


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure, likely a saint or scholar, seated and holding a book. The figure is surrounded by various heraldic symbols, including a crown at the top, a lion on the right, and a shield on the left. The entire seal is rendered in a light, semi-transparent style.

Desarrollo de una fórmula de atol de maíz con
Moringa oleifera Lamark (Moringaceae) y determinación de su
aceptabilidad

Andrea Lisseth Monteagudo Cifuentes

Maestría en Alimentación y Nutrición

Guatemala, julio de 2013.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA



Desarrollo de una fórmula de atol de maíz con
Moringa oleifera Lamark (Moringaceae) y determinación de su
aceptabilidad

Trabajo de Graduación presentado por
Andrea Lisseth Monteagudo Cifuentes

Para optar al grado de Maestra en Ciencias

Maestría en Alimentación y Nutrición

Guatemala, julio de 2013

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

| | |
|--|------------|
| ÓSCAR MANUEL CÓBAR PINTO, Ph.D | DECANO |
| MA. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO, M.A. | SECRETARIO |
| LICDA. LILIANA VIDES DE URIZAR | VOCAL I |
| SERGIO ALEJANDRO MELGAR VALLADARES, Ph.D | VOCAL II |
| LIC. LUIS ANTONIO GALVEZ SANCHINELLI | VOCAL III |
| BR. FAYVER MANUEL DE LEÓN MAYORGA | VOCAL IV |
| BR. MAIDY GRACIELA CÓRDOVA AUDON | VOCAL V |

CONSEJO ACADEMICO
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ÓSCAR MANUEL CÓBAR PINTO, Ph.D.
VIVIAN MATTA DE GARCIA, MSc.
ROBERTO FLORES ARZÙ, Ph.D
JORGE ERWIN LÓPEZ GUTIÉRREZ, Ph.D
FÉLIX RICARDO VÉLIZ FUENTES, MSc.

AGRADECIMIENTOS

A YHWH, Di-s de Yisrael de quien viene la vida, la ciencia y la inteligencia, por estar dentro de su voluntad que me desarrolle y crezca como profesional, poniendo a las personas, condiciones adecuadas y el momento justo para lograrlo. En su voluntad continúan mis tiempos. A mi maestro Ieshúa por guiarme hacia YHWH y concederme gracia delante de sus ojos para brindarme un poco de la ciencia del Altísimo.

A mi señor padre, Dr. Jaime Monteagudo, el hombre de mi vida, un caballero único, el padre perfecto para mi alma, aunque ausente en esta tierra, continua viviendo y latiendo en mi corazón cada vez más fuerte, pues 15 años de mi vida fueron suficientes para me marcará para siempre. Con su gran ejemplo y sus enseñanzas me mostró que en la vida con trabajo y esfuerzo se puede lograr lo que uno se proponga y me heredó el tesoro más grande que un padre puede heredar: enseñarme a depender de El Creador en TODO cuanto haga.

A mi señora madre, Marlene Cifuentes porque desde niña fomentó en mí el hábito del estudio y con su amor me enseña y me apoya en cada aspecto y etapa de mi vida. Por ser el tesoro más grande que tengo, pues es una mujer admirable y por ella soy lo que soy. A mis padres dedico todo logro que pueda obtener en la vida, y este es uno de ellos, mis logros y triunfos son más de ellos que míos.

A mi tío Hugo Monteagudo por representar el amor y el apoyo que me brindarían mis abuelos Olimpia Santizo y Félix Monteagudo en cada paso importante que tomo en la vida. A mi hermana y amiga Bereniz Monteagudo a quien amo profundamente así como a Corina C. Catalán por su apoyo incondicional, sobre todo en las madrugadas de desvelo por estudio o en las carreras de las mañanas.

A la Sra. Ana María Argueta y Sr. Julio César Rojas Bonilla por bendecirme con su presencia en mi vida y brindarme un apoyo crucial en el trabajo de campo de la investigación, además de su apoyo y cariño, el cual es recíproco.

Al ingeniero Julio O. Rojas Argueta, quien hace mi vida maravillosa, gracias por su apoyo en todo cuanto sueño y ejecuto. Sin él mi vida no sería la misma. Mi corazón y mi alma le aman y le agradecen todo cuanto hace por y para mí, mi mejor amigo y mi amor.

RECONOCIMIENTOS

A la Licda. Julieta de Ariza, catedrática a la que admiro mucho desde el pregrado, quien a pesar de no ser mi asesora de investigación se tomó el tiempo para volver a practicar la docencia conmigo en el proceso del cálculo de mezclas vegetales, entre otras cosas.

A la Licda Lucia Castellanos, por su tiempo y dedicación en mostrarme técnicas de redacción, comunicación y formato en el presente trabajo. Cada intervención fue oportuna y acertada.

Al Lic. André Chocó por su apoyo y asesoría en la parte estadística de la investigación.

Al señor Sergio Garzazo por su apoyo facilitando tanto la hoja de moringa deshidratada así como el árbol de la misma.

A la nutricionista del Área de Salud de Jalapa, Licda. Astrid Orellana por su apoyo en el trabajo de campo en la comunidad “La Aurora”, municipio de Jalapa, sin ella no hubiese sido posible que la prueba de aceptabilidad tuviera éxito.

Al pueblo de Jalapa, sobre todo sus niños y mujeres, quienes a pesar de las situaciones difíciles que tienen que vivir día a día, mantienen la esperanza y la actitud correcta para salir adelante. Muchas de las mujeres que solamente tuve la oportunidad de conocer una vez, continúan siendo ejemplo e inspiración en mi vida.

A la Universidad de San Carlos, mi casa de estudio desde el pregrado, a través de la cual he logrado mi formación académica y profesional.

A la Licda. Clara Aurora García, coordinadora académica de la maestría en alimentación y nutrición, así como a mis catedráticos de postgrado, cada uno de ellos y ellas, grandes maestros de la ciencia y de la vida, pues me permitieron aprender más allá de los cursos que impartían. Cada uno de ellos fue crucial y valioso durante este proceso.

A mis amigos y compañeros de posgrado, quienes hicieron de estos dos años, tiempos memorables de estudio, compartiendo conocimientos, tareas, hambre, desvelos y madrugadas, sobre todo risas y buen humor a pesar del cansancio y el estrés. De cada uno aprendí mucho. Gracias por sus valiosos aportes al trabajo de investigación que presento.

HOJA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| I. RESUMEN EJECUTIVO | 1 |
| II. INTRODUCCIÓN | 2 |
| III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA..... | 3 |
| IV. JUSTIFICACIÓN..... | 4 |
| V. MARCO TEÓRICO | 6 |
| A. Problema alimentario nutricional en Guatemala | 6 |
| B. Proteínas y aminoácidos en la dieta..... | 8 |
| 1. Definición de proteína | 8 |
| 2. Funciones de las proteínas | 9 |
| 3. Requerimientos y recomendaciones de proteína..... | 9 |
| 4. Fuentes dietéticas de proteína | 10 |
| 5. Métodos para cuantificar proteínas y aminoácidos..... | 10 |
| a) Determinación de nitrógeno total por el método de Kjeldahl..... | 10 |
| b) Determinación de aminoácidos | 10 |
| 6. Calidad proteica | 11 |
| a) Aminoácido limitante | 13 |
| C. El maíz como fuente de proteína | 14 |
| D. <i>Moringa oleifera</i> | 16 |
| 1. Información general | 16 |
| a) Nombre científico | 16 |
| b) Nombres comunes | 16 |
| c) Información botánica | 16 |
| d) Datos agronómicos | 18 |
| 2. Usos de <i>Moringa oleifera</i> | 18 |
| a) Farmacéutica | 18 |
| b) Industria | 18 |
| c) Alimentación | 19 |
| d) Agricultura | 19 |
| e) Uso artesanal | 19 |
| f) Otros usos..... | 19 |

| | |
|---|----|
| 3. Valor nutritivo y formas de consumo..... | 19 |
| E. Mezclas vegetales | 23 |
| 1. Formulación de mezclas vegetales..... | 23 |
| 2. Mezclas vegetales conocidas | 23 |
| F. Estudios realizados de preparaciones de alimentos con moringa..... | 25 |
| G. Análisis sensorial..... | 28 |
| 1. Propiedades sensoriales | 29 |
| a) Olor..... | 29 |
| b) Aroma | 29 |
| c) Gusto | 30 |
| d) Sabor | 30 |
| f) Tipos de jueces para el análisis sensorial | 31 |
| i) Juez experto..... | 31 |
| ii) Juez entrenado..... | 31 |
| iii) Consumidor | 31 |
| g) Clasificación de pruebas sensoriales | 31 |
| i) Pruebas orientadas al consumidor | 31 |
| ii) Pruebas de preferencia | 31 |
| iii) Pruebas de aceptabilidad | 32 |
| iv) Pruebas hedónicas..... | 32 |
| v) Pruebas orientadas al producto..... | 32 |
| VI. OBJETIVOS..... | 33 |
| A. General..... | 33 |
| B. Específicos | 33 |
| VII. HIPÓTESIS..... | 34 |
| VIII. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 35 |
| A. Tipo de estudio | 35 |
| B. Objeto de estudio..... | 35 |
| C. Definición de Variables | 35 |
| D. Materiales | 35 |
| E. Métodos | 36 |
| 1. Determinación de la mezcla..... | 36 |

| | |
|---|----|
| a) Cálculo de mezcla vegetal | 36 |
| 2. Estandarización de la receta de atol de maíz y moringa | 39 |
| 3. Análisis químico proximal del atol de masa de maíz con y sin moringa..... | 40 |
| 4. Determinación de la aceptabilidad del atol de masa de maíz y moringa | 40 |
| a) Validación del instrumento para la prueba de aceptabilidad | 40 |
| b) Selección de la muestra de personas para la prueba de aceptabilidad | 40 |
| c) Convocatoria de los participantes..... | 41 |
| d) Preparación de las muestras del atol..... | 41 |
| e) Prueba de aceptabilidad del atol | 41 |
| f) Análisis estadístico | 42 |
| IX. RESULTADOS..... | 43 |
| X. DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 49 |
| XI. CONCLUSIONES | 52 |
| XII. RECOMENDACIONES | 53 |
| XIII. BIBLIOGRAFÍA..... | 54 |
| XIV. ANEXOS..... | 57 |

ACRÓNIMOS

| | |
|---------------|---|
| ELCSA | Escala Latinoamericana y del Caribe de Seguridad Alimentaria |
| ENCOVI | Encuesta Nacional de Condiciones de Vida |
| EPS | Ejercicio Profesional Supervisado |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura |
| INCAP | Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá |
| INSAN | Inseguridad alimentaria nutricional |
| OMS | Organización Mundial de la Salud |
| PDCAAS | Puntaje de aminoácidos corregido por digestibilidad Proteica |
| PQ | Puntaje químico |
| REP | Relación de eficiencia proteica |
| SAN | Seguridad alimentaria nutricional |
| UNICEF | Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia |
| UNP | Utilización neta de proteína |
| USAC | Universidad de San Carlos |
| VB | Valor biológico |

I. RESUMEN EJECUTIVO

El maíz es un cereal básico en la alimentación de los guatemaltecos, es consumido en muchas formas, entre ellas el atol de masa, el cual aporta poco valor nutricional.

La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar la formulación de un atol de masa de maíz y *Moringa oleifera*. La aceptabilidad de la fórmula se probó en la comunidad La Aurora en el municipio de Jalapa, a través de una prueba en la que se usó una escala hedónica de 5 puntos.

La fórmula del atol de masa de maíz y moringa se calculó a partir del patrón de aminoácidos definido por la FAO. La proporción masa de maíz-moringa determinada fue de 91:9, donde el aminoácido limitante del maíz fue la lisina.

