>Opuntia spp</i>) | 15 |
| Goma xantana | 15 |
| Goma guar | 15 |
| Descripción del pulque | 15 |
| Elaboración del pulque | 19 |
| Propiedades nutrimentales | 21 |
| Evaluación sensorial | 22 |
| Propiedades sensoriales | 23 |
| Usos e importancia de la evaluación sensorial | 26 |
| Tipos de jueces | 27 |
| Clasificación de las pruebas sensoriales | 29 |
| Índice R en la evaluación sensorial | 31 |
| CAPITULO III | 34 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 34 |
| Método experimental | 34 |
| Pasteurización del pulque | 34 |

| | |
|---|-----------|
| Determinación de sólidos solubles | 35 |
| Determinación de pH | 35 |
| Determinación de proteína | 35 |
| Determinación de cenizas | 36 |
| Determinación de azúcares totales | 36 |
| Determinación de azúcares reductores | 36 |
| Análisis microbiológico | 36 |
| Formulación de las tortillas con pulque | 38 |
| Cocimiento de las tortillas | 39 |
| Análisis sensorial | 39 |
| Análisis estadístico | 40 |
| CAPITULO IV | 41 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 41 |
| Primer análisis sensorial | 41 |
| Segundo análisis sensorial | 42 |
| Análisis microbiológico | 45 |
| Análisis bromatológico | 47 |
| CAPITULO V | 49 |
| CONCLUSIONES | 49 |
| CAPITULO VI | 51 |
| RECOMENDACIONES | 51 |

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| CAPITULO VII | 52 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 52 |
| CAPITULO VIII | 58 |
| ANEXOS | 58 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Diagrama de elaboración de tortilla de maíz | 9 |
| Figura 2. Tlachiquero succionando el aguamiel mediante el acocote | 21 |
| Figura 3. Cuenta total de bacterias, hongos y levaduras | 38 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Contenido de bacterias y levaduras en el aguamiel y en el pulque | 18 |
| Cuadro 2. Valor nutrimental del pulque | 22 |
| Cuadro 3. Matriz general de respuesta de los jueces | 32 |
| Cuadro 4. Resultados de la prueba de preferencia de los consumidores por el método de Kruskal-Wallis. | 41 |
| Cuadro 5. Matriz de respuesta generalizada para el índice R. | 43 |
| Cuadro 6. Conteo de bacterias en pulque normal y pasteurizado | 45 |
| Cuadro 7. Conteo de hongos y levaduras en pulque normal y pasteurizado. | 46 |
| Cuadro 8. Caracterización bromatológica de pulque normal y pasteurizado | 47 |

RESUMEN

En este trabajo de investigación se presenta una evaluación sensorial de las tortillas de maíz utilizando como aditivo natural el pulque normal y pasteurizado.

Para este estudio se evaluaron tres formulaciones de tortilla de maíz, una natural, otra con pulque normal y la tercera con pulque pasteurizado. Al pulque normal y pasteurizado se les practicó un análisis bromatológico y microbiológico.

Para la selección de las muestras se aplicó una prueba de preferencia en la cual se le pedía al juez que ordenara las tres muestras de menor a mayor preferencia de acuerdo a las características de la tortilla.

Las dos muestras con mayor preferencia fueron la de tortilla de maíz natural y la otra con pulque pasteurizado, ya que la de tortilla con pulque normal era muy desagradable.

Para la segunda prueba discriminativa solo se usaron las dos muestras de tortilla, la natural y con pulque pasteurizado las cuales se mostraron como las más preferidas, en la cual se le solicitó al juez que ordenara las muestras de acuerdo a las posibles respuestas que se les planteó en la hoja de evaluación. Posteriormente se calcularon las respuestas mediante el índice R, el cual nos indica la probabilidad de diferenciar dos o más muestras. Esta

prueba nos permite conocer la preferencia de los consumidores sobre la adición de algún ingrediente.

En la primera evaluación los consumidores detectaron una mayor diferencia en olor y sabor, en cuanto a color y textura no encontraron diferencia en las muestras. Los resultados de la segunda evaluación indicaron que los consumidores lograron distinguir la tortilla natural de la tortilla con pulque.

La adición de pulque a la tortilla de maíz como aditivo natural no es del agrado de los consumidores ya que tiene un sabor y olor desagradable, aunque en textura y en color tiene aceptabilidad para ellos ya que no encontraron diferencia entre las muestras de tortilla natural y con pulque pasteurizado.

Palabras claves: factor de calidad, tortilla de maíz, pulque como aditivo, evaluación sensorial de las tortillas, índice R, mejoramiento de atributos.

CAPITULO I

INTRODUCCION

En México la producción de las tortillas puede realizarse a partir de masa de maíz nixtamalizado o bien a partir de harina de maíz nixtamalizado. En ambos casos los consumidores prefieren las tortillas de masa fresca y recién hechas (Ordaz, 1997).

Las características de la calidad de las tortillas de maíz varían entre las diferentes regiones en México. La presencia de aditivos ha modificado parcialmente sus características sensoriales, sin embargo el uso de estos conserva los atributos de la calidad de la tortilla. Una preferencia común es que las tortillas al recalentarse mantengan su flexibilidad y conserven sus características similares a las recién elaboradas.

El nivel de humedad de las tortillas juega un papel importante en este aspecto, ya que la tortilla debe tener suficiente humedad para recalentarse y mantenerse flexible; las tortillas con baja humedad se hacen rígidas.

Tradicionalmente, este alimento se preparaba en el hogar o se adquiría diariamente en las tortillerías; sin embargo las exigencias de la vida moderna, como por ejemplo, la incorporación de un creciente número de amas de casa a empleos fuera del hogar, han obligado al fabricante de tortillas a buscar nuevas tecnologías para su producción y distribución en otro tipo de establecimientos. Esto requiere que el producto se conserve en óptimas condiciones por periodos de tiempo cada vez más prolongados (Reyes, 2004).

Anteriormente ya se han adicionado otros compuestos químicos y naturales a la tortilla de maíz para mejorar atributos como la textura, ya que si una tortilla no se mantiene manejable daría un aspecto no deseable para el consumidor.

En este trabajo se pretende mejorar los atributos de la calidad de la tortilla de maíz incorporándole pulque como aditivo natural, así como conservar algunas de las características típicas a la tortilla de maíz como apariencia, sabor, olor y textura. Estas características se evaluarán mediante un estudio sensorial.

Como parte del trabajo se analizaron las características microbiológicas y físico-químicas del pulque, así como la evaluación sensorial de la tortilla de maíz con pulque incorporado mediante un panel de jueces no entrenados.

OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar una tortilla de maíz con pulque con características típicas

Objetivos específicos

- Analizar las características microbiológicas y fisicoquímicas del pulque.
- Desarrollar la tortilla de maíz con pulque incorporado.
- Evaluar sensorialmente la tortilla de maíz desarrollada mediante la técnica de Índice R (IR) en comparación con la tortilla de maíz típica.

HIPOTESIS

La incorporación o adición de pulque a la masa de maíz para tortilla, mejora algunas características sensoriales de la misma.

JUSTIFICACION

Tomando en cuenta que para mejorar los atributos de calidad de la tortilla de maíz se han usado anteriormente aditivos químicos que menciona Reyes Lucio en su literatura, los cuales cambian sus propiedades típicas y aunque los consumidores se están acostumbrando a las tortillas adicionadas con estos aditivos, algunos conocedores las prefieren naturales sin adición de componentes extraños. Con todo lo anterior y sabiendo que no existe ningún reporte sobre la adición de pulque a las tortillas para mejorar sus atributos, con este trabajo se pretende el mejoramiento de algunas características de la tortilla, evaluando a través de técnicas sensoriales.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

Descripción del maíz.

El grano de maíz es un **cariópside** formado por una sola semilla en la cual el recubrimiento de la fruta (pericarpio) se adhiere firmemente a la semilla. El grano está compuesto del pericarpio o piel, germen o embrión y endospermo. El pericarpio resiste la penetración del agua y protege al grano, está compuesto principalmente de cenizas, fibra y aceite, con muy poco almidón y proteína. El germen tiene un alto contenido de aceite, proteína, azúcares, vitaminas y minerales, con muy poco almidón, siempre y cuando haya sido retirado completamente del grano. La aleurona es una sola capa de células que contiene grandes cantidades de aceite, proteína, minerales, cenizas, vitaminas y enzimas. La composición del maíz varía y se ve afectada por su genética y el ambiente. Los maíces de diente amarillo y blanco contienen aproximadamente entre 8 y 10% de proteína, 3,5 - 4,5% de grasa, 1,5 - 2,0% de cenizas, 1,5 - 2,1% de fibra cruda, 1,4 - 2,0% de azúcares solubles, 10 - 14% de agua y 65 - 70% de almidón, calcio (158 mg), hierro (2.3 mg), tiamina (0.34 mg), riboflavina

(0.08 mg), niacina (1.6 mg) y retinol (17 mcg - eq). El color del grano debe ser uniforme, de un blanco o amarillo brillantes. La textura del grano oscila de un endospermo casi 100% harinoso (o suave) a uno 100% duro. La textura del maíz está estrechamente relacionada con la dureza de este.

Proceso de nixtamalización

La nixtamalización es una palabra Azteca (lenguaje Náhuatl) que significa cocinar y remojar el maíz en una solución de cal o el lixiviado de ceniza de madera. En el proceso tradicional, el maíz se cuece con cal en ollas sobre fuego, seguido de un remojo que dura de 8 a 16 horas (generalmente toda la noche). El licor del cocimiento, llamado nejayote, es desechado y luego el maíz cocido (nixtamal), se lava y se muele manualmente hasta formar una masa fina con una piedra llamada metate, con moladoras de discos operadas manualmente o con moladoras de piedra eléctricas (Rooney y Almeida-Domínguez, 1995).

