

UNIVERSIDAD GALILEO

Facultad de Ciencias de la Salud



**“Desarrollo de un Atol fortificado a base de
Sémola de Maíz**

Trabajo de investigación presentado por:

Brenda Marisol Pérez Moz

Previo a optar al grado académico de:

Licenciada en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

Guatemala

Junio, 2013

ÍNDICE

SUMARIO.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
1. MAÍZ.....	6
1.1. Formas del grano.....	7
1.2. Color del grano.....	7
1.3. Endospermo.....	8
1.4. Germen.....	8
1.5. Afrecho.....	8
1.6. Puntas Negras.....	8
2. COMPOSICION QUIMICA DEL GRANO DE MAIZ.....	9
2.1. Peso específico del maíz.....	9
2.2. Humedad del maíz.....	9
2.3. Porcentaje de impurezas.....	10
2.4. Porcentaje de grano quebrado.....	10
2.5. Falling number del maíz.....	10
2.6. Contenido proteínico.....	10
2.7. Vitaminas.....	11
2.8. Porcentaje de micotoxinas.....	12
2.9. PH del maíz.....	12
2.10. Tratamiento, manejo y ensilado del maíz.....	13
3. PRODUCTOS DERIVADOS DEL PROCESO DE MOLIENDA.....	14
3.1. Sémolos.....	15
3.2. Harinas.....	15
3.3. Harina para alimentación animal.....	15
4. PROCESO DE MOLIENDA.....	16
4.1. Materia prima utilizada.....	16
4.2. Recepción y Almacenamiento.....	16
4.3. Limpieza y calibración del maíz.....	17
4.4. Acondicionamiento.....	17
4.5. Degerminado.....	17

4.6	Molienda / Refinación.....	18
4.7	Almacenamiento y envasado	18
5	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
5.1	Equipo de Análisis	19
5.2	Cristalería	19
6	METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS	20
6.1	Determinación de Humedad Método AACC 46-15	20
6.2	Determinación de Cenizas (Método AACC 38-01)	20
6.3	Análisis de Proteína (Método AOAC) por Método Kjeldahl.	20
6.4	Determinación de Granulometría, marca Bulher, Modelo MLU 300.....	20
7	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21
7.1	Hipótesis.....	21
8	FORMULACIÓN DEL ATOL FORTIFICADO A BASE DE SÉMOLA DE MAÍZ.....	22
8.1	Descripción de Vitaminas y Minerales para el Atol	22
8.2	Formulación de las Muestras A, B, C.....	22
9.	PROCEDIMIENTO PARA ELABORACIÓN DEL ATOL	23
10.	DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE FLUJO CUALITATIVO DEL PROCESO	25
11.	RESULTADOS EXPERIMENTALES	26
11.1	Análisis Físico Químicos.....	26
11.2	Análisis Microbiológicos.....	27
11.3	Análisis de Micotoxinas.....	28
11.4	Análisis del Etiquetado Nutricional	28
12	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	29
13.	BLOQUES AL AZAR	30
13.1	Resultado calificación Otorgada y Varianza	30
14.	RANGO MULTIPLE DE DUNCAN.....	31
15.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32
16.	CONCLUSIONES	34
17.	RECOMENDACIONES	35
18.	BIBLIOGRAFÍA	36
19.	ANEXOS.....	37

SUMARIO

“DESARROLLO DE UN ATOL FORTIFICADO A BASE DE SÉMOLA DE MAÍZ”

Este trabajo trata sobre el desarrollo de un atol a base de sémola de maíz, fortificado con micronutrientes esenciales como lo son: Vitamina B1 Tiamina, Vitamina B2 Riboflavina, Vitamina B3 Niacina, Vitamina B9 Acido Fólico, Vitamina A, Hierro y Zinc aminoquelado, minerales esenciales para la absorción de los demás micronutrientes y así cumpliendo con el requerimiento de ingestaa diaria recomendada y completando con un saborizante a vainilla.

Para la aceptabilidad de este producto, se trabajaron 3 muestras con niveles distintos de textura de la sémola de maíz que es la materia prima para la realización del atol fortificado. La variable de análisis fue granulometría y los porcentajes difieren entre los mesh U.S. 16 al 90, esto con la finalidad de encontrar la consistencia y textura ideal y de aceptación del producto por parte del consumidor.

También se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos del producto para la evaluación de calidad de la materia prima, análisis microbiológicos como verificación de cumplimiento de inocuidad en todo el proceso de producción del atol fortificado. Análisis de micotoxinas, para evaluar que no existe ningún contaminante que afecte la salud del consumidor, así también Análisis de Etiquetado Nutricional para dar a conocer los porcentajes y cantidades de micronutrientes que aportara este producto por porción.

La fase experimental se realizo por el método de Bloques al Azar, iniciando con la evaluación sensorial, donde se sometieron las 3 muestras de Atol fortificado a evaluación sobre consistencia y textura donde los panelistas dieron sus resultados de aceptación del producto por medio de su calificación.

Se trabajo el análisis estadístico de Varianza donde el resultado obtenido fue que la diferencia entre las mismas no era significativa por lo que se realizo el análisis del Ranking de Duncan donde se obtuvo que R!=A, es decir que la muestra A fue la más significante en comparación a las muestras B y C realizadas.

INTRODUCCIÓN

En los países latinoamericanos, es muy común el uso del Maíz, para la elaboración de productos alimenticios, Cada vez es más difícil encontrar los suplementos vitamínicos diarios a un costo accesible, muchas familias no logran consumir vitaminas ya que los precios son elevados.

La fase moderna es la realización de productos de consumo masivo pero que también contribuyan con las expectativas de aportamiento de vitaminas esenciales para los niños, jóvenes, adultos y ancianos.

El Atol fortificado a base de maíz, debe su enfoque en el Hierro y Zinc aminoquelados, ya que la deficiencia de hierro y la expresión clínica franca de la anemia ferropenia son de amplia prevalencia en Latinoamérica. Al revisar diversa literatura, es evidente la gravedad de la deficiencia de hierro siendo muy visible el impacto sobre el desarrollo cerebral.

El hierro es considerado como uno de los nutrientes más importantes y muchas enfermedades están relacionadas ya sea con su deficiencia o sobre carga. Aproximadamente 70% del hierro en el cuerpo está localizado en el hem o heme, participando en la unión de la hemoglobina, mioglobina y el citocromo P450. Los requerimientos de hierro están determinados por las pérdidas fisiológicas obligadas y por las necesidades impuestas por el crecimiento.

La absorción del hierro aminoquelado, es superior a la del sal ferrosa prototipo (sulfato) y alcanza un nivel de 46% contra 8.5% respectivamente. La biodisponibilidad del hierro aminoquelado establecida por su eficiencia para reponer la hemoglobina hasta niveles normales y en restablecer la reserva corporal del mismo, medida por incremento en ferritina sérica es de 75% comparada con la biodisponibilidad del sulfato ferroso que es de 27.8%

El desarrollo del atol fortificado, cumple con los requerimientos de ingesta diaria de micronutrientes contenidos en un alimento.