Se llevaron a cabo 5 pruebas piloto para establecer la mezcla con mejores características sensoriales. La receta se estandarizó estableciendo para una porción las siguientes cantidades de ingredientes: 2.5 gramos de moringa, 26.5 gramos de masa de maíz nixtamalizada, 25 mililitros de agua fría -para deshacer la masa-, 125 mililitros de agua hirviendo, 1 cucharadita de azúcar y 0.5 gramos de canela en polvo.

El análisis químico proximal mostró un aporte de proteína de 6.18 gramos en 100 gramos de materia seca y 0.69 como alimento de la muestra sin moringa; por otro lado mostró un aporte de 11.26 gramos de proteína en materia seca y 0.86 como alimento de la mezcla con moringa.

Los resultados de la aceptabilidad se analizaron mediante la prueba estadística de Wilcoxon, la cual mostró que no existe diferencia estadísticamente significativa en la aceptabilidad del atol de maíz con moringa y sin moringa.

El estudio mostró que el atol de maíz con moringa tiene mayor contenido de proteína que el atol elaborado solo con maíz, además de mostrar estadísticamente que el atol de maíz con moringa tiene la misma aceptación que el atol de maíz sin moringa.

II. INTRODUCCIÓN

Guatemala cuenta con una población total de 14,473,474 habitantes, de los cuales el 48.94% son hombres -7,163,013- y el 51.06% mujeres -7,473,474-; de la población total según la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida –ENCOVI- que se llevó a cabo en el año 2011, el 13.33% se encuentra en pobreza extrema, el 40.38% en pobreza no extrema y el 46.29% en no pobreza y según datos de la Escala Latinoamericana y del Caribe de Seguridad Alimentaria –ELCSA-, más de 80% de los hogares guatemaltecos no tiene asegurada la alimentación.

La moringa, es un árbol que ofrece alimento con alto valor nutritivo, siendo comestibles desde la semilla hasta sus flores, sin embargo no se ha dado a conocer, desaprovechando todos los beneficios nutricionales que aporta, pudiendo brindar a la población, en los distintos niveles de pobreza, los nutrientes necesarios para sus familias de una manera segura y a bajo costo. Para su producción no se requiere de muchos cuidados, crece en clima cálido a templado siendo uno de los factores a favor para ser promovida para cultivarla. A raíz de esto muchas investigaciones se han realizado acerca de las preparaciones en que se puede adicionar moringa, dirigidas a población vulnerable y en condiciones de pobreza.

En el presente estudio se desarrolló una fórmula de atol de maíz y moringa basado en el cálculo de mezclas vegetales utilizando el patrón de referencia de aminoácidos de la FAO así como propiedades sensoriales. A la vez se determinó el contenido de agua, materia seca, fibra cruda, cenizas, proteína y grasa a través de un análisis bromatológico y se determinó mediante el análisis estadístico no paramétrico utilizando la prueba de Wilcoxon, el grado de aceptabilidad a través de una prueba hedónica de 5 puntos. Esto se realizó en el departamento de Jalapa, por ser parte del corredor seco y uno de los departamentos con mayores casos de desnutrición aguda, además de ser uno de los departamentos donde se promueve el cultivo y consumo de moringa.

III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Guatemala es un país rico en la cantidad de preparaciones culinarias a base de maíz. Los atoles forman parte del patrón alimentario de la población guatemalteca. Por el tipo de ingredientes, muchos de estos atoles artesanales son deficientes en proteína. Jalapa es uno de los departamentos donde la población tiene el hábito de consumir atol de masa de maíz. El aminoácido limitante del maíz es la lisina, el cual puede ser complementado a través de la mezcla con otro alimento de origen vegetal.

Múltiples estudios se han realizado acerca del valor nutritivo de la moringa, así como de la adición de la misma en preparaciones típicas –frijoles, tortillas, arroz, entre otros- sin embargo no existen estudios de la preparación de un atol de maíz –atol de masa- combinado con moringa. Con el presente estudio se pretende ofrecer una alternativa para mejorar el valor nutricional de una preparación, en este caso, el aporte proteico del atol de masa a través de la adición de hojas de moringa, así como determinar el grado de aceptabilidad del mismo en el departamento de Jalapa.

IV. JUSTIFICACIÓN

La desnutrición se considera un estado patológico caracterizado por la falta de aporte adecuado de energía y/o de nutrientes en base a las necesidades biológicas del organismo, produce un estado catabólico y sistémico pudiendo ser reversible.

Existen causas primarias y secundarias que conllevan a la desnutrición. Las causas primarias se deben a la ingesta insuficiente de alimento, ya sea porque éste no se encuentre disponible o porque aunque existe no se consume; por lo general tiene origen socioeconómico y cultural, relacionándose con la pobreza. Las causas secundarias se refieren a que el alimento se encuentra disponible pero no es consumido o no es utilizado adecuadamente por el organismo, ya sea por enfermedades que producen un aumento de las necesidades de nutrientes, mayor excreción, digestión y absorción de los mismos y /o dificultando su utilización.

Según un artículo de La Hora publicado el 10 de Agosto del 2011, en los últimos años el INCAP registró un incremento en el número de casos de desnutrición aguda en Guatemala, con agravamiento de la desnutrición crónica, especialmente en las poblaciones rurales y aquellas ubicadas en el corredor seco. La desnutrición crónica, en el año 2008 afectó 1,123,000 niños, y no ha habido mejoramiento en talla para edad en los niños del área rural desde 1966, siendo el índice de desnutrición crónica infantil en Guatemala de 49.3% (FAO, 2010).

El maíz es un cereal básico en la alimentación de los guatemaltecos, formando parte tradicional y cultural el consumo del mismo. El maíz es fuente de carbohidratos y aminoácidos, siendo la lisina el aminoácido limitante, por lo que debe ser parte de una mezcla vegetal para poder cumplir con el patrón de referencia de aminoácidos de la FAO.

La moringa oleífera es un árbol que contiene proteína de alto valor biológico, sobre la que se han realizado estudios que demuestran su valor nutritivo y la manera en que mejora la calidad de nutrientes a los que se puede adicionar como frijol, arroz, sopas y tortillas.

Este árbol no se ha promovido para ser utilizado con propósitos de alimentación y nutrición a pesar de que no requiere de mucho cuidado para producirlo. En Guatemala se ha utilizado para división de terrenos o cercos, para dar sombra en lugares calurosos desaprovechando los beneficios nutricionales que puede aportar.

Los atoles en Guatemala forman parte del patrón cultural de consumo, por lo que en la presente investigación se plantea el desarrollo de una fórmula de atol utilizando un masa de maíz nixtamalizado y hojas de moringa ya que estudios anteriores muestran que el contenido de proteínas en las hojas es mayor que en otra parte de la planta. Esto con el fin de ser promovido y aplicado en intervenciones de salud y nutrición para mejorar el valor biológico de proteína de alimentos autóctonos.

Se determinó el contenido de agua, materia seca, fibra cruda, cenizas, proteína y grasa del atol con y sin moringa, así como su aceptabilidad en el departamento de Jalapa. El Centro Nacional de Epidemiología en el 2010, publicó que este departamento presentó un total de 486 casos de desnutrición aguda severa en menores de 5 años, siendo el cuarto departamento con mayor tasa de desnutrición -0.89-. Además reúne las condiciones climáticas adecuadas para el cultivo de moringa, por lo que puede llegar a ser un productor del mismo para formar parte de las preparaciones de alimentos típicas que consume la población y contribuir a mejorar la calidad nutritiva de los alimentos.

V. MARCO TEÓRICO

A. Problema alimentario nutricional en Guatemala

El instituto de Nutrición de Centro América y Panamá –INCAP- define la Seguridad Alimentaria Nutricional –SAN- como "El estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso a los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado de bienestar que coadyuve al desarrollo humano" (Menchu, 1996).

Así mismo, el INCAP define INSAN como "la condición determinada por la falta de disponibilidad de alimentos de adecuada calidad". En algunos grupos de población esos alimentos pueden estar disponibles, pero no todas las personas tienen acceso a los mismos debido a limitaciones económicas, de distribución y otras. Además de la disponibilidad y accesibilidad existen factores de carácter cultural, social, educativo y biológico que afectan la aceptabilidad, consumo y utilización biológica de los alimentos (FAO, 2010).

Guatemala continúa siendo uno de los países más atrasados en cuanto a la situación nutricional de sus habitantes, y no se ha logrado librar a importantes sectores de la población del hambre, la desnutrición y las severas complicaciones en su desarrollo, lo que coloca al país y su población en una situación epidemiológica de enorme vulnerabilidad, magnitud y trascendencia (García, 1989). En el anexo 1 se muestra la prevalencia de la inseguridad alimentaria en Guatemala por categorías SAN –ELCSA- (FAO, 2010).

De acuerdo con el informe del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia -UNICEF- publicado en el año 2011, Guatemala ocupa el primer lugar en América Latina y el cuarto a nivel mundial en prevalencia de desnutrición crónica infantil, medido por el déficit de talla para la edad. Según La Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil (2008-2009) así como el tercer Censo de Talla de Escolares (2008), evidencian que la desnutrición crónica en niños y niñas menores de 5 años alcanza en promedio 49.3% y en los niños y niñas de 6 a 9 años un promedio de 45.6%. Esta situación alcanza niveles críticos en el área rural, afectando principalmente a niños y niñas menores de 5 años, población escolar, mujeres embarazadas y lactantes (ENSMI 2008-2009).

El retardo del crecimiento físico, el desarrollo mental deficiente, la baja productividad y los altos índices de morbilidad infantil y preescolar, así como la obesidad y varias enfermedades cardiovasculares, endocrinas y cáncer, son algunas de las manifestaciones de la mala alimentación y nutrición de la población (El Financiamiento del Desarrollo Humano. Tercer informe, 2000).

El problema de la desnutrición en sus distintos niveles y tipos tiene origen multicausal, en donde la INSAN que prevalece en el país obedece a problemas estructurales y coyunturales que afectan la disponibilidad, el acceso económico, consumo de los alimentos – influido por falta de educación, patrones culturales, hábitos, entre otros - y el inadecuado aprovechamiento biológico de los mismos derivado de las precarias condiciones ambientales, falta de acceso al agua segura, episodios frecuentes de enfermedades infecciosas y diarreicas y limitado acceso a los servicios de salud. En el anexo 2 se observa la matriz de pobreza en Guatemala (ENCOVI, 2011).

En cada uno de los cuatro pilares de la SAN, existen déficits importantes que deben corregirse en el corto, mediano y largo plazo. La Política Nacional de SAN describe en detalle la situación nutricional y aporta información sobre la extensión y naturaleza de los problemas que condicionan la INSAN en el país (CENADOJ, 2005).

La SESAN identifica que en el área rural donde predomina la población indígena, son las poblaciones con mayor riesgo de INSAN, especialmente localizada en los departamentos del altiplano Nor-Occidental, las Verapaces, departamentos del corredor seco como el área Chortí del Departamento de Chiquimula y municipios del departamento de Jalapa (SESAN, 2009).

La crisis alimentaria en el interior de Guatemala, ha afectado a algunos departamentos del corredor seco como Jalapa. De enero a abril de 2011, Según la Procuraduría de Derechos Humanos 188 casos de desnutrición aguda fueron detectados en Jalapa: 84 casos fueron registrados en el municipio de San Pedro Pinula y 15 mil personas están en riesgo de fallecer a causa del hambre (SESAN, 2009).

Guatemala ha diseñado y aplicado diversas estrategias y experiencias para atacar el problema de la desnutrición, pero carece de una verdadera estrategia integral de Seguridad Alimentaria Nutricional. Muchas experiencias han sido limitadas a algunas zonas y por otra parte, los logros obtenidos en la fortificación de alimentos (azúcar, sal,

harina) se han debilitado recientemente con el ingreso de productos no fortificados del exterior (El Financiamiento del Desarrollo Humano. Tercer informe, 2000).

La disponibilidad de alimentos para consumo humano en calidad y cantidad es limitada sobre todo en alimentos ricos en proteína y otros nutrientes.