Cambios estructurales, físicos y químicos

Estructurales.- La cocción y el remojo alcalino ocasionan una dilución parcial de la cutícula, así como hinchazón y debilitamiento de las paredes celulares lo cual facilita la remoción del pericarpio. Las células aleuronas permanecen intactas y adheridas al endosperma periférico. Las paredes celulares se degradan y solubilizan en forma particular (Gómez y col., 1987).

Proteínas.- La cocción alcalina altera los patrones de solubilidad de las proteínas del maíz, además que se disminuye el contenido de proteínas solubles, globulinas, albúminas y prolamina e incrementa la cantidad de proteínas imposibles de extraer del maíz cocido (Rooney y Almeida-Domínguez, 1995).

Almidón.- En realidad solo se gelatiniza una pequeña parte de los gránulos de almidón durante la cocción y el remojo. La susceptibilidad enzimática del almidón se incrementa ligeramente conforme se va cocinando el maíz con la cal; sin embargo, el mayor incremento de almidón se presenta durante la molienda y el horneado. La estructura del gránulo del almidón natural se descompone parcialmente durante la cocción. Sin embargo, las alteraciones en la cristalización del almidón ocasionada por la cocción se restauran parcialmente por una recristalización o recocido durante el remojo (Gómez y col. 1990, 1991). El sabor de la tortilla puede mejorarse mediante las reacciones de Maillard que se presentan mientras se reducen los azúcares, los péptidos y los ácidos grasos insaturados, durante la cocción.

Efecto de la nixtamalización sobre el valor nutricional de las tortillas de maíz.

Por el proceso de nixtamalización se obtiene mayor disponibilidad de triptófano presente en el maíz. Este aminoácido es transformado en niacina en el organismo humano, vitamina relacionada con la pelagra (Brezan y col.,

1987). El grano de maíz entero pierde un 35% de la niacina original durante la nixtamalización y el 15% de triptófano (Hernández-Ayala y col., 1996). Durante la nixtamalización, gran parte del calcio proveniente del álcali usado en la cocción, se queda en el pericarpio del grano, el cual se elimina durante el lavado del nixtamal. Si éste es excesivo, a fin de eliminar la mayor cantidad de pericarpio y tener harinas y tortillas más blancas, también se elimina gran parte del calcio, con el consecuente impacto nutricional (Flores-Farias y col., 2002).

Elaboración de la tortilla de maíz.

Es determinante el nivel y la uniformidad de la calidad del grano de maíz empleado como materia prima para la nixtamalización, ya que afecta el tamaño de las partículas de la masa (finas o gruesas), la eficiencia, la fricción y el calentamiento desarrollados durante la molienda. La adición de agua durante la molienda disminuye la fricción, evita el sobrecalentamiento y produce masa más suave. El intervalo de temperatura de la masa fresca común en la industria, cuando sale del molino es de 50-75 °C. La separación entre piedras debe ser adecuada para obtener masa con la consistencia requerida.

Mezclado y formado de la masa.

Dependiendo del tipo de equipo, especialmente del mezclador y formador que se emplea para la masa, es en esta etapa donde se establecen las dimensiones y el peso de la tortilla. El grado de mezclado aplicado y la

consistencia inicial de la masa deben combinarse para producir masa que se pueda formar con las dimensiones deseadas, cortar y alimentar al horno con un mínimo de roturas y deformaciones. Aquí en esta etapa es donde se reflejan gran parte de los efectos del cocimiento y molienda previos. En la figura 1 se muestra un diagrama del proceso tradicional para la elaboración de la tortilla de maíz.

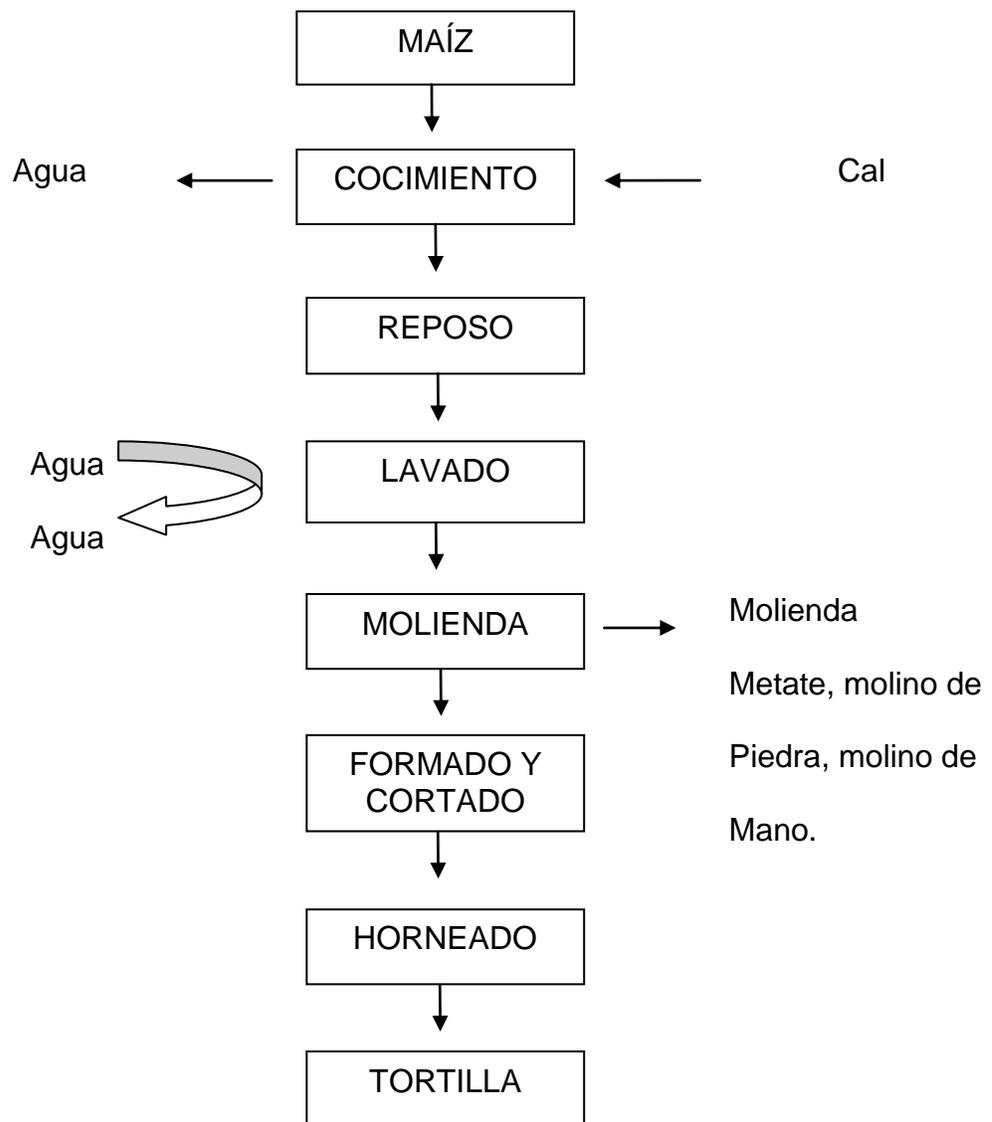


Figura 1. Diagrama de elaboración de tortillas de maíz.

Horneado de las tortillas

El horneado tiene las funciones de cocer y secar parcialmente la masa, impartir una apariencia ligeramente tostada y desarrollar la textura final de la tortilla. La combinación de la humedad y el tamaño de partícula de la masa con la temperatura y tiempo de residencia en el horno deben optimizarse para productos específicos (Almeida y Rooney, 1996). Para el horneado se moldea la masa o se comprime hasta formar discos delgados que son horneados sobre una plancha o comal. Las tortillas de mesa se hornean por cada lado durante aproximadamente 15 a 30 segundos, luego se voltean para que se inflen. El inflado les da a las tortillas la textura deseable.

Proceso industrial para elaborar la tortilla de maíz.

El proceso industrial de la tortilla inicia cuando el maíz se cuece con cal en contenedores abiertos y agitados, cocedores verticales o calderas de vapor. El grano se mezcla con aproximadamente tres partes de agua y se cuece durante 10 a 45 minutos a una temperatura que oscila entre los 75 y 100 °C. Luego, el nixtamal se deja remojando de 8-16 horas en la solución caliente con cal. Posteriormente, el maíz es bombeado junto con el licor de remojo o descendido a unos lavadores. El licor de cocimiento es drenado y el nixtamal lavado con agua pasteurizada. Durante este proceso de lavado son removidos el pericarpio y el exceso de cal.

El nixtamal se muele entre dos piedras volcánicas o sintéticas, una de las cuales está fija y la otra gira a una velocidad entre 500 y 700 rpm. Durante la molienda el nixtamal se tritura hasta formar partículas finas y gruesas, las cuales son amasadas por mezcladores o extrusores que alimentan la máquina formadora o los rodillos plegadores con una masa cohesiva y plástica. Las características de la masa están relacionadas directamente con la separación entre las piedras, el tamaño y la profundidad de las ranuras, la relación temperatura-tiempo de cocción y de remojo, así como el tipo de maíz. Durante la formación, la masa se va enrollando hasta formar una hoja delgada que es cortada por un cortador giratorio que está colocado debajo de los rodillos. Las tortillas formadas entran a un horno de tres hileras de hornillas de gas para ser horneadas a unas temperaturas que oscilan entre 250 y 400 °C durante 30 a 45 segundos, luego son enfriadas y empacadas (Rooney y Almeida, 1995).