1. MAÍZ

Palabra de origen indio caribeño, significa literalmente “lo que sustenta la”. El maíz, que es junto con el trigo y el arroz uno de los cereales más importantes del mundo, suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales y es una materia prima básica de la industria de transformación, con lo que se producen almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y desde hace poco combustible. La planta tierna, empleada como forraje, se ha utilizado con gran éxito en las industrias lácteas y cárnicas y tras la recolección del grano, las hojas secas y la parte superior incluidas las flores, aun se utilizan hoy en día como forraje de calidad relativamente buena para alimentar a los rumiantes de muchos pequeños agricultores de los países en desarrollo. Los tallos erectos, que en algunas variedades son resistentes, se utilizan para construir cercas y muros duraderos.

Botánicamente, el maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual alta dotado de un amplio sistema radicular fibroso. Se trata de una especie que se reproduce por polinización cruzada y la flor femenina (elote, mazorca, choclo o espiga) y la masculina (espiguilla) se hallan en distintos lugares de la planta. Las panojas – a menudo, una por tallo- son las estructuras donde se desarrolla el grano, en un número variable de hileras (12 a 16), produciendo de 300 a 1,000 granos, que pesan entre 190 y 300 g por cada 1,000 granos. El peso depende de las distintas prácticas genéticas, ambientales

Las variedades cultivadas fundamentalmente para alimentación comprenden el maíz dulce y el reventador, aunque también se usan en buena medida el maíz entado, el amiláceo o harinoso y el cristalino, este último también se utiliza para pienso. El maíz normal inmaduro en la panoja es objeto de gran consumo, hervido o tostado. El maíz harinoso es un grano con endospermo blando que se emplea mucho como alimento en México, Guatemala y los países andinos. El maíz de tipo dentado tiene un endospermo calloso y vítreo a los lados y en la parte posterior del grano, en tanto que el núcleo central es blando. El maíz de tipo cristalino posee un endospermo grueso, duro y vítreo, que encierra un centro pequeño, granuloso y amiláceo. (1)

El grano de maíz está compuesto por cuatro partes principales que son: el pericarpio, germen, endospermo y el pedicelo. El pericarpio está compuesto de un conjunto de capas externas que rodean el grano y representan el 5.5% del total del grano. El germen representa el 11.5% del peso del grano, en el se localiza el 83% de los lípidos, el 70% de los azúcares y el 26% de las proteínas del grano. La mayoría de las proteínas del germen son albuminas o globulinas y probablemente componentes del sistema enzimático de la célula.

1.1. Formas del grano

El grano de maíz es una fruta completa (cariopsis) con una semilla. La semilla que consiste fundamentalmente en el embrión y el endospermo. Se encuentra incrustada en el pericarpio, que es parte del ovario. En promedio el pericarpio ocupa 5.5% el endospermo 82% el embrión 11.5% y el pedicel, solamente el 1% del total respectivamente. El grano contiene alrededor de 1.5 a 1.6 de Nitrógeno 0.3% de Fosforo. 0.35% de potasio, 0.03% de Calcio, 0.12% de azufre 0.17% de Magnesio, correspondiente con 75.0% de carbohidratos, 10.0% de agua.

La aleurona en la capa exterior del endospermo contiene las enzimas y metabolitos para iniciar la germinación. El endospermo consiste de células llenas de almidón que sirven como fuente alimenticia durante la germinación. El embrión contiene un eje central terminando en ambos extremos con el plumulo y la radícula como los meristemos primarios del tallo y de la raíz. Aun dentro del embrión, el plumulo contiene ya 5-6 internodos con hojas formadas. La primera hoja (escutelo) nunca funciona como follaje pero lo hace como reserva de aceite al 40%. La segunda hoja (coleoptilo) protege al plumulo durante la germinación. La elongación rápida del primer internodo (escutelo-coleptilo) es responsable por la emergencia durante la germinación.(2)

1.2 Color del grano

Es muy importante el color que representa el grano ya que existe una gran variedad de colores sobre las variedades de maíz de las diferentes regiones que se producen y con la cual se debe definir el color ideal del grano, que nos servirá para nuestro proyecto.

En el desarrollo de este análisis se deberá contar con una persona de laboratorio que cuente con amplia experiencia y un muestreo mínimo de tres muestras de 100g por cada camión con capacidad de 200 quintales tomadas de diferentes puntos si se recibe a granel y si el producto es recibido en sacos tomar las muestras como mínimo de 6 sacos para poder obtener la aceptación de este análisis.

El grano de maíz se compone de cuatro partes principales:

- Endospermo
- Germen
- Afrecho ó cascarilla
- Punta Negra

1.3 Endospermo

Es la parte principal del grano de maíz, y constituye del 82-84% del peso seco del grano. Está compuesto de paquetes de células elongadas con gránulos de almidón de 5-30u embebidos en una unión continua de proteínas.

El almidón del endospermo es de dos tipos: harinoso y corneo, además está formado por una capa celular llamada aleurona, lugar donde residen enzimas hidrolíticas. El endospermo harinoso rodea la hendidura central es ligeramente opaco.

La unión no alcanza a rodear los gránulos de almidón los cuales asumen una forma esférica.

Por otra parte, en el endospermo corneo, la unión de proteína es espesa y permanece intacta con el secado. Durante el secado, los gránulos de almidón son gelatinizados en el endospermo corneo y son comprimidos

La proteína que contiene el germen del grano del maíz (gluteína y globulina) es de buena calidad y su contribución a la proteína del grano entero es en promedio de 15%.

1.4 Germen

Es embrión de la nueva planta el foco de vida del grano con un porcentaje de 11.9%, y con un porcentaje de grasa del 34%, siendo este un punto crítico por la ranciedad que produce afectando a las propiedades organolépticas del producto final, si no se hacen los controles correspondientes.

1.5 Afrecho

Tiene un alto contenido de fibras, vitaminas y minerales tiene un porcentaje en el grano de maíz de 5.3%. Con un contenido de grasa del 1%.

1.6 Puntas Negras

Es la parte externa superior del grano de maíz la cual se encuentra en un 0.83% conteniendo un porcentaje de grasa del 2% la cual debe de ser removida en la obtención de la harina.

2 COMPOSICION QUIMICA DEL GRANO DE MAIZ

Los principales componentes químicos del maíz son: almidones, proteínas y lípidos, además también contiene cantidades menores de fibra cruda, azúcares, minerales y otras sustancias orgánicas como vitaminas liposolubles. (5)

2.1 Peso específico del maíz

Es de vital importancia el análisis que se realice ya que de este resultado depende el rendimiento en producción que se obtendrá en el proceso de molturación. Se determina el peso específico por bushel. Y no es más que el peso del grano requerido para llenar una medida de bushel Winchester que es equivalente a 2,150.42 pulgadas cúbicas de cantidad equivalente a 5,462 centímetros cúbicos. Este factor se determina utilizando un aparato aprobado que contiene una olla con capacidad de 1 cuarta seca (1K). Esta determinación se efectúa con una porción representativa del grano no menos de 1 1/8 a 1 1/4 de cuarta tomada de la muestra representativa proveniente del separador Boerner.