B. Proteínas y aminoácidos en la dieta

El organismo necesita diversos componentes químicos para su adecuado funcionamiento, entre ellos se encuentran los macro y micronutrientes. Los macronutrientes incluyen carbohidratos, grasas y proteínas. Los micronutrientes incluyen a las vitaminas y minerales. Estos nutrientes tienen funciones específicas en el metabolismo humano, por lo que su consumo debe ser adecuado tanto en calidad como en cantidad (Bressani, 1982).

De los tres macronutrientes, las proteínas son las más deficientes en la dieta del guatemalteco y principalmente las proteínas de alto valor biológico que se encuentran en los alimentos de origen animal, ya que por su alto costo no están accesibles para la mayoría de la población (Elias, 1969).

Debido a su escasez y a la importancia que tienen las proteínas como nutrientes en el organismo humano, éstas se han convertido en el principal objetivo de muchas investigaciones científicas. El ser humano emplea únicamente el nitrógeno orgánico proveniente de la dieta para la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos, entre otras sustancias nitrogenadas necesarias para el funcionamiento del organismo (Ruano, 2005).

1. Definición de proteína

Las proteínas son compuestos cuya característica diferencial de los otros macronutrientes es que son "nitrogenados", conformados por cadenas de residuos aminoácidos. Las proteínas tienen un contenido relativamente constante de elementos individuales: 50-55% de Carbono, 5-8% de Hidrógeno, 20-25 % de Oxígeno, 15-17% de Nitrógeno, 1-3% de Azufre y 0.2-1.5% de Fósforo. Como el contenido promedio de Nitrógeno es de 16 %, para convertir Nitrógeno a proteína se aplica el factor 6.25. (Sanchinelli, 2004)

Los aminoácidos son la base de la estructura de las proteínas, contienen un grupo amino (NH) y un grupo carboxilo (COOH) unidos a un grupo R. Los aminoácidos comúnmente

encontrados en las proteínas alimentarias son veinte, éstos se clasifican en esenciales o indispensables y no esenciales o no indispensables, incluso pueden existir los condicionalmente esenciales, los cuales dependen de la concentración de otros aminoácidos esenciales y se convierten en esenciales en diversas condiciones clínicas o fisiológicas del ser humano. Se dice que los aminoácidos son esenciales debido a que la síntesis corporal no es suficiente para satisfacer las necesidades metabólicas y por lo tanto deben ingerirse como parte de la dieta (Sanchinelli, 2004).

2. Funciones de las proteínas

Las proteínas son los principales elementos estructurales de las células y actúan como catalizadores bioquímicos y reguladores importantes de la expresión de genes; por lo tanto cualquier alteración en la nutrición de proteínas y aminoácidos influye en toda la bioquímica y fisiología del organismo humano. Las proteínas de la dieta participan en la síntesis de tejidos, en la formación de enzimas, hormonas y varios líquidos secretorios corporales. También participan en el transporte de diversos nutrientes como grasas, vitaminas y minerales, y contribuyen a mantener las relaciones osmóticas normales entre líquidos corporales (OMS, 1985).

3. Requerimientos y recomendaciones de proteína

Los requerimientos de proteínas se calculan en base a las necesidades de nitrógeno total y de aminoácidos esenciales, para mantener la integridad de los tejidos y compensar las pérdidas de nitrógeno en el organismo. En los niños y mujeres embarazadas las necesidades de nitrógeno son mayores para la formación de tejido y para mantener velocidades de crecimiento compatibles con una adecuada salud y nutrición. Como las necesidades de proteínas están determinadas, en parte, por la ingesta de energía, el requerimiento promedio de proteínas se refiere a organismos que están en equilibrio de energía y mantienen niveles moderados de actividad física (Ruano, 2005).

Las recomendaciones de proteína se calculan con base al requerimiento promedio más dos desviaciones estándar; esta cantidad mantiene el balance proteico en los individuos de cada grupo etario. Los requerimientos y recomendaciones de proteínas son expresados como gramos de proteína por kilogramo de peso y son constantes dependiendo del grupos de edad y sexo, tal como se muestra en el anexo 3 (Menchu, 1996).

4. Fuentes dietéticas de proteína

Los alimentos de origen animal como las carnes, huevos, pescado, leche y sus derivados son las mejores fuentes de proteínas. Los alimentos de origen vegetal, con algunas excepciones como la soya, presentan limitantes en su contenido de aminoácidos esenciales. Las principales fuentes vegetales de proteína son las leguminosas y los cereales. Las frutas y las verduras proveen proteína de razonable calidad, pero como están diluidas en cantidades grandes de agua y fibra esto disminuye el aporte de las mismas (INCAP, 1961).

5. Métodos para cuantificar proteínas y aminoácidos

Existen en la actualidad diversos métodos para la cuantificación de proteínas, todos ellos basados en alguna de sus propiedades, como los patrones de absorción de las radiaciones electromagnéticas de los grupos aromáticos, la reactividad del enlace peptídico, su contenido de nitrógeno, entre otros. A continuación se describen algunos de estos métodos de determinación: (Funes, 2011)

a) Determinación de nitrógeno total por el método de Kjeldahl

Este método incluye la digestión de la muestra en ácido sulfúrico concentrado que provoca la destrucción oxidativa de la materia orgánica de la muestra y la reducción del nitrógeno orgánico a amoníaco, éste es retenido como bisulfito de amonio y puede ser determinado por destilación alcalina y titulación. Este método tiene una alta fiabilidad y es usado en la actualidad como un método de referencia a nivel internacional (Sanchinelli, 2004).

b) Determinación de aminoácidos

Los primeros métodos para la determinación de aminoácidos se basaron en pruebas de crecimiento de bacterias con deficiencia genética para la síntesis de aminoácidos y en el aislamiento de los mismos por partición líquido-líquido o usando, resinas de intercambio iónico. Estos métodos han sido sustituidos por métodos cromatográficos modernos, los cuales son más rápidos, exactos y sensibles. La determinación de los aminoácidos proteicos de un alimento requiere la hidrólisis de sus enlaces peptídicos, seguida del análisis de la mezcla de aminoácidos resultante. La hidrólisis de las proteínas se realiza comúnmente por tratamiento con ácidos o bases concentradas a temperaturas elevadas y

tiempos prolongados. La técnica de hidrólisis más frecuentemente utilizada se lleva a cabo con ácido clorhídrico concentrado, 110°C durante 24 horas (Funes, 2011).

Después de la hidrólisis, la mezcla de aminoácidos resultante se analiza por un método de cromatografía líquida de alta resolución -HPLC-, el cual puede llevarse a cabo bajo distintas condiciones cromatográficas (Funes, 2011).

La cromatografía líquida de alta resolución genera cromatogramas, en los que cada aminoácido o su derivado, aparece como un pico con un tiempo de retención característico. El área bajo el pico es proporcional a la cantidad de aminoácido contenido en la muestra. Estas áreas se comparan con las áreas de cromatogramas generados por análisis de soluciones patrón de cada aminoácido -curva patrón-, lo que permite calcular la cantidad de cada aminoácido presente en la muestra analizada (Funes, 2011).

6. Calidad proteica

El valor biológico o calidad de una proteína depende fundamentalmente de su composición en aminoácidos indispensables. Conocida ésta es posible predecir, dentro de ciertas limitaciones, su comportamiento en el organismo; para ello solo es necesario contar con un adecuado patrón de comparación. El problema principal para seleccionar un patrón reside en el hecho de que el valor biológico de una proteína no es constante, sino que depende de una serie de variables entre las que se encuentran la especie, edad, y el estado fisiológico. El primer patrón utilizado fue la proteína del huevo. Su uso ha sido muy criticado ya que su composición en aminoácidos no es constante y el contenido de algunos aminoácidos es excesivo. Por esta última razón, la mayor parte de las proteínas alimenticias aparecen como deficitarias cuando se las compara con este patrón en una proporción mayor que la detectada por los métodos biológicos. Además no siempre es posible identificar correctamente al aminoácido limitante (FAO, 1993).

Varios comités de expertos de la FAO han propuesto distintos patrones en los años 1956, 1965, 1970, 1973. La última propuesta de este organismo es la realizada en 1985, la que se basó en los trabajos experimentales de corta y larga duración que evaluaron la cantidad de nitrógeno necesario para producir un balance de nitrógeno en equilibrio (FAO, 1970).

Para evaluar la calidad de una proteína alimenticia, se deben considerar dos factores: su contenido en aminoácidos esenciales y su digestibilidad -D-. El valor biológico de una

proteína depende de la composición de aminoácidos y de las proporciones entre ellos y es máximo cuando estas proporciones son las necesarias para satisfacer las demandas de nitrógeno para el crecimiento, la síntesis, y reparación tisular. El valor biológico, se encuentra condicionado por las diferentes velocidades de recambio de aminoácidos en los distintos tejidos, y por consiguiente no es una constante sino que está influido por la especie, la edad y el estado fisiológico del individuo (OPS, 1997).

Las proteínas son mejor utilizadas por el organismo cuando en su composición contienen aminoácidos esenciales en proporciones adecuadas. Al aminoácido esencial presente en concentración más baja en una proteína, comparado con una proteína de referencia se le denomina “aminoácido limitante” (Sanchinelli, 2004).

Para evaluar la calidad de proteínas se pueden usar varios métodos como la relación de eficiencia proteica –REP-, el valor biológico –VB-, digestibilidad –D-, utilización neta de proteína –UNP- y el puntaje químico –PQ-, siendo éste último el más usado (Sanchinelli, 2004).

En la actualidad el método sugerido para evaluar la calidad proteica es la calificación del puntaje químico –PQ- o puntaje de aminoácidos corregido por digestibilidad proteica -protein digestibility corrected amino acid score o PDCAAS-, el cual fue propuesto por la FAO en 1991. Los datos disponibles de puntaje en su mayoría se basan en la comparación con la proteína del huevo y resultan por lo tanto inferiores a los calculados según el patrón de aminoácidos esenciales propuesto por la FAO (FAO, 1970).

El puntaje o score químico compara la cantidad de cada aminoácido esencial presente en la proteína en estudio con la cantidad del mismo aminoácido presente en la proteína de referencia, ya sea la del huevo o la proteína de referencia de la FAO, como se muestra en el anexo 4 (Menchu, 1996).

Para evaluar las proteínas de los alimentos para niños menores a un año, se toma como referencia la composición de aminoácidos esenciales de la leche humana y para evaluar el resto de alimentos se recomienda el establecido por la FAO. Con la fórmula siguiente se puede calcular el puntaje químico de una proteína: (Sanchinelli, 2004)

$$PQ = \frac{\text{mg de aminoácido por gramo de proteína en estudio}}{\text{mg de aminoácido por gramo de proteína de referencia}} * 100$$

El puntaje químico de un alimento debe corregirse multiplicándolo por la digestibilidad del alimento evaluado. En el anexo 5 se muestra el puntaje químico de algunos alimentos fuentes de proteína, dentro ellos se encuentra el puntaje de la leche, el huevo, frijol, garbanzo, entre otros (Sanchinelli, 2004).

a) Aminoácido limitante

Se define como el aminoácido más deficiente en la proteína problema con respecto a la proteína estándar. En los alimentos más comunes para el consumo humano los aminoácidos que pueden resultar limitantes son la lisina, la metionina, la treonina y el triptófano. Para determinar el limitante, se debe calcular el puntaje químico para los cuatro aminoácidos mencionados y el valor más bajo es el limitante (OMS, 1985).

En la siguiente tabla se muestra el patrón de aminoácidos esenciales para evaluar la calidad nutricional de las proteínas.