Consumo de la tortilla.

La producción en México asciende actualmente a 11 millones de toneladas anuales. Actualmente en México se consumen 800 millones de tortillas por día (22.8% provienen de harinas nixtamalizadas, 36.7% de masa de molinos de nixtamal y 40.5% de nixtamalización tradicional en zonas rurales). Existen 2,500 molineros en el país, además de los que se encuentran en las zonas rurales (García-Cañedo, 2002).

Atributos de la calidad de las tortillas.

Las características de la calidad de las tortillas varían entre las diferentes regiones de México y otros países. Existen tortillas delgadas y gruesas con pesos que oscilan entre los 18-23 g las delgadas y las gruesas de 28-34 g. Muchos consumidores prefieren el sabor y aroma a nixtamalizado, sin embargo la presencia de aditivos ha modificado parcialmente sus características sensoriales. Sin embargo una de las preferencias más comunes es que las tortillas mantengan su flexibilidad y que se puedan recalentar.

El nivel de humedad de la tortilla juega un papel muy importante en este respecto. La tortilla debe tener suficiente humedad para recalentarse y mantener su flexibilidad, ya que las tortillas con baja humedad tienden a ser rígidas. Además que tienen un rápido reblandecimiento y su estabilidad microbiológica es de 6 a 12 horas dependiendo de la temperatura ambiente (Andrés, 1983; Téllez, 1988) lo que limitaría las posibilidades de una mejor distribución y comercialización (Bedolla, 1983; Rizley, 1987).

El sabor y el aroma típicos del nixtamalizado son preferidos por muchos consumidores; sin embargo, las preferencias están modificándose debido a que las tortillas contienen aditivos que afectan las características sensoriales típicas. Esto último es particularmente notable en los mercados nuevos. El exceso de ácidos y conservadores son detectados por los consumidores conocedores de las tortillas así como también en otros países del mundo

(Higuera-Ciápara, 1995). Se desean tortillas blancas o amarillas pero con tonalidades claras y brillantes.

Las tortillas empacadas tienen una vida de anaquel que varía entre una y ocho semanas. Una vida de anaquel larga se puede lograr mediante la adición de conservadores adecuados para la tortilla, los cuales tienen la desventaja de que modifican los atributos sensoriales de la misma.

En la actualidad no existen normas de control de calidad para las tortillas de maíz. Sin embargo la población de México prefiere el maíz blanco para las tortillas, mientras que en las industrias de frituras prefieren el maíz amarillo.

Una de las propiedades importantes de la masa para la producción de tortillas de alta calidad y una buena vida de anaquel es la humedad, que varía entre 50-55%; con este porcentaje se obtiene una masa óptima para la elaboración de tortillas de maíz (Paredes López y Mora-Escobedo, 1983).

Las partículas negras (“hilum”) normalmente presentes en las tortillas hechas con masa fresca suelen ser preferibles en muchas regiones, principalmente en consumidores históricamente familiarizados con las tortillas; sin embargo, el consumo de tortillas sin esta característica va en aumento (Reyes, 2004).

En un estudio realizado por Bressani-Turcios y col. en el 2001, se muestra que tanto las características físicas como las químicas estudiadas, son diferentes en las diferentes harinas de maíz nixtamalizado lo cual puede reducir la eficiencia de programas de fortificación con vitaminas y minerales que se deseen implementar. Es posible que la diversidad de productos sea debida a la variedad de maíz, sin embargo es más probable que sea debida a variaciones en el proceso de nixtamalización.

Aditivos para mejorar la calidad de la tortilla de maíz.

Un aditivo se entiende como una sustancia o mezcla de sustancias que se le adicionan al alimento intencionalmente durante las etapas de producción o almacenamiento para lograr ciertos beneficios, tales como mejorar el nivel nutritivo, conservar la frescura, impedir el deterioro microbiano, o bien generar una propiedad sensorial deseable. Algunos aditivos que se le han incorporado a la totilla se describen a continuación.

Carboximetilcelulosa de sodio (CMC).- La CMC de sodio es incolora, libre de olor y sabor, esta se utiliza en alimentos para mantener las propiedades originales y mantener las características deseables para que el producto se conserve como aceptable, además de que en productos de panadería retiene la humedad, mejorando la viscosidad y mantiene las cualidades de los productos (Reyes, 2004).

Harina de nopal (*Opuntia spp*).- De acuerdo al estudio que realizo Gonzales Ramos (2001), la harina de nopal incorporada en un 5% a la tortilla, es un buen aditivo para mejorar los atributos de textura de la tortilla de maíz nixtamalizado, siempre y cuando no se añada en cantidades superiores, debido a que esto puede cambiar el sabor o apariencia de la tortilla.

Goma xantana.- Es producido por *Xanthomonas campestris* y algunos otros microorganismos, contiene una mezcla de aminoácidos y minerales, puede considerarse un derivado de la celulosa. La adición de esta goma a los geles del almidón, a las disoluciones, emulsiones incrementa la estabilidad frente a la congelación-descongelación (Belitz y Grosch, 1997).

Goma guar.- Se obtiene del endospermo de la semilla leguminosa *Cyamopsis tetragonolobus*. Es un espesante, y la adición de altas concentraciones ($\geq 5.0\%$) provoca que se produzcan geles (Fennema 1985).

Descripción del pulque.

El maguey (*Agave atrovirens*) es la especie que provee cerca del 75 por ciento de la bebida fermentada conocida como “pulque”, producida y consumida en la región del altiplano central de México. La zona en donde el cultivo del maguey y la elaboración del pulque revisten importancia económica se

circunscribe principalmente a los estados de Hidalgo, Tlaxcala, México y parte de los de Puebla, Querétaro, Michoacán y el Distrito Federal.

El pulque se consumía en festividades y banquetes en la época de los aztecas y mayas, aunque las borracheras estaban sumamente penadas (Ramírez Castañeda, 1996). El pulque se consideraba por nuestros antepasados indígenas como una bebida reservada únicamente para los reyes y dioses y por eso mismo debe preservarse. A partir de 1940 fue considerada bebida inmunda, propia de albañiles y de pobres del campo y la ciudad, explicó Mario Ramírez Rancaño, del Instituto de Investigaciones Sociales (González, 2005).

Los nombres populares de las especies o variedades de maguey más conocidas y cultivadas son: manso, penca larga, cimarrón, chalqueño, ayoteco, cenizo, carrizo o carricillo, mano larga, poblano, mexicano, maguey criollo, santanero, chichimeco, muthá, xaminí, sálate, xilomen, etc.

Loyola (1956), dice que en México existen 170 especies de magueyes y que en la región de Ápam, la zona pulquera por excelencia, se cultivan 33 y sólo tres pueden considerarse como pulqueras. La raíz de este *Agave atrovirens* es fibrosa, su tallo muy corto y grueso, las hojas (pencas) son de color verde grisáceo y miden unos 2.5 m y su anchura es de unos 30 cm, son muy gruesas y angostas cerca de la base y se distribuyen muy juntas en torno al tallo formando una roseta, lo que determina la forma característica del

maguey. El maguey florece sólo una vez y muere poco después. La edad en que se inicia la floración depende de diversos factores, tales como la especie o la variedad. En los magueyes cultivados la floración se presenta de los ocho a los doce años, pero en los silvestres es más tardía. Al llegar a la floración, la yema central de la planta o cogollo (meyolote) emite un tallo que se desarrolla en poco tiempo y cuya altura llega a ser superior a cinco metros; este tallo floral remata en un enorme racimo compuesto cuyas ramificaciones tienen numerosos grupos de flores erguidas de color verde amarillento.

En general el agave es un cultivo que crece en zonas áridas y semiáridas con una temperatura mínima entre 11 °C y 42 °C como máxima, crece en suelos rocosos y arcillosos de capa muy delgada (Cortés, 2000).

El nombre *pulque* con el que los españoles denominaron a esta bebida da idea de la degradación en categoría que sufrió, ya que, según Núñez Ortega (como lo cita Patrizi, 2007), este nombre deriva de *poliuqui*, que significa descompuesto.

El agua miel es un líquido azucarado, incoloro, transparente, con cierto olor herbáceo y sabor dulce que se consume natural o cocido, este como sustituto de agua y laxante (Ramos Zablah, 2004).

Los gérmenes del aguamiel, como los del pulque se clasifican en dos grupos principales: bacterias y levaduras, también posee hongos. El aguamiel

contiene pocas levaduras y muchas bacterias. En cambio en el pulque hay mayor cantidad de levaduras que de bacterias (Loyola Montemayor, 1956)

Los investigadores han encontrado numerosas cantidades de bacterias y levaduras en el aguamiel y el pulque. A continuación se muestra, en el cuadro 1, los contenidos de bacterias y levaduras presentes en el aguamiel y el pulque.

Cuadro 1. Contenido de bacterias y levaduras en el aguamiel y en el pulque (Ruiz Oronoz, 1942).

| | Bacterias (10^{-3} /ml) | Levaduras (10^{-3} /ml) |
|----------|----------------------------|----------------------------|
| Aguamiel | 800 - 1, 500 | 3 - 6 |
| Pulque | 100 - 200 | 250 - 300 |

Entre los principales microorganismos que intervienen en la fermentación del pulque se cuentan el *Lactobacillos sp.* Y el *Leuconostoc*, que son los que provocan la viscosidad y la *Saccharomyces carbajali*, que es la levadura responsable de la fermentación alcohólica (Patrizi Rubén, 2007).

ELABORACION DE PULQUE

El pulque es el jugo fermentado de un agave. Cuando el tallo floral empieza a formarse es cortado, dejando un hueco en el centro de la planta, el cual se llena con un líquido cristalino llamado aguamiel, este empieza a fermentarse y transformándose en pulque que es un líquido blanquecino con olor característico, ligeramente ácido al gusto.