El peso específico por bushel es un factor de grado. Generalmente es expresado en libras por bushel también se expresa kilogramo por hectolitro. Para determinar el peso específico por bushel, la muestra de trabajo es colocada en una tolva hermética la cual está centrada sobre la marmita. Rápidamente se procede a abrir la válvula para determinar la salida del grano y llenar la marmita. Un batidor estándar tomado por ambas manos con los lados planos en posición vertical es utilizado para remover el grano excesivo de la parte superior de la olla mediante tres movimientos completos en zigzag. Luego se cuelga cuidadosamente la olla de un soporte de la balanza y se mueven las pesas hasta que el brazo de la balanza quede perfectamente balanceado. Luego se procede a leer el peso específico por bushel. El peso específico para el maíz oscila entre un 80 ± 1 y dependerá de la variedad a hacer analizada.

2.2 Humedad del maíz

La humedad del maíz no es más que la cantidad de agua natural o agregada contenida en un producto, siendo la humedad del maíz determinante para el ensilado y conservación del mismo. Determinándose que la humedad máxima debe de oscilar entre 13.5 mas menos 1 esto ayudara a que el producto no se caliente y pierda sus propiedades.

2.3 Porcentaje de impurezas

Es el porcentaje de material extraño que contiene el maíz sucio. El porcentaje debe de oscilar entre 2 mas menos 1 por ciento, para ser aceptado en la recepción del maíz y determinado por el laboratorio. Los materiales extraños pueden ser piedras tierras o semillas de otros cereales que dañarían la calidad del producto terminado en la molienda.

2.4 Porcentaje de grano quebrado

El grano encogido o partido es un factor que determina el grado del maíz. Para la determinación de los porcentajes, utiliza un cernedor metálico con cribas que oscilan desde 10mm hasta 5mm de apertura el cual se extraen 3 muestras representativas del lote que ingresara al molino el tamaño de la muestra será de 250 gramos el cual será cernido durante tres minutos por una cernedora de prueba en el laboratorio determinando así el porcentaje del grano y pesando lo que atravesó la tela de 10mm dicho peso nos determinara el porcentaje de grano quebrado promedio del lote. Se determino en las pruebas realizadas en el laboratorio un estándar de 3 más menos 1 por ciento. Ya que si se aceptan más del estándar afectaría en la merma que se obtendría en la molienda y por ende en el costo del producto a ser procesado y se obtendrían bajos rendimientos en la molturación.

2.5 Falling number del maíz

Es una prueba basada en la rápida gelatinización de los almidones. Esta prueba se realiza al maíz para determinar que una pequeña parte de los gránulos de almidón, son gelatinizados durante la cocción y el remojo. La susceptibilidad de las enzimas de almidón aumentan durante la cocción del maíz con cal pero el mayor incremento ocurre durante la molienda y el horneado. Cambios en la fracción almidonada modifica las propiedades pastosas del almidón y esto imparte las características de la textura a la masa del 4 al 7% de almidón gelatinizado forma una goma.

2.6 Contenido proteínico

Las proteínas son polímeros de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos. El contenido proteico está influenciado por la disponibilidad de sólidos nitrogenados. Pero también se tienen estudios de que el contenido de proteína total de maíz puede variar desde 4.4 a 26.6%.

El maíz contiene cuatro tipos de proteína que son clasificadas de acuerdo a su solubilidad, así se tiene que las albuminas son solubles en agua, globulinas en sales, proláminas en etanol al 70-80% y gluteninas en hidróxido de sodio.

La calidad o valor biológico de las proteínas se determina por el contenido de aminoácidos. De los aminoácidos comúnmente constituyentes de la proteína natural comestible, ocho no se

sintetizan en el cuerpo humano pero son esenciales para las funciones metabólicas normales en adultos. Los aminoácidos esenciales son: lisina, triptófano, fenilalanina, metionina, leucina, isoleucina, treonina y valina. El aminoácido más deficiente en todos los cereales es la lisina, y enseguida en el maíz es el triptófano.

Algunos investigadores indican que el papel del contenido de proteína en granos duros es menor y que los efectos de proteína varían de una variedad en otra, también indican que incrementando el contenido de zeína, representa un incremento en la síntesis de proteína, resultando con ello en un endospermo más duro; en contraste, el endospermo suave contiene menos zeína.

2.7 Vitaminas

El maíz contiene dos vitaminas liposolubles, la vitamina A (B-caroteno) y la vitamina E; además, vitaminas hidrosolubles tal como la tiamina, riboflavina, biotina, niacina, ácido pantoténico, ácido fólico y piridoxina (9).

El contenido de B-caroteno en el maíz es generalmente variable y gradualmente degradado por oxidación, al igual que otros pigmentos carotenoides, durante prolongados tiempos de almacenamiento.(9)

En general, los valores indican que el maíz es un alimento de bajo contenido de proteína total, pero alto en hidratos de carbono, característica que lo coloca, como otros cereales, entre las fuentes excelentes de energía.

El maíz por otra parte, contiene cantidades un poco menores que el trigo. El valor nutricional de la proteína en los alimentos depende tanto de la calidad como de la cantidad de ésta. Debido a que la diferencia en el contenido de proteína total en los cereales es relativamente baja, el factor de calidad es el de mayor importancia. Una proteína alimentaria con una composición de aminoácidos indispensables similar a la de los tejidos corporales será una proteína de mejor calidad, que una cuya composición sea diferente.

El contenido de aminoácidos de las proteínas del maíz es más o menos constante. Puede notarse una baja concentración de dos aminoácidos indispensables, lisina y triptófano, y valores altos como los de leucina, en comparación con los valores de estos aminoácidos en la leche. Las proteínas del maíz se componen de dos fracciones: Proteínas localizadas en el germen que están bien equilibradas desde el punto de vista de nutrición, pero que lamentablemente solo representan el 20% del contenido total de proteínas en el maíz. Proteínas que se encuentran en el endospermo, la

zeína, que tiene cantidades insuficientes de dos aminoácidos indispensables lisina y triptófano. La zeína representa aproximadamente el 50% de la proteína total en el grano entero.

2.8 Porcentaje de micotoxinas

El grano de maíz para ser procesado en una planta de cereales debe contener máximo 20 partes por millón. Es un veneno llamado Micotoxina, de Myco que significa moho (hongo) toxina que significa veneno, son sustancias venenosas producidas por moho.

Cuando son consumidas, las Micotoxinas actúan sobre el cuerpo en varias maneras, Algunas de la Micotoxinas producen cáncer en el hígado y otros órganos mientras otras producen trastornos (desordenes) respiratorios y digestivos, o trastornos cerebrales o nerviosos, u otros síntomas. Las Micotoxinas son invisibles, así que la apariencia del grano en general no es una ayuda para determinar cual grano puede contener Micotoxinas. Porque las Micotoxinas son venenos no agentes patógenos vivos, la añadidura de inhibidores de moho o antibióticos al alimento contaminado no soluciona el problema o alivia los síntomas.