Tabla 1: Patrón de aminoácidos esenciales para evaluar la calidad nutricional de las proteínas

| Aminoácidos | mg/g proteína |
|--|---------------|
| Lisina | 58 |
| Triptófano | 11 |
| Aminoácidos azufrados (metionina + cisteína) | 25 |
| Treonina | 34 |
| Isoleucina | 28 |
| Leucina | 66 |
| AA aromático (fenilalanina + tirosina) | 63 |
| Valina | 35 |
| Histidina | 19 |

Fuente: FAO (1970). Contenido de aminoácidos de los alimentos

En la tabla 2 se muestra el contenido de proteína, el valor del aminoácido limitante y el valor de la lisina en maíz, arroz blanco, harina de trigo y mijo, donde se puede observar que el contenido proteico más alto se encuentra en el mijo, seguido por la harina de trigo, siendo el más bajo el arroz blanco, que como consecuencia de esto presenta el valor de aminoácido limitante más alto.

Tabla 2: Contenido proteico, valor aminoácido limitante y valor lisina de cereales

| Alimento | Contenido proteico (%) | Valor aminoácido limitante |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Cereales | | |
| Maíz | 9.4 | 49 (Lisina) |
| Arroz (blanco) | 7.1 | 62 (Lisina) |
| Harina de trigo | 10.3 | 38 (Lisina) |
| Mijo | 11.0 | 33 (Lisina) |

Fuente: Elías, L. y Bates (1969). Mezclas vegetales para consumo humano: desarrollo de la mezcla vegetal INCAP 17 a base de semillas leguminosas. Guatemala. INCAP.

C. El maíz como fuente de proteína

El maíz es una semilla que pertenece a la familia de las gramíneas y es una planta anual alta dotada de un amplio sistema radicular fibroso. Se trata de una especie que se reproduce por polinización cruzada, la flor femenina y la masculina se hallan en distintos lugares de la planta (FAO, 1993).

Se sabe que el maíz fue bien conocido por los mayas y otros habitantes de Mesoamérica y que éste formó parte esencial de su religión y cultura. En la actualidad el maíz sigue constituyendo el alimento básico de la mayor parte de las Américas. Se siembra prácticamente en todas las regiones climáticas del planeta donde éste puede crecer. Guatemala es el país que tiene el consumo más alto de maíz con fines de alimentación humana ya que por sus condiciones socioeconómicas, la población guatemalteca es más dependiente del maíz -preparado como tortilla- que de cualquier otro alimento para su alimentación diaria. Es la que constituye el mayor volumen de la dieta de la población del área rural -72%-, complementándose con otros alimentos propios de la región que casi siempre son de origen vegetal, tales como el frijol -8%- y algunas hierbas (FAO, 1993).

El maíz provee hasta un 59% y un 45% de la ingestión diaria de calorías y proteínas respectivamente y las cantidades son mayores especialmente en la población indígena ya que en algunos estudios se ha encontrado que el consumo diario de maíz por persona -g/persona- es de 423 en tierras altas; 369 en tierras bajas y de 219 en la región de oriente (FAO, 1993).

Existe pérdida de proteína durante los diferentes tratamientos que se le da al maíz para consumo humano, cuando se trata el maíz con cal para la elaboración de masa la solubilidad de todas las fracciones proteicas disminuye entre 1-1.8%-. La solubilidad de las zeínas verdaderas -material protéico, subproducto del procesamiento del maíz-, disminuye en 58% en maíz común (FAO, 1993).

Respecto al contenido de aminoácidos, existen pérdidas de arginina (18.7%), histidina (11.7%), lisina (5.3%), leucina (21%), cistina (12.5%) y pequeñas pérdidas de ácido glutámico, prolina y serina. Las pérdidas de arginina y cistina, se deben al tratamiento del maíz en agua de cal, proceso conocido como "nixtamalización" (FAO, 1993) (Gómez, 1996).

El anexo 6 muestra un resumen del contenido de aminoácidos del maíz y masa de maíz en 100 gramos.

En la siguiente tabla se muestra el valor nutritivo de macro y algunos micronutrientes en 3 diferentes tipos de maíz:

Tabla 3 Composición Química General y Mineral en 100 gramos del grano entero crudo de maíz

| Nutriente | Maíz amarillo | Maíz blanco | Maíz negro |
|------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| Energía (Kcal.) | 381 | 367 | 362 |
| Proteína (g) | 9.5 | 8.95 | 5 |
| Grasa (g) | 4.3 | 4.3 | 4.3 |
| Carbohidrato (g) | 75.6 | 73.2 | 77.3 |
| Fibra cruda (g) | 1.50 | 1.6 | 1 |
| Calcio (mg) | 7.0 | 7 | 6 |
| Fosforo (mg) | 300 | 239 | 287 |
| Hierro (mg) | 2.5 | 2.3 | 2.3 |
| Sodio (mg) | 1 | 1 | 1 |
| Potasio (mg) | 284 | 284 | 284 |
| Magnesio (mg) | 147 | 147 | 147 |
| Zinc (mg) | 2.21 | 2.21 | 2.21 |
| Tiamina (mg) | 0.52 | 0.38 | 0.44 |
| Riboflavina (mg) | 0.13 | 0.09 | 0.08 |
| Niacina (mg) | 1.84 | 2.13 | 1.03 |
| Vit B6 (mg) | 0.62 | 0.62 | 0.62 |

Fuente: Elías, L. y Bates (1969). Mezclas vegetales para consumo humano: desarrollo de la mezcla vegetal INCAP 17 a base de semillas leguminosas. Guatemala. INCAP.

D. *Moringa oleifera*

1. Información general

a) Nombre científico

Moringa oleifera Lam: *M. moringa* Mill, *pterygosperma* Gaerth; *Guilandia moringa* L. *Hyperanthera moringa* Wild; *Moringa nux-been* Perr. (Girón, 1992)

b) Nombres comunes

Se conoce como: paraíso blanco, acacia, árbol de las perlas, chinto borrego, flor de Jacinto, jacinto, paraíso de España, paraíso extranjero, paraíso francés, perlas, perlas de oriente, San Jacinto, libertad, árbol de mostaza, teberindo, teberinto, árbol de rábano picante, maringa calalu, marango, marengo, ejote francés, moringa, sen, mlonge y mzunze, ben nut tree, badumbo, caragüe, marengo, palo jeringa, carague o carango. En Guatemala también es conocido con los siguientes nombres: arango, badumbo, brotón, caragua, caraño, carao, jazmín, marengo, palo blanco, paraíso, paraíso blanco, tamarindo cimarrón, teberindo, chipilín, sasfras, tamarindo extranjero, teberinto (Alfaro, 2008)

c) Información botánica

Es un arbusto grande o árbol pequeño y frondoso, rara vez de 10 metros de altura, la corteza blanquecina, el tronco es generalmente espeso e irregular en tamaño y forma la corona pequeña y densa. El árbol es un diploide verdadero con $2n = 28$ cromosomas. Se ha informado que la madera produce un colorante azul. Las hojas son compuestas, de unos 20 cm de largo, la componen hojuelas delgadas, oblongas u ovaladas de 1 a 2 cm de largo y de color verde claro (Alfaro, 2008).

Las flores son bisexuales de color crema, con estambres amarillos, muy numerosas y fragantes, miden de 1 a 1.5 cm de largo y se encuentran agrupadas, compuestas por sépalos lineales de 9 a 13 milímetros de largo; los pétalos son algo más grandes que los sépalos. Las flores aparecen principalmente en las épocas de sequía, cuando el árbol suele perder las hojas (Alfaro, 2008)

En la India las hojas, vainas y las flores jóvenes se cocinan y comen de las semillas se obtiene un aceite bueno para el comercio, usado para lubricar las diligencias y otra maquinaria delicada. Siendo inoloro y nunca tornado rancio, se ha encontrado útil en la fabricación de los perfumes (Alfaro, 2008).

El fruto formado por tres l gulas en forma triangular y lineal, que dan la apariencia de vaina de 20 a 45 centímetros de largo, 1 a 2 centímetros de espesor o grosor; si se corta transversalmente se observa una sección triangular con varias semillas dispuestas a lo largo. Contiene de 12 a 25 semillas por fruto (Alfaro, 2008).

Las semillas son redondas, carnosas, cubiertas por una cáscara fina de color café castaño oscuro. Al quitar la cáscara se encuentra la zona de parénquima donde las paredes celulares tienen numerosos huecos presentando así una apariencia reticulada. Luego aparece una región de fibras que contienen cristales. El endospermo es una capa simple con gotas de aceite y asociado a ésta hay 2 o 3 capas de células aplanadas. Las células cotiled neas de parénquima contienen gotas de aceite, granos de aleurona y algunas veces grupos de cristales. Se producen entre 15,000 y 25,000 semillas/año, por  rbol. El peso por semilla es de 0.3 gramos y se emplean en la purificación doméstica de agua e incluso en la industria fitofarmac utica (Alfaro, 2008), (Funes, 2011), (Sanchinelli, 2004).

 rbol de *Moringa oleifera*



Flor de *Moringa oleifera*



Fruto de *Moringa oleifera*



Semilla de *Moringa oleifera*



d) Datos agronómicos

El árbol de moringa es muy versátil. Es resistente a la sequía, se puede cultivar en climas cálidos, húmedos y lluviosos. Es un árbol de fácil crecimiento; sin embargo se ve afectado en las temperaturas frescas disminuyendo su velocidad de crecimiento y desarrollo. Se cultiva mejor en el sol y no en la sombra –anexo 7-. Las partes de la planta de mayor uso para consumo son las semillas y hojas. Las hojas de las plantas son las más usadas y las de mayor valor nutritivo (Lowell, 1999).

Es un árbol de crecimiento rápido, se ha encontrado que crece hasta 6 a 7 metros en un año en las áreas que reciben menos de 400 mm de precipitación anual media. Es un árbol fácil de propagar, tanto por semilla como por material vegetativo. Se cultiva durante todo el año, pero especialmente durante los meses de diciembre a febrero y julio a agosto (Funes, 2011).

En Guatemala, las mejores semillas de moringa se obtienen en Estanzuela, Zacapa, con un peso promedio de 289 miligramos referido al cotiledón (Alfaro, 2008).

El árbol es útil para el sistema agroforestal, debido a sus características de crecimiento rápido, raíces verticales y profundas, pocas raíces laterales, escasa sombra y alta productividad de biomasa (Funes, 2011).

2. Usos de *Moringa oleifera*

La moringa es un árbol muy antiguo y tiene variedad de usos potenciales, se utiliza la raíz, vaina, flor, hoja y la semilla –anexo 8- (Lowell, 1999). Las áreas en que se utiliza la moringa se listan a continuación:

a) Farmacéutica

Cada parte del árbol de moringa es utilizada para la elaboración de una variedad de medicinas tradicionales.

b) Industria

Se utiliza para la elaboración de agentes de limpieza de uso doméstico e industrial: tintes, fertilizantes así como para el tratamiento de agua bebible. La madera del árbol es frágil y blanda por lo que se utiliza para la elaboración de carbón vegetal o pulpa de papel (Alfaro, 2008).

c) Alimentación

Las hojas deshidratadas y pulverizadas aportan a la dieta un alto valor nutritivo y pueden incluirse en diferentes preparaciones alimenticias sin interferir en el sabor y gusto de la preparación (Vásquez, 2004).

d) Agricultura

Las hojas tienen efecto bactericida y fungicida contra *Pythium debangemum*, un tipo de hongo que ataca a las plantas pequeñas. Se ha identificado en las semillas un compuesto que tiene una acción bactericida. Por su facilidad de siembra es usada para cercos vivos y por su rápido crecimiento es útil para la reforestación de terrenos y cuencas (Funes, 2011).

e) Uso artesanal

Se utiliza para la fabricación de leña, con una densidad de 0.60 gramos por centímetro cúbicos y poder calorífico de 4,600 Kilocalorías por Kilogramo (Funes, 2011).

f) Otros usos

Es utilizado como cerca viva empleando los tallos de las plantas a modo de postes vivos soportando lo diversos elementos de cerramiento: alambres, vallas, entre otros.