El contenido de alcohol del pulque es del 2 al 7%, igual a la de otras bebidas fermentadas como por ejemplo la cerveza de tal modo que debe considerarse que en dicha sustancia el contenido alcohólico es bajo (Nieto R. y Maecke, 1930).

La presencia en el pulque de alcoholes amílico y etílico es de gran importancia ya que poseen propiedades tóxicas y si las cantidades de pulque que se ingieren son altas, pueden causar enfermedades crónicas en el humano.

Su contenido vitamínico es elevado y se le han atribuido propiedades terapéuticas. La planta de maguey debe de ser muy grande para producir bastante aguamiel, las especies pequeñas probablemente se pudran y mueran (Gold, 1973). El pulque, como ya se mencionó, es el producto de la fermentación de la savia azucarada o aguamiel, que se obtiene al eliminar el qurote o brote floral y hacer una cavidad en donde se acumula el aguamiel en

cantidades que pueden llegar a seis litros diarios durante tres meses (Abundis, 2007).

La obtención del aguamiel es ejecutada por un operario llamado Tlachiquero (García, 2005); para recogerlo se utiliza el acocote, que es una calabaza alargada que sirve como pipeta de grandes proporciones. Esto se muestra en la figura 2.

El aguamiel se consume directamente, siendo una bebida de sabor agradable que contiene alrededor de 9% de azúcares (sacarosa). Se puede beber cruda o hervida. El procedimiento tradicional, consiste en recoger el aguamiel y colocarlo en un recipiente de cuero, donde se lleva a cabo la fermentación provocada por la flora natural del aguamiel. Esto constituye la semilla, es un pulque con fermentación de alrededor de 60 días (Cervantes y col., 2007), con la que se inocularán las tinas de fermentación, con capacidad de aproximadamente 700 litros. El tiempo de fermentación puede durar de 12 a 48 horas a 25 °C, cuidando que los recipientes no tengan ninguna sustancia que inhiba los microorganismos como detergentes, perfumes, desinfectantes, entre otros (Escalante, 2004).

Conforme la fermentación avanza, es controlada por catadores que vigilan la viscosidad y sabor para determinar el momento en que se debe suspender. Una vez hecho esto, se envasa el pulque en barriles de madera y se distribuye en los expendios llamados pulquerías.



Figura 2. Tlachiquero succionando el aguamiel mediante el acocote.

Propiedades nutrimentales.

El investigador Sánchez Marroquín (como lo cita Abundis, 2007) confirmó que el agua miel no solo es una bebida, sino también un alimento nutritivo ya que contiene cantidades considerables de azúcares, sales minerales y vitaminas; algunos son: vitamina C, hierro, fósforo, tiamina, riboflavina, calcio y niacina. En el cuadro 2 se muestra el valor nutrimental del pulque.

Cuadro 2. Valor nutrimental del pulque.

| Nutrimento | Valor en 100 g |
|---------------------|----------------|
| Energía | 47 Kcal |
| Humedad | 97.7 % |
| Hidratos de carbono | 6.1 g |
| Proteínas | 0.4 g |
| Alcohol | 3 % |
| Calcio | 11 mg |
| Fósforo | 34 mg |
| Hierro | 0.7 mg |
| Ac. Ascórbico | 5 mg |
| Riboflavina | 0.03 mg |
| Tiamina | 0.02 mg |
| Niacina | 0.40 mg |
| Parte comestible | 100% |

(Abundis, 2007)

EVALUACIÓN SENSORIAL

La palabra sensorial se deriva del latín *sensus* que quiere decir *sentido* (Anzaldúa, 1994). La evaluación sensorial es la ciencia que se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un alimento, ingrediente o producto, las cuales son percibidas por los sentidos humanos que son: gusto,

vista, olfato, tacto y oído (Pedrero, 1989). Las pruebas sensoriales son utilizadas en diversas industrias tales como la alimentaría, la perfumería, la farmacéutica y la industria de pinturas y tintes, entre otras. Entre las características que pueden mencionarse de estos cinco sentidos son:

Gusto: dulce, amargo, salado y ácido.

Vista: apariencia, color, tamaño, forma, superficie y el brillo.

Olfato: olor y aroma.

Tacto: textura, temperatura, peso, dureza y viscosidad.

Oído: sonidos como la textura y rugosidad del alimento (Anzaldúa, 1994).

Propiedades sensoriales

Las propiedades de los alimentos son los atributos que son detectados por medio de los sentidos tales como:

1.- Color.

Esta propiedad puede ser medida instrumentalmente con los colorímetros, el mas común de los cuales es el colorímetro Hunter el cual cuenta con un sistema para medir los parámetros del color (Giese, 1995) pero estos aparatos resultan muy costosos además de que requieren de un manejo cuidadoso y de mantenimiento especializado (Hernández, 2003).

2.- Olor.

Es la percepción, por medio de la nariz, de sustancias volátiles presentes en los objetos. En la evaluación sensorial de alimentos es de gran importancia que no haya contaminación de un olor con otro ya que puede alterar sus propiedades a evaluar. El olor es generalmente evaluado mediante la técnica de “Sniffing”, esta resulta de la combinación del análisis sensorial olfativo con el análisis instrumental realizado con un cromatógrafo de gases (González, 1993).

3.- Aroma.

Esta propiedad consiste en la percepción de sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberlo colocado en la boca. Estas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe y llegan a los sensores del olfato mediante la trompa de Eustaquio.

4.- Gusto.

Puede ser ácido (agrio), dulce, salado o amargo o bien la combinación de estos cuatro. Esta propiedad es detectada por la lengua.

5.- Sabor.

Esta combina tres propiedades: el olor, el aroma y el gusto. Esta propiedad es la que diferencia a un alimento de otro ya que se puede probar con los ojos cerrados y la nariz tapada solamente se podrá evaluar si el alimento es dulce, salado, amargo o ácido.

6.- Textura.

Es la respuesta primaria de los sentidos táctiles a los estímulos físicos que resultan del contacto entre alguna parte del cuerpo y el alimento (Bourne, 2002). Esta percepción también puede ser medida instrumentalmente con el texturometro, el cual se basa en la medida de aspectos como la deformación, la compresión, la resistencia y la fuerza de corte (Sancho, 2002).

7.- Apariencia.

Es lo que se percibe en lo exterior de los alimentos como su color, forma, tamaño, y características del objeto que se está observando.

USOS E IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial es de gran importancia prácticamente en todas las etapas de producción y desarrollo en la industria alimentaría, para conocer tanto las características como la aceptabilidad de un producto.

También, es importante porque tiene funciones de control de calidad y estandarización de un alimento. Una vez aseguradas la calidad nutricional y sanitaria, la calidad sensorial y la aceptabilidad por el consumidor pueden ser evaluadas controlando sensorialmente la calidad de la materia prima, el almacenamiento o las estrategias de mercado.

La evaluación sensorial es de gran utilidad ya que se aplica para la mejora de un producto mediante el estudio de los defectos sensoriales o atributos deseables tras la modificación de la fórmula de un producto, ya sea por eliminación, sustitución o adición de un nuevo componente o ya sea por la modificación del proceso de elaboración del producto.

La evaluación desempeña un papel muy importante en las actividades de investigación sobre alimentos. Es de especial utilidad para la industria alimentaría la aplicación de los resultados de la evaluación sensorial y asociarlos con aquellos obtenidos por los instrumentos analíticos. Para esto es indispensable la selección y entrenamiento de un panel de jueces, así como el desarrollo de una terminología descriptiva, técnicas de evaluación sensorial y

ensayos fisicoquímicos que ayuden a caracterizar los atributos sensoriales de un alimento, sin olvidarnos que el consumidor es el que determina al último la evolución o transformación de un producto (Ibáñez, 2001).

TIPOS DE JUECES

Juez experto.

Es una persona que posee gran experiencia en probar un determinado alimento, además que posee una sensibilidad para percibir las diferencias entre las muestras, también para distinguir y evaluar las características del alimento. Este tipo de jueces intervienen en productos que son muy caros, además que cobran sueldos muy altos debido a que su entrenamiento es muy largo y costoso y solo bastaría con su respuesta para saber si el alimento es aceptado por el consumidor.

Juez entrenado.

Es una persona que posee bastante habilidad para detectar alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular, este juez ha recibido enseñanza teórica y práctica sobre evaluación sensorial, además de que ya sabe lo que se va a medir, este suele realizar pruebas sensoriales regularmente. El número requeridos de participantes debe ser mínimo siete y

como máximo quince. Estos jueces se emplean para pruebas descriptivas o para pruebas discriminativas complejas.

Juez semientrenado o de laboratorio.

Estos han recibido un entrenamiento similar al de los jueces entrenados; realizan pruebas con frecuencia y son hábiles. Generalmente participan en pruebas discriminativas sencillas ya que estos solo van a diferenciar entre muestras y no a medir propiedades o usar escalas. El número de jueces debe de ser mínimo 10 y máximo 20 o cuando mucho, 25, con tres o cuatro repeticiones por cada juez para cada muestra.

Juez consumidor.

Estas personas no tienen nada que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos o empresas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales. Estas personas son tomadas al azar, ya sea en la calle o en tiendas y supermercados. Este tipo de jueces se emplean para pruebas afectivas y nunca para discriminativas o descriptivas. Es importante escoger a consumidores habituales del producto a probar o si el producto es nuevo deben de ser consumidores potenciales. El número de jueces es de 30 como mínimo para que tenga validez estadística en los datos recolectados.

CLASIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS SENSORIALES

De acuerdo al tipo de panelista.