El maíz contaminado con micotoxinas provocara daños al ser humano al ser ingerido. Permanece presente el hongo en el producto aunque sea procesado a altas temperatura. Es bien importante para evitar estos hongos mantener controlada la humedad del maíz para evitar el calentamiento, los granos que contienen más de 16% de humedad tiene mayor riesgo de desarrollar Micotoxinas.(5)

2.9 PH del maíz

Es un análisis que se le realiza al grano de maíz para determinar la acidez o la alcalinidad, los resultados obtenidos en la materia repercutirá en el producto final y dará cierto resultado en el sabor del producto terminado. Cuando el grano está dañado el PH es mayor que 7 indica alcalinidad. Si el PH es menor que 7 indica acidez y dando productos de buena calidad. Si el pH es menor que 5 son demasiados ácidos y producen resultados pobres.

2.10 Tratamiento, manejo y ensilado del maíz

El tratamiento que se le debe dar al maíz es, para darle conservación y ayudar a mantener la calidad del grano, los factores fundamentales; la temperatura a la que debe mantenerse, la razón ó velocidad de deterioración, la humedad a que el grano es almacenado dependerá de la vida útil del grano antes de ser procesado. La ciencia del almacenamiento da mucho énfasis y el manejo se enfoca en la temperatura, la humedad y las condiciones iniciales. La deterioración en el maíz almacenado es dada por la respiración de los mohos en la masa del grano. Esto indica que la razón de deterioración será, dos veces más rápida a 30 grados centígrados que a 24 y será solo un tercio más rápido a 18 grados centígrados en otras palabras el maíz se conservara por un tiempo tres veces mayor a 18 grados centígrados.

La mejor forma de manejar la situación para minimizar la deterioración del grano es utilizando ventiladores extractores, conservando el frío, utilizando la aireación en el trópico, las causas del cambio de temperatura en el grano implementando sistemas para vigilar la temperatura sensores.

Las causas del cambio de temperatura en el grano son la humedad con el aire que lo rodea, falta de ventilación en los silos donde se tiene almacenado, problemas de insectos y mohos (hongos) este es el calentamiento causado por infestaciones por lo general empieza en un punto determinado dentro de la masa de granos, a menudo en la punta de la pila de granos. La determinación causada por hongos se puede ver después de unos meses del almacenamiento del grano debido a los insectos por mala limpieza del maíz antes de almacenarse.

Los sistemas para controlar la temperatura los más comunes de termo pares, un cable de acero proporciona fuerza contra la presión del grano, alambres delgados de cobre y alambres hechos de una aleación proveen las lecturas.

3 PRODUCTOS DERIVADOS DEL PROCESO DE MOLIENDA

La molienda seca de maíz comprende procesos físicos destinados a la separación de las distintas partes que comporten el grano.

- ✓ Endospermo vítreo
- ✓ Endospermo harinoso
- ✓ Germen
- ✓ Pericarpio (Afrecho)

De los componentes del grano descritos anteriormente se pueden obtener los siguientes productos:

- a. Trozos de endospermo
- b. Sémolas
- c. Harinas
- d. Zootecnia (para alimentos de animales).

a. Trozos de endospermo.

Son trozos de maíz, pelados y desgerminados, comúnmente llamados “Hominy Grits”, que de acuerdo a su rango granulométrico se clasifican en:

- ✓ Trozos gruesos: Calibrados entre 3500 y 3000 micrones.
- ✓ Trozos medios: Calibrados entre 2500 y 4000 micrones
- ✓ Trozos finos: Calibrados entre 2000 y 3000 micrones

Usos más frecuentes:

- ✓ Hominy grit's o Flaking grits. Utilizados en la elaboración de copos de maíz, como cereales de desayuno, atol, espesantes, etc.
- ✓ Mazamorra, platos típicos en países de América Latina.
- ✓ Semp o Mealy Rice, utilizada en la elaboración de platos típicos en países africanos.

3.1 Sémolas

Son productos de la refinación de los trozos de endospermo, que según su granulometría y contenido de materia grasa, pueden obtenerse los siguientes productos:

- Sémolas para cervecería (Brewery grits), utilizadas como fuente de energía en los procesos fermentativos.
- Sémolas para extrusión (Snack grits), en la elaboración de snack`s.
- Sémolas para polenta (Corn meal), elaboración de platos artesanales, atoles, etc. Estas sémolas pueden ser adicionadas, enriquecidas con vitaminas y/ o minerales.

3.2 Harinas

Al realizar la molienda de los trozos pelados y desgerminados se obtienen harinas de baja granulometría, con un contenido de grasa superior a las sémolas. La utilización más común de las harinas es la siguiente.

- Harina para pan: se utiliza en mezclas con harinas de trigo para la elaboración de panes de maíz.
- Harinas para galletería en mezclas con harinas de trigo hasta un 20% ya sea para balancear el contenido de gluten como para obtener un producto más fiable y crocante.
- Harina para pastas en la elaboración de pastas, mezcladas con un 80% de harina de trigo.
- Harina para embutidos. Utilizada para la elaboración de emulsiones cámeas como sustituto del almidón.

3.3 Harina para alimentación animal.

Destinada a la alimentación de cerdos, vacunos, aves de corral. Puede ser utilizada en la elaboración de alimentos balanceados. En esta se encuentra el germen más el pericarpio o salvado del maíz.

4 PROCESO DE MOLIENDA

4.1 Materia prima utilizada

La materia recomendada para la molienda seca de maíz es la correspondiente a variedades de maíces colorados duros o semi duros, como los que tienen corona sin hendiduras de color rojizo anaranjada y ante un corte longitudinal presenta endospermo vitro dominante. Adicionalmente deberá registrar valores máximos de un 25 por ciento para el test de flotación y no menos de 76 de peso hectolitrito

De esta variedad se pueden obtener altos rendimientos de extracción de trozos, sémolas o harinas con bajos porcentajes de grasa.

4.2 Recepción y Almacenamiento

El maíz se caracteriza por ser un cultivo de producción estacional en nuestro maíz. Dentro de los alimentos estacionales los granos son sin duda, uno de los principales recursos para el hombre, ellos poseen una gran aptitud para conservarse ya que esencialmente son estructuras de supervivencia de las plantas superiores, capaces de soportar condiciones extremas que otras formas vegetales no tolerarían, gracias a que los granos pueden permanecer en estado de vida latente.

Estas características, manejadas correctamente, permiten al molino producir sémolas, harinas durante todo el año. Luego de la cosecha al almacenar el grano, el hombre crea un ambiente artificial en el que las plagas encuentran refugio y donde el fenómeno de absorción de humedad se agudiza. Muchos son los factores que afectan luego de la post cosecha. La norma básica debe ser mantener al grano: sano, seco, limpio y con baja temperatura.

Sano: Grano íntegro y sin plagas.

Seco: Con niveles de humedad lo suficientemente bajos como para no favorecer a los microorganismos o al incremento de la temperatura.

Limpio: Con la menor cantidad de impurezas y contaminantes según la tolerancia.

Baja temperatura: Para disminuir el ritmo o intensidad de los procesos de deterioro y el desarrollo de plagas.