En cuanto a limitaciones en su uso, se puede referir que la planta pierde las hojas en periodos prolongados de sequía severa. La madera no sirve para la construcción, es blanda y muy poco resistente. El árbol es sensible a vientos intensos, especialmente si no se poda, ya que deshidratan las hojas y se desintegran. Este árbol suele durar hasta 20 años. Las podas son necesarias para estimular y mantener la producción de hojas frescas (Funes, 2011).

3. Valor nutritivo y formas de consumo

Las hojas de moringa poseen un porcentaje superior al 25% de proteínas, esto es similar al contenido en el huevo o el doble que la leche, cuatro veces la cantidad de vitamina "A" de las zanahorias y de la cantidad de calcio de la leche, siete veces la cantidad de vitamina "C" de las naranjas, tres veces más potasio que los plátanos, cantidades significativas de hierro, fósforo y otros elementos (CENADOJ, 2005). En la tabla 4 se muestra la comparación del contenido de nutrientes de la moringa con otros alimentos.

Tabla 4: Comparación del contenido de algunos nutrientes de la hoja de *Moringa oleifera* con otros alimentos

| Nutriente | Hojas de Moringa | Zanahoria | Naranja | Leche de vaca | RDD (Adulto/día) |
|-----------------|------------------|-----------|---------|---------------|------------------|
| Caroteno (mcg) | 6780 | 2813 | 7 | 28 | 100 |
| Vitamina C (mg) | 220 | 6 | 42 | 1 | 60 |
| Calcio (mg) | 440 | 32 | 43 | 152 | 500 |

Fuente: Funes, L. (2011). Diseño de un proceso para la obtención de una galleta a partir de harina de trigo enriquecida con paraíso blanco (*Mofinga oleifera*) y su respectiva evaluación nutricional. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

La siguiente tabla se muestra el contenido nutricional de macronutrientes de las hojas deshidratadas y pulverizadas de la moringa.

Tabla 5: Contenido de Macro nutrientes en Hojas en Polvo de *Moringa oleifera* en 100 gramos de porción comestible.

| Nutriente | Polvo de hojas |
|-------------------|----------------|
| Humedad (%) | 7.5 |
| Calorías (Kcal.) | 205 |
| Proteína (g) | 27.1 |
| Grasa (g) | 2.3 |
| Carbohidratos (g) | 38.2 |

Fuente: Lowell, J. (1999). The miracle tree *Moringa oleifera* natural nutrition for de tropics. Regional Representative. Senegal: Church World Service. Dakar.

De cualquier forma que sean consumidas las partes de la moringa, se ha comprobado que aporta nutrientes y puede mejorar el valor nutritivo de algunos alimentos cuyo aporte nutricional no es significativo (Sanchinelli, 2004).

Las hojas son generalmente consumidas crudas en ensaladas, caldos o en polvo como sazónador de comida. Los frutos o vainas verdes, inmaduras se consumen cocidos. Las vainas tiernas son comestibles y se usan en sopa, o se preparan a manera de espárrago. Las semillas maduras se tuestan y consumen como nueces, siendo su sabor dulce, ligeramente amargo y agradable (Sanchinelli, 2004).

La siguiente tabla muestra el contenido de fibra y minerales de las hojas de moringa pulverizadas.

Tabla 6: Contenido de fibra y minerales en Polvo de Hojas de *Moringa oleifera* en 100 gramos de porción comestible.

| Nutriente | Polvo de hojas |
|---------------|----------------|
| Fibra (g) | 19.2 |
| Calcio (mg) | 2,003 |
| Magnesio (mg) | 368 |
| Fósforo (mg) | 204 |
| Potasio (mg) | 1.324 |
| Cobre (mg) | 0.57 |
| Hierro (mg) | 28.2 |
| Azufre (mg) | 870 |

Fuente: Lowell, J. (1999). The miracle tree *Moringa oleifera* natural nutrition for de tropics. Regional Representative. Senegal: Church World Service. Dakar.

En la siguiente tabla 7 se muestra el contenido de aminoácidos de las hojas pulverizadas de moringa.

Tabla 7: Contenido de aminoácidos en polvo de Hojas de *Moringa oleifera* en 100 gramos de porción comestible.

| Aminoácidos (mg) | Vaina (100 gramos) | Hoja fresca de moringa (100 gramos) | Hojas en polvo de moringa (deshidratadas, por 100gramos) |
|------------------|--------------------|-------------------------------------|--|
| Arginina | 360 | 406.6 | 1325 |
| Histidina | 110 | 149.8 | 613 |
| Lisina (mg) | 150 | 342.4 | 1325 |
| Triptófano | 80 | 107 | 425 |
| Fenilalanina | 430 | 310.3 | 1388 |
| Metionina | 140 | 117.7 | 350 |
| Treonina | 390 | 117.7 | 1188 |
| Leucina | 360 | 492.2 | 1950 |
| Isoleucina | 440 | 299.6 | 825 |
| Valina | 540 | 374.5 | 1063 |

Fuente: Fuente: Lowell, J. (1999). The miracle tree *Moringa oleifera* natural nutrition for de tropics. Regional Representative. Senegal: Church World Service. Dakar.

La siguiente tabla muestra los resultados del análisis proximal de las hojas frescas, vainas y semillas de moringa:

Tabla 8: Análisis proximal de las hojas frescas, vainas y semillas de *Moringa oleifera* (Valores promedio de diferentes muestras)

| Análisis Proximal | Hojas frescas | Vainas | Semillas |
|---|----------------------|---------------|-----------------|
| Humedad (%) | 79.2 | 75.8 | 47.2 |
| Proteínas (%) | 5.52 | 7.1 | 17.5 |
| Cenizas (%) | 2.12 | 1.1 | 2.1 |
| Carbohidratos (%) | 11.14 | 14.3 | 18.1 |
| Energía (Kcal/100 g) | 207.42 | 226 | 439 |
| Calcio (mg/100 g) | 22.32 | 2.1 | 3.4 |
| Potasio (mg/100 g) | 11.84 | 12.8 | 18.3 |
| Hierro (mg/100 g) | 24.26 | 1.6 | 7.1 |
| Carotenos (ug/100 g como Beta – Caroteno) | 3,911.52 | 3,327.7 | 114.4 |
| Vitamina C (mg/100 g) | 109.3 | 0.1 | 0.1 |

Fuente: Funes, L. (2011). Diseño de un proceso para la obtención de una galleta a partir de harina de trigo enriquecida con paraíso blanco (*Mofinga oleifera*) y su respectiva evaluación nutricional. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Para niños entre 1 a 4 años, 100 gramos de hoja fresca cubre las necesidades diarias de Calcio, alrededor de 75% del hierro, vitamina A y C (Funes, 2011).

La siguiente tabla muestra el análisis proximal de las vainas frescas y secas de moringa.

Tabla 9: Análisis proximal de las vainas frescas y secas de *Moringa oleifera*

| Análisis determinado | Vainas frescas | Vainas secas |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------|
| Humedad (%) | 83.2 | 14.2 |
| Proteínas (%) | 5.6 | 20.5 |
| Grasas (%) | 0.9 | 2.9 |
| Carbohidratos (%) | 9.5 | 35.2 |
| Energía (Kcal/100 g) | 198.9 | 510.6 |
| Calcio (mg/100 g) | 1.0 | 6.2 |
| Potasio (mg/100 g) | 2,219.9 | 27.5 |
| Hierro (mg/100 g) | 72.2 | 5.4 |
| Beta carotenos (ug/100 g) | 2,619.9 | 343.6 |
| Vitamina C (mg/100 g) | 72.2 | 1.9 |

Fuente: Alfaro, N. (2008). Rendimiento y uso potencial de paraíso blanco, *Moringa oleifera* Lam en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentario nutricional de Guatemala. Guatemala: (s.e.).

E. Mezclas vegetales

Los factores económicos y socio-culturales de un país como Guatemala obligan a profesionales en el área de salud a recurrir al uso de mezclas vegetales para mejorar la alimentación de la población; adicionalmente, las mezclas vegetales también tienen aplicaciones para el tratamiento de personas afectadas con cáncer, por la aversión a las carnes que presentan los pacientes que la padecen (Ruano, 2005)

Las mezclas vegetales se elaboran con el fin de mejorar el valor biológico de la proteína vegetal. Cuando es posible, los alimentos de origen vegetal también pueden combinarse con productos de origen animal para obtener una mezcla de “alto valor nutritivo”, con el fin de mejorar el uso biológico dentro del organismo (Ruano, 2005).

1. Formulación de mezclas vegetales

Las proteínas animales son las consideradas de mejor calidad o completas ya que brindan al organismo los aminoácidos en la proporción en que el cuerpo los necesita. Los huevos, leche, carnes y pescado son fuentes de proteínas completas. Las proteínas incompletas carecen o tiene muy bajo contenido de uno o más aminoácidos esenciales; el aminoácido esencial en concentración más baja se denomina aminoácido limitante (Elias, 1969).

Las proteínas incompletas generalmente provienen de fuentes vegetales, por ejemplo el maíz, cuyo contenido de lisina y triptófano es muy bajo, es decir que el aminoácido limitante es la lisina. La complementación de proteínas se basa en el principio de que una proteína deficiente o limitante en un aminoácido esencial puede mejorarse a través de la adición de pequeñas cantidades de otra proteína que sea una fuente rica en el aminoácido deficiente de la primera, por ejemplo, la proteína del frijol proporciona al maíz lisina y el maíz proporciona a la proteína del frijol metionina, el aminoácido limitante en el frijol. De tal manera que la combinación 7:3 maíz/frijol es superior en calidad del maíz o frijol individualmente (Elias, 1969).

2. Mezclas vegetales conocidas

En Guatemala, la dieta está principalmente constituida por maíz y frijol. Estos alimentos tienen un índice proteico bajo, pero al combinarlos en una proporción de 70 partes de maíz y 30 partes de frijol el índice proteico es superior, como lo demostró Bressani en

1976. El fin de las mezclas vegetales es buscar combinaciones de mezclas de origen vegetal para mejorar el valor biológico de la proteína y proporcionar alimentos de bajo costo. El INCAP ha trabajado en esta área estudiando diferentes mezclas vegetales que aporten los aminoácidos esenciales en una cantidad aceptable; una muestra de ello es la INCAPARINA que es una harina elaborada a partir de una mezcla de cereales y leguminosas (harina de maíz, harina de soya y semilla de algodón) con adición de algunas vitaminas y minerales, cuyo propósito es proporcionar a la población alimentos de bajo costo y alto valor proteínico. Otras de las mezclas vegetales más conocidas con sus respectivas proporciones, son las siguientes: mezcla vegetal de maíz-frijol 70:30, mezcla vegetal de maíz y harina de semilla de algodón 70:30, mezcla vegetal de harina de semilla de algodón y frijol caupí 60-40, mezcla vegetal de harina de semilla de algodón y frijol negro 70:30, mezcla vegetal de plátano-frijol 70:30, mezcla vegetal de papa-frijol 90:10, mezcla vegetal de camote-frijol 80:20, mezcla vegetal de trigo- frijol 90:10, mezcla vegetal de arroz-frijol 85:15 (Bressani, 1982).

A continuación se muestra una tabla que resume los valores de proteína y de aminoácidos en 100 gramos de maíz, masa de maíz y moringa.

Tabla 10: Resumen valores de proteína y aminoácidos de maíz, masa de maíz y moringa

| Aminoácidos | Mg en 100g maíz (9.5g proteína) | Mg en100g masa de maíz (4.4g proteína) | Mg en 100 g de moringa (27.1 g proteína) |
|--|--|---|---|
| Lisina | 254 | 118 | 1325 |
| Triptófano | 67 | 31 | 425 |
| Aminoácidos azufrados (metionina + cisteína) | 329 | 152 | 350 |
| Treonina | 342 | 158 | 1188 |
| Isoleucina | 350 | 162 | 825 |
| Leucina | 1190 | 551 | 1950 |
| AA aromático (fenilalanina + tirosina) | 827 | 383 | 1388 |
| Valina | 461 | 214 | 1063 |
| Histidina | 258 | 119 | 613 |

Fuente: Fuente: Lowell, J. (1999). The miracle tree *Moringa oleifera* natural nutrition for de tropics. Regional Representative. Senegal: Church World Service. Dakar.