En las siguientes pruebas, el panelista debe ser una persona altamente entrenada o bien un consumidor típico.

Evaluación sensorial tipo I.

Esta tiene como objetivo caracterizar cualquier diferencia entre los alimentos, además de que cada atributo es evaluado separadamente. Al evaluar de esta manera se eliminan o reducen las interferencias sensoriales cruzadas. Si los jueces ven diferencias visuales, ellos tienden a desviarse pensando que perciben diferencias de gustos. Las estrategias para eliminar interferencias pueden resultar complejas. En este tipo de pruebas la confiabilidad y la sensibilidad son factores claves ya que los participantes son vistos como instrumentos analíticos que detectan y miden cambios en los alimentos. Entre las más comunes pruebas están las psicofísicas, las triangulares, dúo-trío y la de n-elección alternativa forzada.

Evaluación sensorial tipo II.

En las siguientes pruebas se evalúa si los consumidores pueden distinguir, bajo condiciones usuales de consumo, diferencias pequeñas.

De acuerdo al tipo de objetivo.

Esta se basa en el objetivo que se persigue en realizar la prueba.

Pruebas descriptivas.

En esta prueba se describen las propiedades sensoriales de los productos y mide las intensidades percibidas. En este caso, las personas son seleccionadas y entrenadas; generalmente, el número de sujetos es de seis a doce personas. Los métodos más comunes son: el perfil del sabor, el perfil de textura, el análisis descriptivo cuantitativo (ADC) y el método Spectrum.

Pruebas afectivas.

En estas pruebas se miden actitudes subjetivas como la aceptación y preferencia de un producto. Los participantes son usualmente consumidores, seleccionados por su uso actual o potencial de los productos. El número de consumidores que participan es de 75 a 200. El objetivo de estas pruebas es seleccionar, ordenar o calificar muestras.

Pruebas discriminativas.

El objetivo de estas pruebas es determinar si las muestras son diferentes unas de las otras. En este tipo de prueba se usan de 12 a 20 personas calificadas (Hernández, 2007). Pueden usarse jueces semientrenados cuando las pruebas son sencillas, tales como la de comparación apareada simple, la dúo-trío o triangular; sin embargo para algunas comparaciones mas complejas como las comparaciones apareadas de Scheffer o las de comparaciones múltiples, es preferible que los jueces sean entrenados, ya que hay que considerar diferencias en cuanto a algún atributo en particular (Anzaldúa – Morales y col., 1983)

Los métodos de pruebas mas usadas son: diferencia apareada, triangulares, las de dúo-trío y las de 2-elección alternativa forzada y elección alternativa forzada (Hernández, 2007).

ÍNDICE R EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL

El índice R se define como la probabilidad de distinguir entre dos productos (alimentos). Fue desarrollado por John Brown (como lo cita Hernández, 2007), para estudios de reconocimiento, aunque su aplicación es mas en la evaluación sensorial.

En las pruebas de detección de señales, se desea saber si un grupo de jueces son capaces de distinguir entre dos productos, la tarea del juez es distinguir una sensación que marque algún cambio en el sabor de un producto “S” del ruido producido por el producto “R”. Generalmente se le da a un juez un cierto número de muestras “S” y un cierto número de muestras “R” en orden aleatorio y se le pide que indique cual es “S” y cual “R”. Frecuentemente, el juez no está seguro de su respuesta debido a la similitud de los productos, por lo que puede responder “S-seguro” (S), “S-no seguro” (¿S?), “R-no seguro” (¿R?) o “R-seguro” (R) (Hernández, 2007). De esta información se obtienen las medidas numéricas de discriminabilidad que pueden ser analizadas (O’Mahony, 1992).

Una vez obtenidos los datos se ordenan en una matriz de respuesta como la que se presenta en el cuadro 3. En la matriz se puede predecir que el juez distinguirá correctamente las muestras “S” y “R” el 95% de las veces. Esta probabilidad estimada es el índice R (Hernández, 2007).

Cuadro 3. Matriz general de respuesta de los jueces.

| ESTIMULO | RESPUESTAS DE LOS JUECES | | | | TOTAL |
|----------|--------------------------|-----|-----|---|----------|
| | S | ¿S? | ¿N? | N | |
| Señal | a | B | c | d | =a+b+c+d |
| Ruido | e | F | g | h | =e+f+g+h |

De acuerdo al total de las respuestas de los jueces el índice R se expresa en la siguiente ecuación (para expresar el resultado como porcentaje, el valor simplemente se multiplica por 100):

$$\text{Índice R} = \frac{a(f + g + h) + b(g + h) + ch + 1/2(ae + bf + cg + dh)}{(a + b + c + d)(e + f + g + h)}$$

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

El pulque fue adquirido en una panadería (Merendero Saltillo) de la ciudad de Saltillo, Coahuila, México, la cual nos proporcionó todo el material requerido para los análisis bromatológicos, microbiológicos y las formulaciones para elaborar las tortillas y realizar las evaluaciones sensoriales. El pulque debe de tener no más de 24 horas de haberse hecho con la finalidad de realizar todas las pruebas experimentales y sensoriales. La harina de maíz nixtamalizada (Maseca) y el agua purificada (Sierra Azul) fueron adquiridas en tiendas de la localidad.

MÉTODOS EXPERIMENTALES

Pasteurización del pulque.

En esta investigación se trabajaron dos variantes del pulque, sin pasteurizar y pasteurizado. La pasteurización del pulque se realizó de la manera siguiente: en una estufa se calentó 1 litro de pulque normal hasta que se alcanzó una temperatura de 75 °C, manteniéndola estable durante 15 minutos. Posteriormente, se colocó en baño de agua fría durante media hora.

Determinación de sólidos solubles.

Se utilizó un refractómetro marca France modelo 50.082-ATC; se determinó el contenido de sólidos solubles y se expresó en °Brix. La determinación se hizo por duplicado.

Determinación de pH.

Esta determinación se realizó utilizando un potenciómetro marca Hanna modelo HI991001. Se determinó el pH del pulque normal y pasteurizado de la siguiente manera: se añadieron 5 ml de cada muestra a un vaso de precipitados de 15 ml, se homogenizaron con agitación magnética durante 15 min. Posteriormente se tomó la lectura directa.

Determinación de proteína por el método de Kjeldhal.

Se hizo de acuerdo al método de Kjeldhal (Métodos Oficiales de Análisis de la AOAC, 1980).

Determinación de cenizas.

El análisis se realizó a las dos muestras de pulque, de acuerdo a los Métodos Oficiales de Análisis de la AOAC, 1980.

Determinación de azúcares totales.

Se determinó por el método propuesto por Dubis (1956), usando un espectrofotómetro marca Helios a una longitud de onda de 480 nm. Se determinó una curva de calibración de sacarosa para interpolar los datos (Anexo 1).

Determinación de azúcares reductores.

La determinación de azúcares reductores se hizo por el método de DNS propuesto por Miller (1960) usando un espectrofotómetro marca Helios y tomando la lectura a una longitud de onda de 540 nm. Se realizó la curva de calibración con fructosa para la interpolación de los datos (Anexo 2).

Análisis microbiológico

El pulque recién adquirido se refrigeró 18 horas para después utilizarlo en el análisis.

Se preparó agua peptonada con 700 ml de agua destilada y 3.5 g de peptona de carne, a continuación se disolvió con calentamiento. A cuatro frascos se agregaron 90 ml a cada uno y 9 ml en cada uno de 20 tubos de ensaye con rosca. Los cuatro frascos se taparon con algodón y se sellaron al igual que los tubos, para esterilizarlos a 120 °C durante 15 min. Por último se dejaron enfriar a temperatura ambiente.

Se prepararon agares de Agar Papa Dextrosa (para hongos y levaduras) y Agar Plate Count (para bacterias) de acuerdo a las instrucciones de los proveedores. Posteriormente se colocó agar suficiente hasta alcanzar medio centímetro de altura dentro de las cajas petri, se dejaron solidificar y se colocaron en el refrigerador. Al día siguiente se realizaron cinco diluciones de cada una de las muestras de pulque; enseguida se sembraron las cajas petri con 0.1 ml de de cada una de las cinco diluciones de las muestras de pulque pasteurizado y sin pasteurizar, de las cuales se tomaron las No. 4 y 5 para sembrar; enseguida, las cajas se colocaron en la incubadora y por último se hicieron las cuentas totales, el conteo se hizo a las 24, 48 y 72 h de. En la figura 3 se muestra el crecimiento de bacterias, hongos y levaduras.

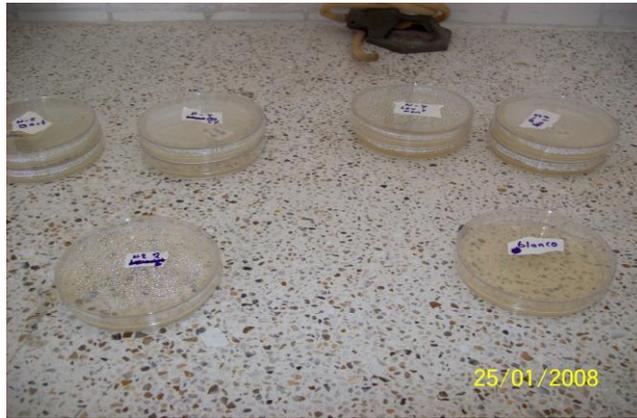


FIGURA 3. Crecimiento de bacterias, hongos y levaduras.

Formulación de las tortillas con pulque.

Las formulaciones de las tortillas de maíz fueron tres; para la primera formulación se utilizaron 300 g de harina de maíz nixtamalizada adicionando 530 ml de agua. Para la segunda, se añadieron 215 de pulque normal y 315 ml de agua y para la tercera formulación 215 ml de pulque pasteurizado y 315 ml de agua.