El objetivo de esta etapa es de mejorar las condiciones de almacenamiento del grano. Para ello se realiza una pre-limpieza en un separador configurado con mallas perforadas con agujeros redondos de 12 a 13 Mm de diámetro, para la primera criba y de 4,75 Mm de diámetro para la segunda criba. Las impurezas livianas son aspiradas en un canal de aspiración.

4.3 Limpieza y calibración del maíz

Acá inicia la etapa de limpieza del maíz, de igual forma que para trigo, se realiza en un separador, el mismo a través de movimientos circulares con zarandas, aspiración, mesa densimetría y finalmente imanes magneto-permanentes, acá separa las impurezas gruesas y finas que puedan provenir con el maíz. Para completar el trabajo el flujo de maíz es conducido a un canal de aspiración, quien separa a través de una corriente de aire las partículas livianas (polvillo, granza, restos de cáscaras, etc.). Seguido de esto el flujo de granos de maíz es conducido a una depredadora, quien separa aprovechando la diferencia de peso específico las piedras del flujo de granos de maíz.

Dependiendo del tipo de producto a obtener es conveniente calibrar el maíz. La calibración se realiza variando el diámetro de apertura de las cribas del separador.

4.4 Acondicionamiento

En esta etapa se lleva el grano a condiciones óptimas para lograr una buena separación posterior del endospermo, germen y afrecho.

El maíz limpio se acondiciona mediante el agregado de bajos porcentajes de agua, alrededor de 0,5% a 3,0%, en una rosca a paletas, que cumple la función de producir un efecto de “masajeado” del maíz permitiendo una homogenización de la masa granarí y el agua adicionada. El maíz permanece alrededor de 3 minutos en la rosca, de esta manera se consigue una mejor remoción del germen y principalmente de la cáscara.

4.5 Degerminado

En esta etapa se logra la fractura del grano basándose en el acondicionamiento previo, de donde se obtendrá separación del germen, afrecho y el endospermo.

Esta acción tiene lugar en la degerminadora. El maíz es conducido por una rosca de alimentación a la zona de trabajo, compuesta por un rotor de forma cilíndrica ó cónica dependiendo del sistema de desgerminado, y una camisa de cernido especialmente diseñada. El alto grado de desgerminación se consigue por el tratamiento intensivo entre el rotor y la camisa de cernido, así como por el ajuste apropiado de la presión de retención a la salida.

Como resultado se obtienen dos productos, uno es el maíz quebrado pelado y desgerminado y por otro lado, como subproducto la harina de germen y partículas de cáscara de maíz.

El maíz pelado y desgerminado se conduce por transporte neumático a un clasificador, el cual separa por tamaño el producto obtenido del desgerminado.

4.6 Molienda / Refinación

Esta etapa comprende la refinación de los trozos pelados y desgerminados de endospermo y su posterior clasificación por tamaño en cernedores con el propósito de obtener sémolas o harinas de un determinado calibre.

Las maquinas utilizadas en esta etapa son bancos de cilindros, canales de aspiración y plansifters y sasores. Las sémolas o harinas obtenidas son enviadas a los silos respectivos.

4.7 Almacenamiento y envasado

Los productos terminados egresan del proceso mediante transporte neumático a sus respectivos silos. El subproducto (Harina de Alimentación Animal) se almacena en silo de especial construcción con un sistema de recirculado, para evitar aglomeraciones.

De otra manera, se puede decir que el objetivo perseguido por el sistema de compresión es moler el endospermo en harina del grado de finura deseado y con una granulación tan uniforme como sea posible sin dañar de manera excesiva los gránulos de almidón.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Equipo de Análisis

Balanza Analítica con Precisión de 0.001gramos, marca Ohaus, modelo Explorer.

Horno de Compartimentos, temp. de 130° c grados para Determinador de Humedad, marca Chopin.

Mufla marca Bulher. Determinación de Cenizas (Método AACC 38-01)

Micro digestor Kjeldahl, Modelo DGMK – 630, Para Determinación de Proteína Total de alimentos.

Cernedor de Pruebas para Determinación de Granulometría, marca Bulher, Modelo MLU 300.

Utilizando los Mesh siguientes (5):

U.S. Mesh	Malla en mm
16	1190
20	850
25	710
35	500
38	475
40	425
50	355
60	250
70	212
80	180

5.2 Cristalería

Beakers de 25, 50, 100, 250 y 600mL.

Erlenmeyer 250mL.

Tubos de ensayo

Agitadores de vidrio

Pipetas de 1, 5, 10 y 100 mL

Embudos de vidrio

Embudos plásticos

Crisoles de Cerámica

Crisoles de Aluminio

Espátulas de metal, Pinzas, Capsulas de Aluminio.

6 METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS

6.1 Determinación de Humedad Método AACC 46-15

6.2 Determinación de Cenizas (Método AACC 38-01)

6.3 Análisis de Proteína (Método AOAC) por Método Kjeldahl.

6.4 Determinación de Granulometría, marca Bulher, Modelo MLU 300.

Procedimiento

Pesar 100 gramos de la muestra

Colocar los Mesh a utilizar para la granulometría, en el orden correspondiente hasta el plato.

Agregar la muestra

Colocar tapadera al equipo y asegurarse que quede bien cerrado.

Encender el equipo por 5 minutos.

Resultados:

Pesar el producto que quedo en cada una de las mallas.

Hacer la sumatoria total del producto.

7 DISEÑO EXPERIMENTAL

7.1 Hipótesis

b. Hipótesis General

Se puede elaborar un Atol fortificado a base de una sémola de Maíz

Nula

No se puede elaborar un Atol fortificado a base de sémola de Maíz.

8 FORMULACIÓN DEL ATOL FORTIFICADO A BASE DE SÉMOLA DE MAÍZ

8.1 Descripción de Vitaminas y Minerales para el AtoI

	Descripción de Ingredientes	Composición de la Mezcla g/kg	Nombre Comercial
VITAMINAS Y MINERALES	A	9.57	Vitamina á acetato 325 CWS/A
	B1	6.91	Mononitrato de Tiamina
	B2	6.4	Riboflavina Universal
	NIACINA	75	Nicotinamida
	AC. FOLICO	0.93	Acido Fólico
	B12	4.33	Vitamina B12 0.1% WS/N
	Fe	245.61	Hierro Aminoquelado Trisglicinato
	Zn	500	Zinc Aminoquelado Taste Free
		151.25	Maltodextrina 10% D.E.
	Total	1000	

8.2 Formulación de las Muestras A, B, C.

Muestras	"A"		"B"		"C"	
	Kilos	%	Kilos	%	Kilos	%
Sémola Fina	11.30	99.7	11.30	99.7	11.30	99.7
Vainilla #66	0.010	0.09	0.010	0.09	0.010	0.09
Pre Mezcla de Vitaminas	0.027	0.25	0.027	0.25	0.027	0.25
Total	11.34	100%	11.34	100%	11.34	100%

9. PROCEDIMIENTO PARA ELABORACIÓN DEL ATOL

La Sémola fina, fue la materia prima para la realización de las muestras de Atol fortificado, siendo tres las muestras desarrolladas, después de obtener las muestras de sémola, fueron llevadas al laboratorio para realización de análisis fisicoquímicos, microbiológicos, y micotoxinas. Se analiza la determinación de textura de la Sémola de Maíz para la elaboración del Atol, esto a base de las diferencias entre granulometrías, previo a la fortificación de vitaminas.