F. Estudios realizados de preparaciones de alimentos con moringa

En Guatemala, el árbol de moringa crece en varias condiciones de clima y suelo, es un árbol disponible, de fácil acceso para el consumo humano y aporta proteína de alto valor biológico entre otros nutrientes (Funes, 2011)

En Guatemala las propiedades de dicho árbol han sido muy poco explotadas, por esta razón la utilización del árbol para muchos es un misterio, a pesar de la cantidad de información que se maneja por distintos entes. Quizás el principal factor ha sido el poco impacto socioeconómico que este árbol ha tenido en el país, ya que su utilización principal es como cerco vivo y sombra para el café en las áreas cálidas, en los departamentos de Petén, Zacapa, Chiquimula, El Progreso, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Retalhuleu, San Marcos, entre otros (Funes, 2011).

En los últimos años, en Guatemala se han realizado estudios científicos tanto del contenido de macro y micronutrientes, como de la preparación y aceptabilidad de la moringa como parte de recetas tradicionales, K. Sanchinelli (2002) llevó a cabo el primer estudio acerca del contenido de proteína y aminoácidos, generación de descriptores sensoriales de los tallos, hojas y flores de *Moringa oleifera* Lamark (Moringaceae) cultivada en Guatemala, así como la generación de los descriptores sensoriales de esta planta preparada en la forma en que se ha reportado su consumo. El estudio mostró que el contenido de proteínas se encuentra de 1.30 a 4.62%, siendo mayor el contenido en las hojas. El contenido de aminoácidos esenciales se encontró en el rango de 98 a 1384 mg/100g y de 90 a 270 mg/100g en hojas deshidratadas y frescas respectivamente. En las flores el rango es de 23 a 122 mg/100g y en tallos de 11 a 37 mg/100g. El puntaje químico -PQ- de la proteína de las hojas fue de 7%, siendo el aminoácido limitante la lisina; en las flores el PQ fue de 55% siendo los aminoácidos limitantes la valina y metionina; y en los tallos el PQ es de 29%, siendo el aminoácido limitante la valina (Sanchinelli, 2004).

Sensorialmente las hojas crudas se describieron con un olor a hierba húmeda y recién cortada, de color verde oscuro, con sabor amargo, astringente y picante residual y con una textura fibrosa. Las hojas cocidas se describieron con un olor a infusión de hierbas, con un color verde oscuro y un sabor amargo, levemente picante y con una textura fibrosa difícil de disgregar. El polvo de las hojas se describió con un olor intenso, de color

verde musgo, de sabor dulce y levemente picante, y con una textura particulada y difícil de disgregar. Finalmente, los tallos se caracterizaron por tener un olor similar al té medicinal, color verde pálido, sabor salado y picante, con una textura difícil de masticar. Por el contenido y la calidad de la proteína, así como sus propiedades sensoriales, las hojas de moringa poseen un potencial para formar parte de la dieta de los guatemaltecos, como ingrediente principal o parte de mezclas vegetales de alto valor biológico (Sanchinelli, 2004).

Vásquez (2004) realizó el estudio “Formulación y aceptabilidad de preparaciones comestibles a base de *Moringa oleifera*”; en dicho estudio se estandarizó el polvo de hoja de moringa oleífera para la formulación de las preparaciones de mayor frecuencia de consumo: frijol en caldo, sopa de arroz y tortillas y se determinó la aceptabilidad en el Caserío El Matochal, de la Comunidad El Tesoro, municipio de Camotán del Departamento de Chiquimula. Los resultados de la evaluación de las características sensoriales del estudio, mostraron que al formular preparaciones de mayor frecuencia de consumo con polvo de hoja de moringa oleífera, no interfiere con la aceptabilidad de las mismas y mejora valor nutritivo (Vásquez, 2004).

CONCYT e INCAP (2008) publicaron dos estudios, el primero titulado “Rendimiento y uso potencial del Paraíso Blanco, *Moringa oleifera* Lam en la Producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentario – nutricional de Guatemala”, donde se determinaron las condiciones agroecológicas que requiere la planta de *Moringa oleifera* Lam, su rendimiento en materia verde y su uso posterior como materia prima para la elaboración de alimentos de alto valor nutricional, en cuatro municipios de alta vulnerabilidad alimentario nutricional (Alfaro, 2008).

Para proponer alternativas de solución a la problemática planteada, el INCAP ha desarrollado una línea de alimentos nutricionalmente mejorados, tomando como base cereales y leguminosas o alimentos de uso tradicional o autóctono, por lo que con información existente sobre las potencialidades nutricionales de la planta *Moringa oleifera* Lam y su cultivo en Guatemala, se planteó el desarrollo del uso potencial de la planta mencionada como materia prima para la elaboración de alimentos nutricionalmente mejorados o para la utilización de partes comestibles que puedan ser fuente de macro y micro nutrientes (Alfaro, 2008).

Para ese propósito, primero, se procedió a identificar algunas características agronómicas del cultivo. Para conocer sus características nutricionales, se realizaron análisis fisicoquímicos y nutricionales de hojas y frutos de *Moringa oleifera* para determinar su contenido de macro y micronutrientes con énfasis en energía, proteína, fibra, vitaminas A y C, hierro y potasio. En su composición nutricional, la planta presentó hasta 30% de proteína en materia seca, alto contenido de carotenos y energía. En hojas se observó una mayor presencia de nutrientes que en vainas. Entre frutos verdes y maduros, los primeros presentan mejor proporción de nutrientes respecto a las vainas maduras. Respecto a las hojas tiernas y hojas de las partes medias de las ramas, se encontró mejor contenido nutricional en las hojas de las partes medias de las ramas (Alfaro, 2008).

En cuanto a la evaluación de la biodigestibilidad de la proteína de *Moringa oleifera* y la biodisponibilidad de sus nutrientes para el ser humano, se realizaron pruebas utilizando animales de experimentación, a los que se les administró dietas de maíz y arroz, adicionando harina de hojas deshidratadas crudas y cocidas, estableciendo que la adición de 5.6% y 3.75% para las cuatro dietas de maíz y arroz, respectivamente, favorecen la biodisponibilidad de la proteína (Alfaro, 2008) (Funes, 2011).

El segundo informe lleva el título de “Uso Potencial de la *Moringa* (*Moringa oleifera*, Lam) para la Producción de Alimentos Nutricionalmente Mejorados”, donde se establecieron las características agronómicas del cultivo de *Moringa* en diferentes regiones de Guatemala, además del valor nutritivo de esta planta mediante análisis químico, evaluaciones biológicas y sensoriales de hojas, vainas y semillas. Los resultados mostraron nuevas evidencias sobre las potencialidades nutricionales de la planta como una alternativa para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados para complementar la alimentación de población vulnerable de la región centroamericana (Alfaro, 2008) (Funes, 2011).

Funes, L. (2011) evaluó una serie de mezclas que comprendían harina de trigo y polvo de la hoja de Paraíso Blanco en distintas proporciones en peso (100:0, 70:30, 50:50, 30:70y 0:100) respectivamente, a las cuales se les realizó pruebas químicas de laboratorio para determinar y cuantificar la clase de lípidos, clasificar los azúcares totales, fibra alimentaria y proteínas (Funes, 2011).

Finalmente se evaluó la aceptación a través de una escala hedónica de 9 puntos, donde las galletas fabricadas a partir de las harinas de las distintas mezclas se presentaron individualizadas. El catador decidió en base a degustación la calificación otorgada a partir de varias opciones que variaba desde gustarle muchísimo hasta disgustarle muchísimo. Paralelamente se diseñó el proceso de producción de las galletas enriquecidas con polvo de moringa, como herramienta de introducción al mercado (Funes, 2011).

Mediante los resultados del análisis químico y la prueba de aceptación, se determinó que de las cinco mezclas evaluadas, la mezcla 4 que contiene 30% de harina de trigo y 70% de polvo de hoja de moringa es la que más se adecúa a un alimento nutricionalmente mejorado. Esto se debe a la alta composición en ácidos grasos insaturados -30.01% de ácido linolénico y 19.34% de ácido linoleico, fibra alimentaria 26.23% de celulosa, 27.13% de hemicelulosa, 13.15% de lignina y 7.28% de gomas, mucílagos y sustancias pépticas. El porcentaje en proteínas fue de 19.06% con una concentración de 583.22 mg/L de azúcares totales y 98.55 mg/L de azúcares reductores, además de una aceptación de 8.30 en el análisis sensorial descriptivo, basado en la escala hedónica de 9 puntos (Funes, 2011).

G. Análisis sensorial

El análisis sensorial es una técnica multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. El análisis sensorial es aplicable en muchos sectores, tales como desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad y estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos (Watts, 1992).

La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir "sentido". La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, entre otros. (Watts, 1992).

La selección de alimentos por parte de los consumidores está determinada por los sentidos de la vista, olfato, tacto y el gusto. La información sobre los gustos preferencias y requisitos de aceptabilidad de un producto alimenticio se obtiene empleando métodos

de análisis adaptados a las necesidades del consumidor y evaluaciones sensoriales con panelistas no entrenados. Esta prueba de análisis es determinante en el desarrollo de nuevos productos alimenticios, reformulación de productos ya existentes, identificación de cambios causados por los métodos de procesamiento, almacenamiento y uso de nuevos ingredientes así como, para el mantenimiento de las normas de control de calidad (Charley, 1995).

1. Propiedades sensoriales

El sistema sensitivo del ser humano es una gran herramienta para el control de calidad de los productos de diversas industrias. En la industria alimentaria la vista, el olfato, el gusto y el oído son elementos idóneos para determinar el color, olor, aroma, gusto, sabor y la textura quienes aportan al buen aspecto y calidad al alimento para ser aceptados por el consumidor (Charley, 1995).

a) Olor

Es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas en los alimentos; dicha propiedad en la mayoría de las sustancias olorosas es diferente para cada una. En la evaluación de olor es muy importante que no haya contaminación de un olor con otro, por tanto los alimentos que van a ser evaluados deberán mantenerse en recipientes herméticamente cerrados. Los panelistas no deben utilizar perfume, cremas olorosas, desodorantes, ni ningún otro producto que pueda interferir con el olor del alimento que se evalúa (Charley, 1995).

b) Aroma

Consiste en la percepción de las sustancias olorosas y aromáticas de un alimento después de haberse puesto en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, llegando a través del eustaquio a los centros sensores del olfato. El aroma es el principal componente del sabor de los alimentos, es por eso que cuando tenemos gripe o resfriado el aroma no es detectado y algunos alimentos sabrán a lo mismo. El uso y abuso del tabaco, drogas o alimentos picantes y muy condimentados, insensibilizan la boca y por ende la detección de aromas y sabores, por lo que se recomienda no utilizar dichos compuestos a la hora de hacer una prueba sensorial (Charley, 1995).

c) Gusto

Es el sentido que identifica el sabor básico de un alimento, y puede ser ácido, dulce, salado, amargo, o bien puede haber una combinación de dos o más de estos. Esta propiedad es detectada por la lengua. Hay personas que pueden percibir con mucha agudeza un determinado gusto, pero para otros su percepción es pobre o nula; por lo cual es necesario determinar que sabores básicos puede detectar cada juez para poder participar en la prueba (Charley, 1995).

d) Sabor

Esta propiedad de los alimentos es muy compleja, ya que combina tres propiedades: olor, aroma, y gusto; por lo tanto su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado. El sabor es lo que diferencia un alimento de otro, ya que si se prueba un alimento con los ojos cerrados y la nariz tapada, solamente se podrá juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido. En cambio, en cuanto se perciba el olor, se podrá decir de qué alimento se trata. El sabor es una propiedad química, ya que involucra la detección de estímulos disueltos en agua aceite o saliva por las papilas gustativas, localizadas en la superficie de la lengua, así como en la mucosa del paladar y el área de la garganta. Estas papilas se dividen en 4 grupos:

- Papilasiformes: localizadas en la punta de la lengua sensible al sabor dulce
 - Fungiformes: localizada en los laterales inferiores de la lengua, detectan el sabor salado
 - Coraliformes: localizadas en los laterales posteriores de la lengua, sensible al sabor ácido
 - Caliciformes: localizadas en la parte posterior de la cavidad bucal detectan sabor amargo
- Por ello es importante que en la evaluación de sabor, la lengua del juez esté en buenas condiciones, además que no tenga problemas con su nariz y garganta. Los jueces no deben ponerse perfume antes de participar en las degustaciones, ya puede interferir con el sabor de las muestras (Charley, 1995).

e) Textura

Es la propiedad de los alimentos apreciada por los sentidos del tacto, la vista y el oído. Por medio del tacto podemos decir, por ejemplo si el alimento está duro o blando al hacer presión sobre él (Charley, 1995).

f) Tipos de jueces para el análisis sensorial

i) Juez experto

Es la persona que tiene gran experiencia en probar determinado alimento, posee una gran sensibilidad para percibir las diferencias entre muestras y para distinguir y evaluar las características del alimento (Watts, 1992).

ii) Juez entrenado

Es una persona que posee bastante habilidad para la detección de algún sabor o textura en particular, que ha recibido cierta enseñanza teórica y práctica acerca de la evaluación sensorial y que sabe exactamente lo que se desea medir en una prueba (Watts, 1992).

iii) Consumidor

Son personas que no tienen nada que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Usualmente son tomadas al azar (Watts, 1992).

g) Clasificación de pruebas sensoriales

Los especialistas clasifican a las pruebas en afectivas -orientadas al consumidor- y analíticas -orientadas al producto- (Watts, 1992).

i) Pruebas orientadas al consumidor

Evalúan la preferencia, aceptabilidad, o grado en que gustan los productos alimentarios. Las pruebas de mayor interés al estudio son: pruebas de preferencia, aceptabilidad y hedónicas. En las pruebas orientadas hacia las preferencias del consumidor, se selecciona una muestra aleatoria, compuesta por personas representativas de la población de posibles usuarios, con el fin de obtener información sobre las actitudes o preferencias de los consumidores. En las pruebas con consumidores no se emplean panelistas ni seleccionados por agudeza sensorial. Las entrevistas o pruebas pueden utilizarse en un lugar céntrico, ya sea un mercado, una escuela, centro comercial, centro comunitario, o en los hogares de los consumidores (Vásquez, 2004).

ii) Pruebas de preferencia

Permiten seleccionar al consumidor entre varias muestras, indicando si prefieren una sobre la otra (Watts, 1992).

iii) Pruebas de aceptabilidad

Determinan el grado de aceptación de un producto por parte del consumidor, con esta prueba se pueden usar escalas categorizadas, pruebas de ordenamiento y pruebas de comparación pareada (Watts, 1992).

iv) Pruebas hedónicas

Miden el grado en que agrada o desagradan el producto. La escala se extiende desde extremadamente agradable hasta muy desagradable o bien, me gusta, me gusta mucho, me disgusta hasta me disgusta muchísimo. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra escogiendo la categoría adecuada (Asociación Guatemalteca de Tecnología, 1994).

v) Pruebas orientadas al producto

Se utilizan para identificar diferencias entre productos alimenticios similares o para medir intensidad de características sensoriales, se emplean paneles pequeños entrenados que funcionan como instrumento de medición (Asociación Guatemalteca de Tecnología, 1994).

VI. OBJETIVOS

A. General

Desarrollar la formulación de un atol de maíz con *Moringa oleifera* con mejor valor nutricional que el atol de maíz simple y con una puntuación de 4 a 5 según una escala hedónica de aceptabilidad.

B. Específicos

1. Determinar las proporciones de masa de maíz y moringa para la formulación del atol a través del cálculo de mezclas vegetales utilizando el patrón de aminoácidos de referencia establecidos por la FAO.
2. Estandarizar la receta de atol de maíz y moringa.
3. Realizar el análisis químico proximal del contenido de agua, materia seca, fibra cruda, cenizas, proteína y grasa del atol de maíz con y sin moringa.
4. Determinar la aceptabilidad del atol de maíz con moringa en relación al atol de masa de maíz sin moringa utilizando una prueba hedónica de 5 puntos.

VII. HIPÓTESIS

A. Hipótesis de investigación

1. El atol de masa de maíz con moringa contiene mayor valor nutricional que el atol de masa de maíz sin moringa.
2. El enriquecimiento del atol de maíz con moringa no tiene efecto sobre la aceptabilidad del mismo en comparación al atol de maíz sin moringa.

B. Hipótesis estadística

1. Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia estadísticamente significativa en la aceptabilidad del atol de maíz con moringa y el atol de maíz sin moringa.
2. Hipótesis alterna (H_a): Existe diferencia estadísticamente significativa en la aceptabilidad del atol de maíz con moringa y el atol de maíz sin moringa.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Tipo de estudio

Cuasi experimental

B. Objeto de estudio

Atol de masa de maíz nixtamalizado con moringa

C. Definición de Variables

1. Variable independiente

Formulación de atol con masa de maíz conteniendo o no moringa.

2. Variables dependientes

- Aceptabilidad del atol con moringa
- Valor nutritivo del atol con moringa

D. Materiales

1. Instrumentos para anotar resultados de cálculo de mezcla vegetal, prueba piloto, receta estandarizada de masa de maíz y moringa y prueba hedónica.
2. Tabla de contenido de aminoácidos de la FAO
3. Formulario para evaluar la aceptabilidad del atol -escala hedónica de 5 puntos-.
4. Alimentos:
 - Muestras de atol de maíz con y sin moringa estandarizado
 - Hojas de moringa deshidratadas y pulverizadas
 - Canela
 - Azúcar
 - Masa de maíz nixtamalizada
 - Canela
 - Agua purificada
5. Equipo:

- Calculadora
- Lapiceros
- Balanza analítica
- Equipo de laboratorio bromatológico
- Reactivos de laboratorio
- Ollas de 1 litro de capacidad
- Recipientes de plástico con capacidad de 1 litro
- Colador
- Paletas de madera
- Platos plásticos
- Servilletas de papel
- Olla con capacidad de 2 litros
- Estufa
- Vasos de duroport
- Servilletas de papel
- Cucharones de metal

6. Recursos humanos:

- Investigadora: Andrea Lisseth Monteagudo Cifuentes
- Asesora: Ing. Hilda Palma de Marini, MSc.
- Muestra de la población que realizará la prueba de aceptabilidad
- Estadístico: Lic. André Chocó

E. Métodos

1. Determinación de la mezcla

- a) Cálculo de mezcla vegetal

Para determinar el valor de proteína y gramos de aminoácidos de la masa de maíz nixtamalizada se tomó como referencia los valores establecidos por la FAO, mientras que para la moringa, los valores establecidos por Lowell. El cálculo se basó en la diferencia entre los aminoácidos limitantes de la masa de maíz y los del patrón de aminoácidos de referencia, con el fin de determinar la cantidad de moringa necesaria para lograr una mezcla vegetal con proteína de alto valor biológico.

Para realizar el cálculo se llevó a cabo el siguiente proceso de cuantificación, y se anotó en el instrumento de recolección de datos correspondientes –Anexo 9-.

- Se tomó en cuenta que los gramos de proteína en 100 gramos de moringa son de 27.1, los gramos de proteína en 100 gramos de masa de maíz son de 4.4.
- Se realizó el cálculo de la mezcla vegetal obteniendo los valores de miligramos de aminoácidos por gramos de proteína de la masa de maíz, haciendo el mismo procedimiento para obtener los miligramos de aminoácidos por gramos de proteína de moringa.
- Se calcularon los gramos de aminoácidos de la masa de maíz; estos valores se obtuvieron de la diferencia del valor de referencia del patrón de aminoácidos establecido por la FAO con los miligramos de aminoácidos por gramos de proteína de masa de maíz dentro de los miligramos de aminoácidos por gramo de proteína de masa de maíz.
- Se aplicó una regla de tres para obtener la cantidad de masa a agregar en la mezcla, para lo cual se dividió dentro de los gramos de proteína en 100 gramos de masa de maíz.
- El mismo procedimiento se llevó a cabo para obtener los gramos de aminoácidos de moringa así como los gramos de moringa a adicionar, con la diferencia de que en lugar de utilizar los valores de masa de maíz, se utilizaron los valores de la moringa

b) Prueba piloto

Con el fin de lograr una mezcla vegetal del atol con adecuadas propiedades sensoriales, se realizó la prueba piloto en el laboratorio de alimentos de la Facultad de Ciencias

Químicas y Farmacia de la USAC, utilizando las proporciones de moringa y maíz establecidas a través del cálculo de mezclas vegetales.

El proceso aplicado para realizar la prueba piloto fue el siguiente:

- Se adquirieron los siguientes ingredientes:
 - 1 libra de hoja de moringa deshidratada
 - 1 libra de maíz nixtamalizado
 - 1 sobre de canela en polvo
 - ½ libra de azúcar
 - 1 onza de sal
- Posteriormente se realizaron conversiones de peso y volumen.
- La moringa deshidratada se almacenó en bolsas plásticas para impedir el paso de luz ya que luz solar puede destruir la vitamina A, se estima que del 20 a 40% del contenido de vitamina A se retiene cuando las hojas se secan directamente bajo el sol, pero de 50 a 70% se retiene cuando las hojas se secan en la sombra (CENADOJ, 2005).

El procedimiento base e inicial para realizar la mezcla se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Se hirvió 1 taza de agua
- En media taza de agua fría se dejó caer los gramos de masa nixtamalizada, establecidos en el cálculo, hasta deshacerla. Después se agregó al agua hirviendo.
- Se agregaron los gramos de moringa establecidos a través del cálculo.
- Se mezclaron los ingredientes agregando la cantidad de agua necesaria hasta obtener la textura de atol correspondiente – a criterio de la investigadora-
- Se cuantificaron las cantidades de ingredientes adicionales que se utilizaron como el azúcar, la canela y la sal, los cuales se adicionaron

dependiendo de las características sensoriales – a criterio de la investigadora-.

- Se dejó hervir por 5 minutos, y se movió la mezcla constantemente.

En base a estas cantidades se agregaron o disminuyeron valores de ingredientes, es decir se llevaron a cabo varias mezclas con diferentes cantidades de agua e ingredientes adicionales a la moringa y maíz (canela, azúcar, sal) y se fueron anotando las cantidades de todas las pruebas realizadas en el instrumento elaborado para tal fin, el cual se presenta en el anexo 10.

En el anexo 11 se encuentra la forma artesanal o casera de pulverizar la hoja de moringa.

2. Estandarización de la receta de atol de maíz y moringa

Para estandarizar la receta se procedió previamente a determinar las cantidades de ingredientes adicionales a masa de maíz y moringa – agua, azúcar, canela- a través de 5 pruebas piloto, para después repetir la receta varias veces. Véase en el Anexo No.15, las características resultantes de cada prueba. Este proceso se llevó a cabo en el laboratorio de alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC

Para corroborar la comprensión de la receta se eligió a azar a un voluntario, estudiante de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC, el cual al leer la receta especificó que la comprendía a su totalidad. El mismo voluntario al momento de realizar el proceso de estandarización llevó a cabo la segunda repetición de la receta, con el fin de establecer si quedaba con las mismas propiedades sensoriales que la preparada por primera y tercera vez por la investigadora.

Para estandarizar la receta, la preparación se realizó 3 veces, siguiendo las siguientes indicaciones:

- Se anotaron todos los ingredientes y las cantidades establecidas en la prueba piloto.
- Se revisó que la información descrita en la receta fuera clara, sencilla y calculada en número de porciones.
- Se hizo leer la receta a una persona que no la conocía, quien explicó cómo se hace, para comprobar que la receta estuviera lista para ser elaborada.
- Se llevó a cabo la preparación de la receta.