Para la preparación de la masa, cada una de las formulaciones fue amasada hasta formar un material uniforme y no pegajoso; posteriormente se formaron testales los cuales se pesaron (40 g) en una balanza analítica marca TORREY PS-5.

Cocimiento de las tortillas.

Las tortillas fueron moldeadas en una tortilla dora manual con un grosor de la tortilla de 2.1 mm medido con un Vernier de 12 cm (marca PRETUL) y se cocieron en una placa metálica a una temperatura de 170 °C (termómetro de 400 °C marca Allfrance) durante 22, 39 y 21 segundos sobre la primera, segunda y primera (voltear) cara de la tortilla respectivamente.

Análisis sensorial.

Un panel de jueces no entrenados, estudiantes de la UAAAN de entre 18 a 22 años de edad, participaron en la evaluación sensorial de las tortillas elaboradas con pulque. Se evaluaron tres formulaciones, tortilla natural, tortilla con pulque normal y tortilla con pulque pasteurizado.

Primero se aplicó una prueba de preferencia en la cual se les pedía ordenar las muestras de menor a mayor preferencia, designando el # 1 como menor preferencia, 2 mediana preferencia y 3 mayor preferencia, de acuerdo a las siguientes características: textura, color, olor y sabor; además de cuestionarles el ¿por qué? de su preferencia de la muestra considerada como la más preferida y la menos preferida (Anexo 3).

En la siguiente evaluación se aplicó una prueba discriminativa de detección de señales en la cual se le solicitó al juez que probara un par de

muestras, cada una de ellas identificadas, posteriormente se le solicitó al juez las ordenara de acuerdo a las posibles respuestas que se le indicaban en un cuadro . La primera respuesta era “estoy seguro que la tortilla es pura de Maseca (S)”, la segunda, “no estoy seguro que sea pura de Maseca (ζ S?)”, la tercera, “no estoy seguro de que tenga algún ingrediente más (ζ R?)”, y la cuarta, “estoy seguro de que tiene algún ingrediente mas que la Maseca (R)” (Anexo 4). De acuerdo a las respuestas de los jueces se calculó el índice R, el cual indica el nivel de preferencia de los consumidores por un producto en relación a otro u otros.

Análisis estadístico.

Los resultados de la prueba de preferencia se analizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis (Marín Fernández, 2006) para obtener las diferencias significativas en los atributos de los tres tratamientos para todas las evaluaciones.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Primer análisis sensorial

En el cuadro 4 se indican los resultados de la prueba sensorial realizada para determinar la preferencia de los consumidores en cuanto a las propiedades de textura, color, sabor y olor, de las tortillas: natural, con pulque normal y pulque pasteurizado.

Cuadro 4. Resultados de la prueba de preferencia de los consumidores por el método de Kruskal-Wallis.

| Propiedades | Evaluaciones | | | | |
|----------------|--------------|----------|----------|----------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Textura | 0.904 ns | 0.202 ns | 0.076 ns | 0.275 ns | 0.000 ** |
| Color | 0.168 ns | 0.571 ns | 0.130 ns | 0.635 ns | 1.000 ns |
| Sabor | 0.000 ** | 0.014 ** | 0.000 ** | 0.000 ** | 0.000 ** |
| Olor | 0.000 ** | 0.051 ** | 0.000 ** | 0.000 ** | 0.000 ** |

ns no significativo a $p \geq 0.05$, ** Significativo a $p \leq 0.05$

En el cuadro 4 se puede observar claramente como en textura y color no hay diferencia significativa entre los tratamientos en las evaluaciones realizadas, aunque en la quinta evaluación se puede observar que hubo una diferencia significativa en textura entre los tratamientos, esto se debió a que los jueces como ya era la quinta evaluación ¿TENÍAN? bien identificadas y diferenciadas las muestras de tortillas. En cuanto a sabor y olor se puede observar que hay una diferencia significativa, esto se debe a que el pulque tiene un sabor y olor fuerte que fue fácilmente detectable por el juez al evaluar las propiedades de las tres muestras que se les dio a probar.

Los resultados obtenidos en este trabajo comparados con el trabajo de Gonzales Ramos (2001) quien uso como aditivo natural la harina de nopal en diferentes porcentajes, evaluó atributos de textura de la tortilla de maíz, y que uso la prueba de ordenamiento para saber cual preferían, son similares en cuanto al atributo de textura ya que ellos prefieren las tortillas que tengan una cantidad menor del aditivo natural, al igual que Hernández Hernández (2003) quien uso también como aditivo natural la harina de nopal libre de clorofila.

Segundo análisis sensorial

Los resultados de los jueces para calcular el índice R, para pruebas discriminativas se presentan en el cuadro 5. En esta se puede ver que el estímulo de la señal N que significa están seguros de que es tortilla de maíz y el estímulo del ruido P que es tortilla con pulque pasteurizado, tienen el mayor

número de respuestas de los jueces, que ¿n? y ¿p? que son las que no estaban seguros.

Cuadro 5. Matriz de respuesta generalizada para el índice R.

| ESTIMULO | RESPUESTAS DE LOS JUECES | | | | TOTAL |
|----------|--------------------------|-----|-----|-----|-------|
| | N | ¿n? | ¿p? | P | |
| Señal | 100 | 33 | 9 | 2 | 144 |
| Ruido | 2 | 3 | 16 | 123 | 144 |

En el cuadro 5 se puede ver que las respuestas de los jueces para N (tortilla natural) es de 100 y P (tortilla con pulque pasteurizado) es de 123, son mayores que en las respuestas de ¿n? y ¿p? de no seguros, esto significa que aunque hubo respuestas de jueces que dudaron o no estaban seguros, la mayoría logró diferenciar las muestras N y P que se les dieron a probar. Para ver que tan significativo fue la diferencia entre la señal y el ruido se calculó el índice R.

$$R = \frac{100(3+16+123) + 33(16+123) + 9*123 + \frac{1}{2}(100*2+33*3+9*16+2*123)}{(100+33+9+2)(2+3+16+123)}$$

$$R = 0.97$$

Dado que el valor del índice R es de 0.97, este resultados de multiplica por 100 simplemente para expresarlo en porcentaje.

$$0.97 (100) = 97\%$$

Esto indica que 97% es la probabilidad de que los jueces identificaron correctamente las muestras N y P. Este valor estimado de probabilidad es el índice R, y dado el valor de R, la diferencia entre la señal y ruido es significativa. Debido a que el pulque es una bebida con un sabor y olor muy fuerte los jueces lograron diferenciar los tratamientos de tortilla natural y tortilla con pulque.

De acuerdo con los resultados del índice R en este trabajo, comparados con los resultados de Reyes Lucio (2004) quien evaluó sensorialmente la tortilla de maíz utilizando diferentes aditivos en varias concentraciones y quien uso la prueba de preferencia sencilla basada en la metodología de detección de señales donde se obtuvo el índice R, están relacionados ya que los consumidores prefieren una tortilla que contenga una cantidad mínima del aditivo químico o natural, ya sea para mejorar atributos de calidad o alargar la vida de anaquel de la tortilla. Además los consumidores logran diferenciar las tortillas que tienen algún componente extraño de las tortillas naturales.

Análisis microbiológico.

Conteo de bacterias.

Los resultados del conteo de bacterias en el pulque normal y pasteurizado se presentan en el cuadro 6. El conteo fue a las 24, 48 y 72 h para cada una de las muestras de pulque. Para observar su crecimiento se realizó una comparación de 24 vs 48 h y 48 vs 72 h con la finalidad de cuantificar el crecimiento de las bacterias para cada uno de los pulques.

Cuadro 6. Conteo de bacterias en pulque normal y pasteurizado.

| BACTERIAS | | |
|---------------------|------------------------|------------------------|
| | Conteo 24 VS 48 | Conteo 48 VS 72 |
| | HORAS | HORAS |
| NORMAL | 500000 UFC/ml | 1100000 UFC/ml |
| PASTEURIZADO | 450000 UFC/ml | 525000 UFC/ml |

Lo que se puede observar en la tabla 6 es de que el pulque normal tiene mayor cantidad de bacterias, que el pasteurizado, además de que en el normal hubo una mayor cantidad de UFC/ml en las 48vs72 hrs, mientras que en pasteurizado el crecimiento de UFC/ml no tuvo un mayor crecimiento.

Con los resultados de UFC/ml se observa notablemente, que con la pasteurización del pulque se logró disminuir la cantidad de bacterias e inhibir su crecimiento. En la comparación del pulque normal, su crecimiento de 48 vs 72 h fue mayor al de 24 vs 48 h. De acuerdo a los resultados comparados con los de la literatura de Ruiz Oronoz (1942), la cantidad de bacterias en el pulque son menores a las obtenidas en este trabajo, esto se debe probablemente a que en este trabajo la siembra se hizo después de 18 horas de haber adquirido el pulque y hubo crecimiento microbiano a pesar de que el producto se refrigeró durante ese tiempo.

Conteo de hongos y levaduras.

El conteo de hongos en pulque normal y pasteurizado se realizó con el Agar Papa Dextrosa, y el total de hongos de ambos se presenta en el cuadro 7. Este conteo se realizó a las 24, 48 y 72 h de los dos pulques para observar el crecimiento de hongos y levaduras en pulque normal y pasteurizado.