Al obtener los resultados de las tres muestras, se continúa con la fase de fortificación, 100 kilos de sémola de maíz son colocados en el mezclador de tonel (Molino Cemotec 1090, Samplenill Tecator) se procede a la agregación de la pre mezcla vitamínica agregando los 1000 Gramos correspondientes a la cantidad de sémola utilizada, el tiempo de mezcla es de 30 minutos. Luego se continúa con la adición del saborizante de Vainilla a la sémola fortificada, y nuevamente es mezclado por un lapso de 30 minutos.

El Atol fortificada se compone de los siguientes ingredientes:

Sémola de Maíz (se cuenta con tres granulometrías distintas) y

Pre mezcla de vitaminas que se compone de:

Vitamina B1 (Tiamina),

Vitamina B2 (Riboflavina),

Vitamina B3 (Niacina),

Vitamina B9 (Acido Fólico),

Vitamina A,

Hierro Aminoquelado,

Zinc Aminoquelado.

Saborizante Vainilla No. 66.

Al haber efectuado la mezcla correspondiente, se tomo una muestra de 11.25 kilos, siendo esta la muestra "A", sucesivamente se continuo con la realización de la muestra B, partiendo de la materia prima utilizada con granulometría distinta y posteriormente se le agrego la pre mezcla vitamínica por las mismas cantidades, siendo la fortificación final de 1000 gramos por 100 kilogramos de sémola de maíz, mas el saborizante a vainilla..

La muestra C, se compone también de la sémola de maíz con diferencia de granulometría en comparación a las dos muestras anteriores, y la cual también se le agrego la pre mezcla vitamínica en las cantidades de 1000 gramos por 100 kilogramos de sémola de maíz, mas el saborizante de vainilla en las mismas proporciones que las otras muestras.

Para el envasado utilizarse empaques que garantice la inocuidad del producto sobre las cualidades higiénicas, nutritivas, organolépticas del producto, también deberá cumplir con los estándares de calidad e inocuidad. Y debe de tener barreras para proteger al producto de sustancias toxicas, olores y sabores desagradables.

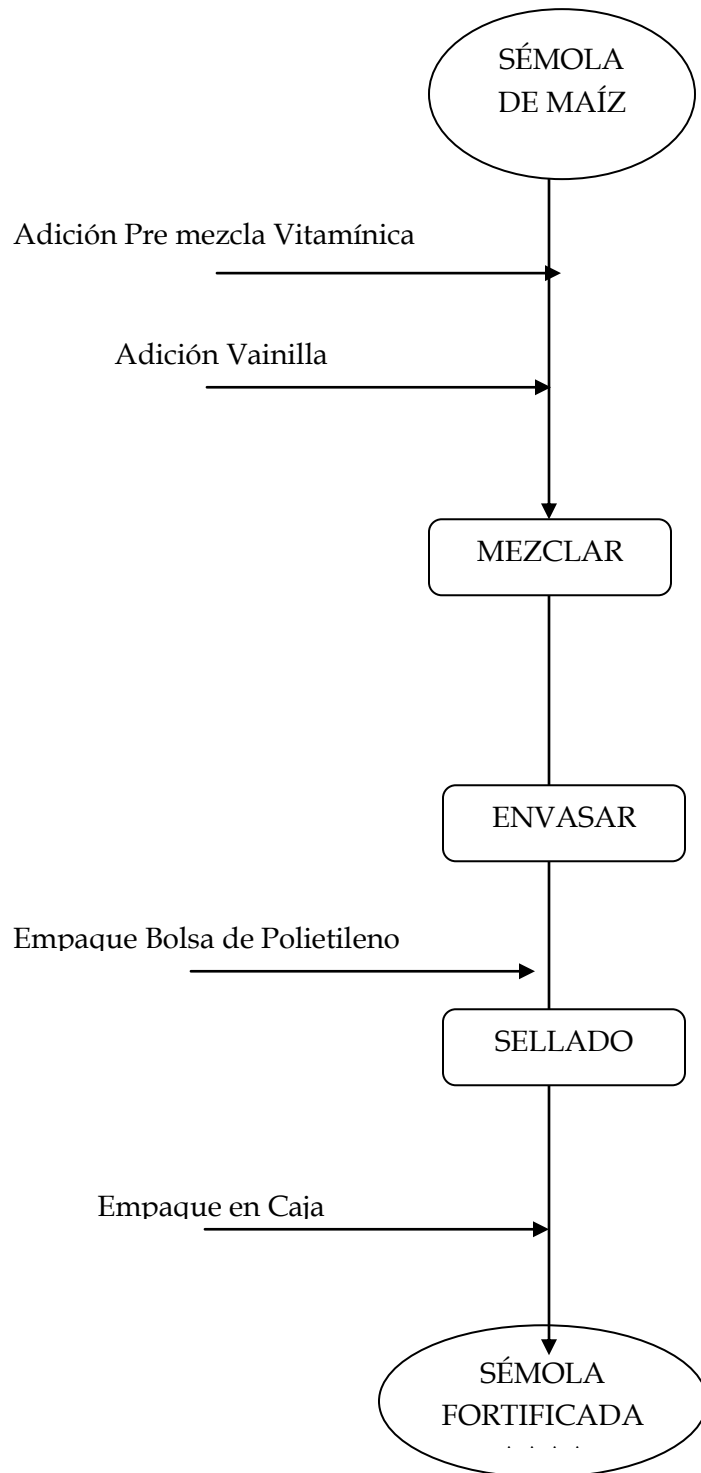
El Atol fortificado con sabor a Vainilla es colocado en bolsas de polipropileno con peso de 454 gramos luego pasan por una selladora que en caliente hace el cierre de la bolsa.

La impresión de la identificación deberá ser firme y legible, en los datos de lote, fecha de producción, fecha de vencimiento, hora en que se empaque y numero de bolsa empacada a efecto de mantener un sistema de trazabilidad.

El envase secundario, debe estar constituido por cajas de cartón para asegurar la integridad del producto y durante la logística de distribución.

Al final se obtuvieron las 3 muestras de Atol fortificado a base de sémola de maíz, los cuales serán sometidas a evaluación en el panel sensorial.

10. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE FLUJO CUALITATIVO DEL PROCESO



11. RESULTADOS EXPERIMENTALES

11.1 Análisis Físico Químicos

Dentro de los análisis fisicoquímicos realizados a las muestras se tienen los siguientes resultados:

Análisis	Muestra A	Parámetros
Humedad	13.40%	14.0% Max
Cenizas	0.550%	0.600% Max
Proteína	7.0%	7.0 - 9.0%
Granulometrías		
Mesh 16	0.0%	0 % máx.
Mesh 20	1.6%	0.0 – 2.0%
Mesh 25	14.6%	0.0 – 18.0%
Mesh 30	28.8%	25.0 – 50.0%
Mesh 40	53.0%	30.0% - 65.0%
Mesh 50	2.0%	0.0% - 2.0%
Fondo	0.0%	0.0 – 1.0%
Total	100%	
Fragmento de Insecto/50g	0	0/50g
Pelos de Roedor/50g	0	0/50g
Excretas de Roedor/ 50g	0	0/50g
Partículas Extrañas	Ninguna	----

Análisis	Muestra B	Parámetros
Humedad	13.50%	14.0% Max
Cenizas	0.555%	0.600% Max
Proteína	7.5%	7.0 - 9.0%
Granulometrías		
Mesh 35	6	0.0 – 10%
Mesh 40	12	10 – 20%
Mesh 50	0	0 – 5%
Mesh 60	70	60 – 85%
Mesh 70	8	0 – 10%
Mesh 80	4	0 – 5%
Fondo	0	0 – 1.0%
Total	100%	
Fragmento de Insecto/50g	0	0/50g
Pelos de Roedor/50g	0	0/50g
Excretas de Roedor/ 50g	0	0/50g
Partículas Extrañas	Ninguna	----

Análisis	Muestra C	Parámetros
Humedad	13.55%	14.0% Max
Cenizas	0.540%	0.600% Max
Proteína	7.7%	7.0 - 9.0%
Granulometrías		
Mesh 38	10	0 – 10%
Mesh 50	38	20 – 40%
Mesh 60	22	10 – 20%
Mesh 70	20	10 – 20%
Mesh 80	5	0 – 5%
Mesh 90	2	0 – 2%
Fondo	0	0
Total	100%	
Fragmento de Insecto/50g	0	0/50g
Pelos de Roedor/50g	0	0/50g
Excretas de Roedor/ 50g	0	0/50g
Partículas Extrañas	Ninguna	----

11.2 Análisis Microbiológicos

Se practicaron análisis Microbiológicos a las muestras de Sémola de Maíz, siendo estos los siguientes resultados.

Análisis	Muestra A	Muestra B	Muestra C	Parámetros Max7gr.
Recuento aeróbico total	60	10	72	50,000
Coliformes	<3	<3	<3	100/g
E. coli	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo/g
Mohos y Levaduras	< 10	20	<10	2,500/g
Coagulasa Positivo Staph.	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Salmonella	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo/50g

Los valores máximos por gramos, se refieren a lo establecido en el Codex Alimentarius 155-1985.

11.3 Análisis de Micotoxinas

Análisis	Muestra A	Muestra B	Muestra C
Aflatoxinas	0.0ppb	0.00ppb	0.00ppb
Ochratoxina	1.0 ppb	0.30ppb	0.60ppb
Fumonisina	0.00ppm	0.00ppm	0.0ppm
Vomitoxina	0.00ppm	0.00ppm	0.00ppm

Método de Análisis Elisa.

11.4 Análisis del Etiquetado Nutricional

Tamaño de la porción: 100g		
Porciones por empaque: 3		
Energía Total: 1500 kJ (359 kcal)		
% Requerimiento diario		
	Cantidad por porción	% VRN *
Grasa Total	1,7 g	3.0%
Sodio	750 mg	31 %
Carbohidratos totales	84,8 g	28%
Proteínas	4,1 g	7 %
Fortificada con:		
<i>Micronutrientes</i>		
Vitamina A	40 ug	5 %
Niacina (Vitamina B3)	3,6 mg	20 %
Hierro Aminoquelado	2.8 mg	20 %
Tiamina (Vitamina B1)	0,28 mg	30 %
Riboflavina (Vitamina B2)	0,32 mg	20 %
Acido fólico (Vitamina B9)	40 ug	20 %
Zinc aminoquelado	3 mg	20 %
* Los porcentajes del requerimiento diario están basados en una dieta de 8 378 kJ (2,000kcal) Ingesta diaria recomendada según codex alimentarius.		

12 EVALUACIÓN SENSORIAL

El primer paso consistió en la elaboración y validación del instrumento de medición, siendo en este caso, la hoja de evaluación sobre Consistencia y Textura del Atol fortificado. Posterior a esto, se elaboraron las muestras del atol fortificada siendo las muestras A, B, C, realizadas en el laboratorio en las mismas condiciones y a una temperatura aceptable, utilizando las mismas cantidades de agua, azúcar, canela y tiempo de cocción. Se cito a un número de 7 personas, para hacer la degustación. Se les explico las condiciones de la evaluación, los pasos que debían seguir para llenar la hoja de evaluación y que al salir de la habitación no comentaran nada respecto a la evaluación con los demás evaluadores.

Las muestras de atol fortificado, fueron presentadas en vasos de duroport, del mismo tamaño, codificados con letras asignados por el investigador. Se presentaron las 3 muestras al mismo tiempo; y se incluyo en un vaso plástico, agua pura para poder limpiar su boca y paladar entre cada muestra que analizaran. La actividad se realizo en el centro de reuniones de producción, donde se cuenta con una mesa y varias sillas, utilizadas por los panelistas, y utilizando lámparas para una buena iluminación. La hora de realización fue realizada a las 11:00 horas del día, es decir dos horas antes de su hora de almuerzo, para evitar que los evaluadores estuvieran muy llenos o que tuvieran demasiada hambre.

Se evaluó por medio del instrumento de medición de la comparación de consistencia y textura del producto, lo cual debía ser calificado en la hoja de evaluación sensorial donde los evaluadores expresaron sus resultados luego de hacer las degustaciones correspondientes. Calificando las muestras por separado en la característica organoléptica de interés: de consistencia y textura, luego se tabularon los resultados obtenidos en la hoja de evaluación, según el análisis de datos descrito.

13. BLOQUES AL AZAR

13.1 Resultado calificación Otorgada y Varianza

PANELISTAS	A	B	C	TOTAL	√ DEL TOTAL
1	2	2	4	8	64
2	2	3	5	10	100
3	4	4	5	13	169
4	4	3	3	10	100
5	2	4	2	8	64
6	3	5	3	11	121
7	2	2	2	6	36
TOTAL	19	23	24	66	654

FACTOR DE CORRECCION		207.4
----------------------	--	-------

SS Muestras (1/7)	361	529	576	1466	209.4	2
--------------------	-----	-----	-----	------	-------	---

SS PANELISTAS	218	10.6
---------------	-----	------

TOTAL SS	57	83	92	232	24.57
----------	----	----	----	-----	-------

ANALISIS DE VARIANZA

VARIABLES	df	ss	MS		
MUESTRAS	2	2	1.00	F*	1.00
PANELISTAS	6	10.6	1.77	F**	1.77
ERROR	12	11.97	1.00		
TOTAL	20	24.57			
Tabla 5%					
		3.88			
		6.93			

La diferencia no fue significativa, por lo que recurrimos al Rango Múltiple de Duncan