Cuadro 7. Conteo de hongos y levaduras en pulque normal y pasteurizado.

| HONGOS Y LEVADURAS | | |
|---------------------------|------------------------|------------------------|
| | Conteo 24 VS 48 | Conteo 48 VS 72 |
| | HORAS | HORAS |
| NORMAL | 625000 UFC/ml | 1545000 UFC/ml |
| PASTEURIZADO | 0 UFC/ml | 275000 UFC/ml |

En el cuadro 7 se puede observar que el crecimiento de hongos y levaduras en pulque normal es mayor que en pulque pasteurizado; en el normal se nota el crecimiento desde la primera comparación (24 vs 48 h), mientras en pulque pasteurizado el crecimiento de 24 vs 48 h fue de 0 y de 48 Vs 72 h, ya se notó el crecimiento de hongos y levaduras.

Al igual que en el conteo de bacterias, el conteo de hongos y levaduras es mayor en este trabajo, comparado con los resultados de la literatura de Ruiz Oronoz (1942), debido a la etapa en que se realizó el análisis del pulque.

Resultados del análisis bromatológico.

Cuadro 8. Caracterización bromatológica de pulque normal y pasteurizado

| | Pulque normal | Pulque pasteurizado |
|----------------------------|----------------------|----------------------------|
| °Brix | 4.75 | 4.25 |
| pH | 4.04 | 4.17 |
| Proteína | 0.34% | 0.36% |
| Cenizas | 30.08 mg | 24.36 mg |
| Azúcares totales | 11.54 g/l | 10.34 g/l |
| Azúcares reductores | 0.58 g/l | 0.56 g/l |

En el cuadro 8 se puede observar que no hay gran diferencia en los °Brix y pH en pulque normal y pasteurizado, en proteína solo hubo una diferencia de 0.02% de los dos pulques, mientras que en cenizas fue de 5.72 g, en cuanto azúcares totales la diferencia fue de 1.2 g/l y en reductores fue de 0.02 g/l. Los resultados del análisis bromatológico de los pulques se observa que no hay gran diferencia, lo que nos indica que al pasteurizar el pulque no afectó en gran cantidad sus características físico-químicas.

Estos datos dan similares al cuadro nutrimental del pulque de Abundis (2007) en cuanto a proteína y cenizas, y en azúcares reductores y azucares totales comparados con los resultados que menciona Loyola (1956) son similares, sin embargo en azucares reductores se tiene 0% en el pulque de acuerdo a este autor, esto pudo deberse a que el análisis se realizo con un pulque ya mas fermentado y por eso es que no presenta ningún porcentaje de azucares reductores. En cuanto a °Brix (sólidos solubles) no se tiene datos reportados.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Se desarrolló la tortilla con pulque siguiendo un proceso tradicional para formar el producto.

De los resultados obtenidos en la primera prueba sensorial se concluye que los consumidores de tortilla de maíz las prefieren sin adición de pulque, ya que lograron diferenciarlas en cuanto al olor y sabor. En cuanto a la textura y el color, los jueces no lograron diferenciar las tortillas adicionadas con pulque con las tortillas de maíz sin pulque.

Por lo que se refiere a los resultados del índice R, estos indican que los jueces lograron identificar en un 97% las muestras de tortilla de maíz naturales y con pulque, esto porque los consumidores de la tortilla de maíz detectaron fácilmente un componente extraño en el sabor y olor.

En los resultados del análisis microbiológico del pulque normal y pasteurizado, se concluye que al pasteurizar el pulque si se logra una disminución de bacterias y hongos lo que significa que se retarda la fermentación.

En cuanto al análisis bromatológico del pulque, los resultados nos indican que en la pasteurización del pulque no se afectan sus características físico-químicas.

En la realización de este trabajo se concluye que la adición de pulque a la tortilla de maíz solo mejora la textura y el color, en cuanto al sabor y olor no son del agrado de los consumidores de la tortilla de maíz que lleve este componente.

De acuerdo con la hipótesis, se comprueba ya que los consumidores en la primera prueba sensorial donde se les cuestiono el ¿Por qué? de su preferencia la mayoría optó por preferir la tortilla con pulque pasteurizado al igual que la natural, pero la tortilla con pulque pasteurizado a la vista de los consumidores era más agradable comparada a la natural, en cuanto color por tener más partículas negras (hilum).

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

Se recomienda estudiar a profundidad el sabor y olor del producto terminado (tortilla con pulque) dado que a los consumidores no les es agradable porque son muy notorios estos atributos, al momento de consumir la tortilla con pulque.

Se recomienda que se investiguen otros componentes naturales a la tortilla de maíz para mejorar su textura.

CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

A.O.A.C (1980) MÉTODOS OFICIALES DE ANALISIS. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. U.S.A.

Andrés C. 1983. Ambient temperature shelf life of tortilla increased 7-10 folds. Food Processing. Pp. 44-46.

Abundis Vargas Beatriz 2007. Monografía de agave pulquero. Secretaria de Desarrollo Rural del Estado de Puebla.

Anzaldúa-Morales Antonio 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Facultad de Ciencias Químicas Universidad Autónoma de Chihuahua México. Pp. 1-7.

Anzaldúa-Morales, A. 1995. La Evaluación Sensorial de los alientos en teoría y la práctica. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.

Bedolla S. and IW Rooney. Characteristics of US and Mexican instant maize flours for tortilla and snack preparation. Cereal Foods World. 29:7320735. 1984.

Belitz Hans. D. Y Grosch Werner 1997. Química de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. Pp. 354-355.

Bressani R.; Braham, J.E.; Elías, L.G.; Cuevas, R. and Molina, R. 1978. Studies on the enrichment of lime treated corn with whole soybean. *J. Food Sci.* 43: 1563.

Bressani R.; Turcios J.C.; Reyes L. Y Mérida R. 2001. Caracterización física y química de harinas industriales nixtamalizadas de maíz de consumo humano en América Central. Instituto de Investigaciones-Universidad del Valle de Guatemala. *ALAN* vol. 51 no. 3 Caracas sept. 2001.

Bourne MC (2002). Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. 2nd Edition. Academic Press. USA pp. 1, 22.

Cervantes Contreras M, Pedrosa Rodríguez AM 2007. El pulque: características microbiológicas y contenido alcohólico mediante espectroscopia Raman. *NOVA - PUBLICACIÓN CIENTÍFICA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS - ISSN:1794-2470 VOL.5 No. 8 JULIO - DICIEMBRE DE 2007:101-212.*

Dubois, M.; Gilles, K. A.; Hamilton, J. K.; Rebers P. A. and Smith F. 1956. Colorimetric Method for Determination of Sugar and Related Substances. *Analytical Chemistry* 28 (3): 350-356.

Escalante A, Rodríguez M, Martínez A, López-Munguía A, Bolívar F, Gosset G 2004. Characterization of bacterial diversity in Pulque a traditional Mexican alcoholic fermented beverage, as determined by 16S rDNA analysis. *FEMS Microbiol Letters.* 235:273-279.

Fennema Owen R. 1985. Introducción a la Ciencia de los Alimentos. Department of Food Science University of Wisconsin-Madison. Editorial Reverté, S.A. España.

Flores-Farías Rivelino.; Martínez-Bustos Fernando.; Salinas-Moreno Yolanda y Ríos Elvira 2002. Caracterización de harinas comerciales de maíz nixtamalizado. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Querétaro. AGROCIENCIA VOLUMEN 36, NÚMERO 5, SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2002.

García-Cañedo J.L., Reyes-Moreno C. Milán-Carrillo J. Cuen-Ojeda H.M., Gutiérrez-Dorado R. Ramírez-Wong B. Mora-Escobedo R. 2002. Tortillas elaboradas con harinas instantáneas de maíz de calidad proteica (MCP). Opción para Mejorar la Alimentación del Mexicano. IV Congreso del Noroeste en Ciencia Alimenticias y Biotecnológicas. Libro de Información y Resumen.

Giese J 1995. Measuring physical properties of foods. Food Techn. 49(2): 54-58.

Gold Dudley B. 1973. El Pulque y el Mezcal. Cactus Suculentos en México. Jan/Mar. Vol. 18(1), Pp. 27-28.

González Díaz R (1993). Técnica sensorial sniffing aplicada a determinación del aroma del queso de flor de guía. Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica-Universidad de la Laguna, España.

Hernández-Ayala, E.; Nieto-Villalobos, Z y Duran de Bazúa. 1996. Determinación del Efecto de la Nixtamalización y la Extrusión Alcalina Sobre el Valor Nutritivo en Tortillas de Maíz y Sorgo. Parte II: contenido del triptófano y niacina. Facultad de Química, UNAM. Mayo/junio 1996.

Hernández Montes Arturo 2007. Evaluación sensorial de productos agroalimentarios. Chapingo, Texcoco, Ed. De México.

Higuera-Ciapara I.; Nieblas J.M. 1995. Conservación y estabilidad de la tortilla de maíz a temperatura ambiente. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 45(4):122-127.

Ibáñez Moya Francisco C. Y Barcina Angulo Yolanda 2001. Análisis sensorial de alimentos. Métodos y aplicaciones. Área de Nutrición y Bromatología. Universidad Pública de Navarra, Pamplona. Editorial Springer-Verlag Ibérica Barcelona.

Nieto Roaro Daniel y Maecke Margarita, 1930. Contribución al Estudio Bacteriológico del Aguamiel y del Pulque. Instituto de Biología. México. P. 369.

Loyola Montemayor Elías 1956. La Industria del Pulque. Banco de México, S. A. Departamento de Investigaciones Industriales. P. 65.

Marín Fernández Josefa (2006). MINITAB 14. Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Facultad de Matemáticas. Universidad de Murcia.

Miller, G. L. (1959) "Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugars" Analytical, Chemical 31, 426-428.

O'Mahony M (1992). Understanding discrimination tests: A user - friendly treatment of response bias rating and ranking R-index test and their relationship to signal detection. J. Sensory Studies 7: 1-47.

Ordaz Ortiz José Juan Y Vázquez Carrillo María Griselda (1997). Vida de anaquel y evaluación sensorial en tortillas de maíz elaboradas con conservadores y mejoradores. Chapingo México.

Paredes-López, O. and Saharopulos-Paredes, M.E. 1983. Maize: A review of tortillas production technology. Bakers Digest 13: 16-25.

Pedrero F. Daniel L., y Marie Pangborn. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos Métodos Analíticos. México, D.F.

Ramírez Castañeda Elisa. “Los orígenes del pulque” Revista Arqueología Mexicana Vol. IV. 20 julio - agosto 1996, P. 71.

Ramos Zablah Claudia Margarita 2004. Tesis nivel licenciatura. Métodos de conservación para retardar la fermentación en aguamiel. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila.

Reyes Lucio Viviana del Carmen 2004. Tesis de nivel maestría. Determinación de factores críticos de calidad sensorial de la tortilla de maíz. Facultad de Ciencias Químicas. UA de C.

Rizley N.F. & D. A. Sutter. Sorghum tortillas: Process and product attribute. J. Food Sci. 42:1435.

Rooney, L.W. y Almeida-Dominguez, H.D. 1995. Productos de maíz nixtamalizado y calidad del maíz. Presentado en el seminario de la asociación americana de soya. Septiembre 27, 1995.

Ruiz Oronoz, Manuel 1942. Método de estudio y clasificación de las levaduras. Principales levaduras del aguamiel y del pulque. Tesis. U.N.A.M. Facultad de Ciencias. Departamento de biología. México.

Sancho J., Bota E., de Castro J.J. 2002. Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona, Barcelona España. Pp. 96-97.

Serna- Saldívar, S.O. Gomez, M. H. and Rooney, L.W. 1990. Advances in Cereal Science and Technology. Ed. Pomeranz, Y. Chapter 4: Technology,

Chemistry and Nutritional Value of Alkaline-Cooked Corn Products. American Association of Cereal Chemists. Minn, U.S.A.

Tellez-Giron A.; G.R. Acuff; C. Vanderzant; L.W: Rooney Y R.D. Waniska 1988. Microbiological characteristics and shelf life of corn tortillas with or without antimicrobial agents. J. Food Protection 51:945-948.

Consultas Web

García Ordaz Miguel Ángel 2005. “El Maguey, Mito y Realidad”. [En línea] Consultado el 20/02/08. 5:36 pm. Disponible en la Página Web. <http://apan.blogia.com/temas/del-maguey-y-el-pulque.php>

González Omar 2005. “El pulque en la cultura mexicana”. [En línea] Consultado el 13/02/2008. 1:37 pm. Disponible en la Página Web. WWW.APAN.BLOGIA.COM

Patrizi Rubén 2007. “El pulque”. Revista voces y susurros rumor y gritos. Venezuela, Venezuela. [En línea] Consultado el 19/02/08. 12:44 pm. Disponible en la Página Web. <http://revistavoces.ohlog.com/profile>

CAPITULO VIII

ANEXOS

Anexo 1. CURVA PARA AZUCARES TOTALES

Intervalo de la curva 0.2 a 1g/l

Preparación de la muestra madre 0.01g de azúcar (sacarosa) y disolver en 10 ml con agua destilada.

Curva

| Tubos | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Muestra solución Madre (sacarosa) | 0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 1 |
| Agua destilada (ml) | 1 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.2 | 0 |
| Reactivo fenol sulfúrico (ml) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Procedimiento para azúcares totales

Reactivos

- ✓ Solución de H_2SO_4 concentrado con fenol a una concentración de 1mg de fenol/ml y debe usarse durante las 24 horas iniciales de la preparación (0.18 g de fenol en 18 ml de H_2SO_4 concentrado).

Procedimiento

- ✓ En un baño con hielo se colocan los tubos, se adiciona 1 ml de muestra a analizar, se enfría en un baño de agua con hielo por 1 minuto.

- ✓ Se adicionan 2 ml de fenol sulfúrico dejando caer lentamente por las paredes del tubo; para no quemar la muestra, agitar en el baño con hielo los tubos cuando se agita se forma la coloración amarillo si la muestra no tiene alto contenido de azúcares y café si la muestra tiene alto contenido.
- ✓ Poner en baño a ebullición por 5 minutos.
- ✓ Se retiran del baño y se enfrían a temperatura ambiente
- ✓ Leer en absorbancia a 480 nm.

Anexo 2. AZUCARES REDUCTORES

- ✓ NaOH 2N 20 ml.
- ✓ Reactivo D.N.S (Dinitro Salicílico) 1g en 100 ml.
- ✓ Guardar en frasco ámbar duración 1 mes en refrigeración.

Preparación del D.N.S

50 ml de agua + 20 ml de NaOH + D.N.S. agitar hasta disolución; ya que este disuelto se ponen 30 g de tartrato de sodio y potasio, agregarlo poco a poco disolviendo cada adición, ya disuelto se afora y guardar en frasco ámbar.

Procedimiento

- ✓ Se colocan 0.5 ml de muestra.
- ✓ Se adicionan 0.5 ml de D.N.S.
- ✓ Poner en baño de ebullición por 5 minutos.
- ✓ Sacar y poner en baño de hielo y agua por 2 minutos.
- ✓ Poner 4 ml de agua destilada.
- ✓ Agitar en el aparato vórtex marca Genie Mixer modelo S8223
- ✓ Leer a 540 nm.

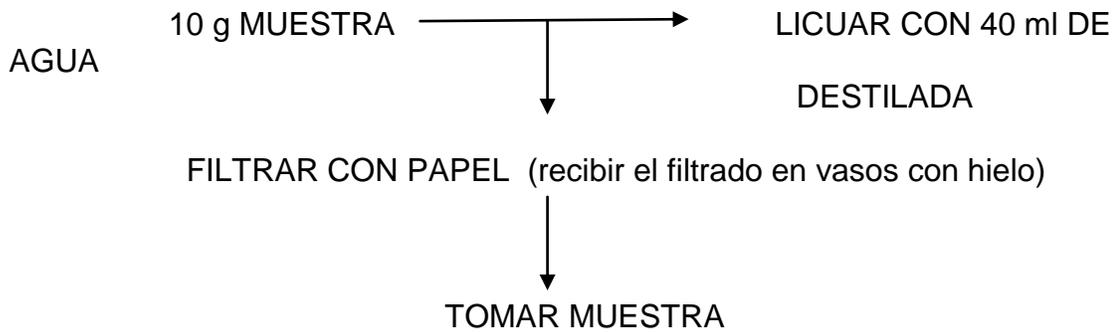
Curva

Rango de curva 0.2 a 1 g/l

Preparar la solución madre 0.01 g de azúcar (fructosa) y disolver en 10 ml de agua destilada.

| Tubos | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Muestra solución Madre (fructosa) | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| Agua destilada (ml) | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0 |
| D.N.S | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |

DIAGRAMA PARA MUESTRAS EN FRESCO



RELACION
1:4 MASA/VOLUMEN

EN POLVO



Anexo 3. Primer formato de la evaluación sensorial

NOMBRE: _____ FECHA: _____

MUESTRA: TORTILLAS

Ante usted tiene una serie de muestras, pruebe cada una y ordene de menor a mayor preferencia (1=menor, 3=mayor) de acuerdo a su selección considerando las características que señalan. Recuerde NO tragarse la muestra hay que desecharla y después de cada muestra hay que enjuagarse la boca con agua y desechar el agua en el recipiente de unigel grande.

Anote el código numérico de cada muestra según su preferencia en cada cuadro, o según su preferencia puede haber empates.

| CARACTERISTICA | PREFERENCIA(1=menor, 3=mayor) | | |
|----------------|-------------------------------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Textura | | | |
| Color | | | |
| Olor | | | |
| Sabor | | | |

Conteste lo siguiente:

| CARACTERISTICA | ¿Por qué le agrado más la muestra considerada como más preferida? | ¿Por qué le gusto menos la muestra considerada como menos preferida? |
|----------------|---|--|
| Textura | | |
| Color | | |
| Olor | | |
| Sabor | | |

MUCHAS GRACIAS !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!! 😊

Anexo 4. Segundo formato de la evaluación sensorial

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Pruebe el primer par de muestra (_____, _____) en el orden en que se le presentan y responda de acuerdo a la opción que mejor la defina. Entre cada muestra debe enjuagarse nuevamente la boca y expectorarla. Por favor no se trague el agua.

Anote el número de la muestra en el casillero correspondiente.

| Posibles respuestas | Numero de la muestra |
|---|----------------------|
| Estoy seguro(a) que la tortilla es de pura maseca. | |
| Creo que la tortilla es de pura maseca pero no estoy seguro(a). | |
| Creo que la tortilla tiene algún ingrediente más que la maseca pero no estoy seguro(a). | |
| Estoy seguro(a) que la tortilla tiene algún ingrediente más que la maseca. | |

Ahora pruebe el siguiente par (_____, _____) y responda de acuerdo a la opción que mejor la defina. Entre cada muestra debe enjuagarse nuevamente la boca y expectorarla. Por favor no se trague el agua.

Anote el número de la muestra en el casillero correspondiente.

| Posibles respuestas | Numero de la muestra |
|---|----------------------|
| Estoy seguro(a) que la tortilla es de pura maseca. | |
| Creo que la tortilla es de pura maseca pero no estoy seguro(a). | |
| Creo que la tortilla tiene algún ingrediente más que la maseca pero no estoy seguro(a). | |
| Estoy seguro(a) que la tortilla tiene algún ingrediente más que la maseca. | |

GRACIAS POR TU VALIOSA COLABORACION