14. RANGO MULTIPLE DE DUNCAN

MUESTRAS	A	B	C
MEDIA MUESTRAS	19	23	24
PANELISTAS	7		
	2.71	3.29	3.43

SE= $\sqrt{\text{MS error} / \text{número de panelistas}}$

MS ERROR	1
	0.37
ERROR ESTANDAR	0.14

PROBABILIDAD	2	3
rp 5%	3.88	4.75
Rp	0.54	0.67

A-C =	2.71 - 3.43	-0.71	Es menor que 0.67 (R3)
A-B =	2.71 - 3.29	-0.57	Es menor que 0.54 (R2)

R1=A

15. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los análisis fisicoquímicos se refieren a un análisis completo de Garantía de Calidad de un producto alimenticio, que cumplan con sus estándares de calidad, respecto a color, sabor, olor, apariencia, textura, empaque, peso del mismo lo cual es absorbido por el consumidor. También se hace referencia al análisis proximal, es decir la cantidad de calorías por porción que se tiene en el producto. Esto debe estar siempre a la vista del consumidor, ya que la información que se declara en los etiquetados nutricionales, sirve para advertir al consumidor de los alimentos que consume y los cuales pueden tener ingredientes que pueden dañar su salud, en esto refiriéndonos a alérgenos, los cuales si no son declarados, los consumidores pueden tener graves consecuencias de salud.

El Análisis Microbiológico, se refiere a la inocuidad de los alimentos, es decir que esté libre de bacterias las cuales pueden dañar la salud del consumidor y que al no tener una buena manipulación en el proceso de fabricación y controles que lo protejan puede ser un contaminante y traer problemas tanto para la planta como para los que lo consumen, existen las normativas de ley que regulan la presencia de estos microorganismos con límites máximos los cuales deben ser controlados o eliminados de nuestros productos que elaboramos.

De acuerdo a los resultados obtenidos cuando se realizó el panel sensorial se percibió que la muestra No. 2, era la más aceptable por los evaluadores.

Al realizar el análisis de Varianza, la conclusión final fue que la diferencia entre las mismas no era significativa por lo que se tuvo que recurrir al Rango Múltiple de Duncan, en el resultado del análisis del Rango Múltiple de Duncan, se obtuvo que $R1=A$, esto significa que la muestra A fue la más significativa.

La fase de estudio sobre este desarrollo se refiere a la granulometría que sea mas aceptada por las personas, este es un atol que se desea procesar como compromiso con la población ya que aporta los micronutrientes necesarios, sobre una ingesta diaria necesaria para el organismo.

La textura de este producto juega un papel importante para que la persona que lo consume, tienda a aceptar este producto como tal. Se elaboraron 3 muestras con granulometrías distintas, con el afán de desarrollar un producto fortificado, a base de sémola de maíz que se obtiene del proceso de molienda y que cumpla con los estándares de fortificación asignados para el país.

16. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a este desarrollo, si es posible realizar un Atol fortificado a base de Sémola de Maíz.
2. El Atol a base de Sémola de Maíz presento una buena aceptación por parte de los panelistas. Se cumple con el desarrollo de un producto fortificado y que puede llegar a personas de escasos recursos, cumpliendo así con el objetivo de fortificación y que contribuye en la disminución de anemias y otras enfermedades por parte de la carencia de nutrientes esenciales en los alimentos.
3. El desarrollo de este proyecto me permitió poner en práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, los cuales se unen con la investigación realizada, para finalizar con un producto fortificado el cual se espera pueda salir al mercado en poco tiempo para cumplimiento de mis expectativas y como aporte para la salud nutricional...

17. RECOMENDACIONES

1. Realizar más estudios para establecer el valor nutritivo de Atol a base de Sémola de maíz.
2. Elaborar un estudio de factibilidad de comercialización del atol, e incluir la información alimenticia de producto Evaluar aceptación de este producto para uso de diferentes preparaciones caseras.

18. **BIBLIOGRAFÍA**

- a. Martínez Soto M. E., Ingeniero Agrónomo (2011), Desarrollo de un modelo de gestión del conocimiento en la cadena de suministro de la industria agroalimentaria. Tesis doctoral Escuela Técnica Superior de Ingeniero Industriales, universidad Politécnica de Madrid. 7p.
- b. Gonzales Gil P., Ingeniero Agroindustrial (2002) Elaboración de Frituras, empleando el método de nixtamalización tradicional y harina instantánea preparada por un proceso hidrotérmico. Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo. 14, 33ps. .
- c. Salazar Juarez L. F. Químico Farmacéutico, (2008) Determinación de la presencia de aflatoxinas en granos de maíz (*Zea mays*) producidos en Peten y distribuidos en la Central de Mayoreo de la ciudad capital, y elaboración de un Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC). , Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia 3,5ps.
- 3 Lassa M.S. Tesis (2007). Evaluación de las Propiedades Físicas y Disponibilidad de Minerales de Expandidos Fortificados, elaborados en base a maíz y soja., Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 29p.
- 4 Charley, Helen. 1998. Tecnología de Alimentos: Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Trad. Por Alejandro Gonzales, México, Limusa, 767 p.
- 5 Cuevas, Roberto et al. 1990. Manual Operativo sobre Control de Calidad de Alimentos. Guatemala, INCAP-OPS. 29 p.
- 6 Fisher, Patty and Arnold Bender. 1972. Valor Nutritivo de los Alimentos. Trad. Lisy Gomez de Segura. México, Edit. Limusa-Wiley. 205p.
- 7 Ravelo Abreu. A., Armendariz R. C. La ocratoxina A en alimentos de consumo humano.(2011) Nutrición Hospitalaria, ISSN 0212-1611- Coden NUHOEQ Área de Toxicología, Universidad de la Laguna, Colegio oficial de Farmacéuticos de la provincia de Santa Cruz de Tenerife, Tenerife España. 1215p.
8. <http://www.awgla.com/publicaciones/descargas/FarmacologiaDelHierro.pdf> (Sin fecha), Revisión 11.05.13.
9. <http://www.hipernatural.com/es/lmb1806.html>. (Sin fecha), rev.20.05.13
- 10.0 <http://www.diariosalud.net> (sin fecha), rev. 20.05.13

19. ANEXOS



Recepción de Granos de Maíz



Silos de almacenaje del grano



Recepción dentro del molino



Planta de proceso de desgerminado del maíz, y proceso de producción de la Sémola de Maíz



Ensacado de Sémola de maíz.



Muestra inicial de Sémola de Maíz



Practica de Análisis en Laboratorio de Control de Calidad



Pre mezcla de vitaminas y minerales, para El Atol fortificado.



Empaque del Atol fortificado a base de sémola de maíz.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la sabiduría y el entendimiento para llegar a esta meta.
Padres	Israel y Rosa Esther, por su gran amor y paciencia en todo el camino emprendido.
Hijos	Diego Alejandro y Dylan Josué, que han llenado de alegría mi vida y a quienes dedico este esfuerzo.
Hermanos	Alex y Claudia, por compartir conmigo este logro.
Sobrinos	Brandon y Jared, con mucho cariño.
Prima	Georgina, por su apoyo, motivación y confianza incondicional para terminar esta carrera
Amigos	Quienes me apoyaron y brindaron palabras de aliento y de ánimo y que incondicionalmente me extendieron su mano para continuar.