- Se evaluaron los resultados, determinando cambios en cuanto a sabor, olor, color, textura o tamaño de la porción si es necesario.
- Se repitió la receta dos a tres veces más y se anotaron los resultados –anexo 12-.
- Se pesó una porción (media taza) de ambas muestras de atol de maíz con y sin moringa en una balanza analítica.

Dado que uno de los objetivos del estudio es estandarizar la receta para pueda ser preparada por la población los resultados se reportaron tanto en gramos como medidas caseras: cucharadas, cucharaditas, pocillo.

3. Análisis químico proximal del atol de masa de maíz con y sin moringa

Una muestra de la receta estandarizada de atol -1 litro- se sometió a análisis químico proximal en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la USAC, con el fin de determinar el contenido de agua, materia seca, fibra cruda, cenizas, proteína y grasa.

También se llevó a cabo el mismo tratamiento en dicho laboratorio con una muestra de atol de masa de maíz sin moringa, utilizando la receta estandarizada en este estudio – pero sin adicionar moringa- .

4. Determinación de la aceptabilidad del atol de masa de maíz y moringa

a) Validación del instrumento para la prueba de aceptabilidad

Previo a la prueba de aceptabilidad se validó el instrumento con 5 a 10 personas; esto se llevó a cabo el día que se estandarizó la receta con estudiantes voluntarios de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC, en base a los resultados se realizaron las modificaciones que correspondían al instrumento.

b) Selección de la muestra de personas para la prueba de aceptabilidad

Para seleccionar la muestra se tomaron en cuenta los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Criterios de Inclusión: madres o cuidadoras de la aldea “La Aurora” del municipio de Jalapa que tengan a niños/niñas mayores de un año y que estén dispuestas a colaborar en la evaluación del atol.

- Criterios de exclusión: Madres con problemas visuales, enfermedad respiratoria – gripe-, problemas de percepción de olor y sabor, que hayan comido 20 minutos antes, que hayan probado dulces o chicles, que se hayan lavado la boca 45 minutos antes y fumadoras.

El tamaño de la muestra y la selección de la misma se realizó por conveniencia - muestreo no aleatorio- tomando en cuenta a todas aquellas mujeres voluntarias que cumplieron con los criterios de inclusión anteriormente descritos.

c) Convocatoria de los participantes

Para la realización de las pruebas de aceptabilidad se convocaron a las madres de la comunidad “La Aurora”, con dos días de anticipación con el apoyo de la nutricionista de la Dirección de Área de Salud –DAS- de Jalapa, informándoles de forma oral acerca de la actividad, la cual se llevaría a cabo el mismo día que estaba planificado realizar una demostración de preparación de alimentos a cargo de las educadoras de la DAS.

d) Preparación de las muestras del atol

Se prepararon las muestras de atol de masa con y sin moringa utilizando la receta estandarizada, sirviéndose la cantidad de 20 mililitros a una temperatura de 37 a 40°C en vasos de duroport de 50 mililitros cada uno. La preparación se llevó a cabo en una de las casas de las voluntarias de la comunidad “La Aurora” en el municipio de Jalapa, coordinado por la nutricionista de la Dirección de Área de Salud de Jalapa.

e) Prueba de aceptabilidad del atol

La aceptabilidad se determinó mediante una prueba hedónica de cinco puntos. En el anexo 13, se presenta el instrumento aplicado en esta prueba.

La metodología de la actividad fue explicada a las madres, pero dado que habían algunas personas analfabetas que necesitaban apoyo para anotar resultados en las boletas respectivas, se contó con la ayuda de dos educadoras y una estudiante de nutrición de la USAC, quien se encontraba en dicho periodo, en el área de salud realizando su ejercicio profesional supervisado –EPS-. Para llevar a cabo el proceso de la evaluación se conformaron en 6 grupos de 4 personas.

A cada participante se le dieron dos muestras: una de atol de maíz –atol de masa- con moringa y otra del atol de maíz sin moringa utilizando el instrumento previamente

validado, con escalas de aceptabilidad y categorías de respuestas siguientes: me gusta muchísimo, me gusta, ni me gusta ni me disgusta, me gusta poco y no me gusta.

Cada muestra se etiquetó con un código en el vaso de duroport, siendo la muestra de atol de maíz con moringa la muestra “uno” y la muestra de atol de maíz sin moringa la muestra número “dos”. Estas muestras fueron entregadas sin orden específico, es decir que se entregó la muestra uno primero y a otras las muestras dos por último y viceversa.

f) Análisis estadístico

Los resultados de la aceptabilidad del atol de maíz con y sin moringa de las personas que cumplieron con el criterio de inclusión, fueron tratadas estadísticamente, siendo resumidas por frecuencias porcentuales y representadas por medio de una gráfica de barras ordenadas con base a la escala de la variable dependiente.

Para comparar la aceptabilidad del atol con moringa en relación al atol sin moringa se resumieron las puntuaciones de una prueba hedónica por medianas ya que por ser ésta una medición con alta carga de subjetividad no se utilizó la media como resumen, y por tanto, al realizar pruebas inferenciales de análisis se utilizaron métodos no paramétricos.

Para evaluar si hay diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad medida a través de una escala ordinal, se utilizó la prueba de los rangos con signos de Wilcoxon con un nivel de confianza de 95%, usando una prueba de dos colas, tomando en cuenta que la variable respuesta no está medida por lo menos en escala de intervalo, no sigue una distribución normal y proviene de una escala débil de medición pues las puntuaciones atienden a una medición con alto grado de subjetividad (Sydeney, 1970) (Wayne, 2002).

La Hipótesis contrastada fue la siguiente:

- Ho: La mediana de las diferencias entre las puntuaciones a la escala hedónica para el atol de maíz con y sin moringa es igual a cero.
- Ha: La mediana de las diferencias entre las puntuaciones a la escala hedónica para el atol de maíz con y sin moringa es diferente a cero.

IX. RESULTADOS

A. Formulación del atol de maíz con moringa:

Como resultado del presente estudio, se realizó la formulación del atol de maíz con moringa en una proporción de 91:9 de maíz: moringa. En la tabla 11 se muestran los resultados de los cálculos llevados a cabo para determinar la cantidad de moringa a incluir en la mezcla vegetal.

Tabla 11: Resultados cálculo de mezcla vegetal para determinar la cantidad de gramos de moringa que se utilizan en la mezcla vegetal

| Aminoácidos | Mg. por gramos de proteína* | Mg. aminoácidos en 100 gramos de moringa (27.1g de proteína) | Mg aminoácidos /gramos proteína de moringa | Gramos de aminoácidos de moringa | Gramos de moringa a adicionar |
|---|-----------------------------|--|--|----------------------------------|-------------------------------|
| Lisina | 58 | 1325 | 48.89 | 0.63 | 2.35 |
| Triptófano | 11 | 425 | 15.68 | 0.25 | 0.93 |
| Aminoácidos azufrados (metionina + cisteína) | 25 | 350 | 12.91 | 0.73 | 2.72 |
| Treonina | 34 | 1188 | 43.83 | 0.04 | 0.16 |
| Isoleucina | 28 | 825 | 30.44 | 0.28 | 1.06 |
| Leucina | 66 | 1950 | 71.95 | 0.82 | 3.03 |
| Aminoácido aromático (fenilalanina + tirosina) | 63 | 1388 | 51.21 | 0.46 | 1.73 |
| Valina | 35 | 1063 | 39.22 | 0.34 | 1.28 |
| Histidina | 19 | 613 | 22.61 | 0.35 | 2.35 |

* Patrón de referencia FAO

Fuente: Datos experimentales

Por otro lado, en la tabla 12 se muestran los resultados de los cálculos realizados para determinar la cantidad de maíz a incluir en la mezcla vegetal.

Tabla 12: Resultados cálculo de mezcla vegetal para determinar la cantidad de gramos de masa de maíz que se utilizan en la mezcla vegetal

| Aminoácidos | Mg. por gramos de proteína* | Mg. de aminoácidos en 100g masa de maíz (4.4g proteína) | Mg. de aminoácidos por gramos proteína de masa de maíz | Gramos de aminoácidos de masa de maíz | Gramos de masa a adicionar |
|---|------------------------------------|--|---|--|-----------------------------------|
| Lisina | 58 | 118 | 26.81 | 1.16 | 26.42 |
| Triptófano | 11 | 31 | 7.04 | 0.56 | 12.75 |
| Aminoácidos azufrados (metionina + cisteína) | 25 | 152 | 34.54 | 0.27 | 26.42 |
| Treonina | 34 | 158 | 35.90 | 0.05 | 1.20 |
| Isoleucina | 28 | 162 | 36.81 | 0.23 | 5.44 |
| Leucina | 66 | 551 | 125.22 | 0.47 | 10.74 |
| Aminoácido aromático (fenilalanina + tirosina) | 63 | 383 | 87.04 | 0.27 | 6.27 |
| Valina | 35 | 214 | 48.63 | 0.28 | 6.37 |
| Histidina | 19 | 119 | 26.81 | 0.29 | 6.76 |

* Patrón de referencia INCAP

Fuente: Datos experimentales

B. Estandarización de la receta

Como resultado de las 5 pruebas piloto que se realizaron, se determinaron las cantidades adecuadas de los ingredientes de la mezcla vegetal, de acuerdo a las características de la consistencia de cada mezcla de atol de masa de maíz y moringa. En el anexo 14 se presentan las proporciones de los ingredientes utilizados en cada prueba y en el anexo 15 las características obtenidas de la mezcla vegetal en cada prueba. Las proporciones de ingredientes que se determinaron como las adecuadas para la mezcla vegetal de atol son las siguientes:

- 2.5 g de hoja de moringa en polvo
- 26.5 g de masa de maíz nixtamalizado
- 125 ml de agua hirviendo

- 25 ml de agua fría
- 5 g de azúcar
- 1 pizca de canela en polvo

El peso promedio de la receta estandarizada, después de 3 mediciones de una porción del atol de maíz con moringa fue de 93 gramos y el peso de una porción de atol de maíz sin moringa fue de 89 gramos.

A continuación se presenta la receta estandarizada del atol de masa de maíz y moringa:

Tabla 13: Receta estandarizada de una porción de atol de maíz y moringa

| | | |
|--|---|----------------|
| Nombre: Atol de masa de maíz y moringa | No. de porciones: 1 Tamaño de la porción: 1/2 taza | |
| Fuente: Experimental | Kcal: 120 | |
| Ingredientes: | Cantidad | |
| | Peso | Medida. |
| Hoja de moringa en polvo | 2.5 g | ½ cucharadita |
| Masa de maíz nixtamalizado | 26.5 g | 2.5 cucharadas |
| Agua hirviendo | 125 ml | ½ taza |
| Agua fría | 25 ml | 2 cucharadas |
| Azúcar | 5 g | 1 cucharadita |
| Canela en polvo | 1 pizca | 1 pizca |
| Procedimiento | | |
| Poner a hervir ½ taza de agua | | |
| Deshacer la masa de maíz en 2 cucharadas de agua, hasta quedar sin grumos | | |
| 5 minutos después que hirvió el agua, agregar todos los ingredientes | | |
| Revolver con una paleta de madera | | |
| Dejar a que hierva nuevamente | | |
| Cuando inicie a hervir, mover la mezcla por 2 minutos en intervalos de 30 segundos y retirar del fuego | | |
| Servir en taza | | |

Fuente: Datos experimentales

En la tabla 14 se presentan las características sensoriales del atol de maíz con moringa, determinadas de acuerdo a los resultados de las pruebas realizadas.

Tabla 14: Características sensoriales del atol de maíz con moringa

| | Características | Observaciones |
|-------------------|---|---|
| Olor | A pasto y masa | Aunque se percibe el aroma a verde, a pasto, predomina el olor a masa de maíz |
| Sabor | Dulce, caliente, una mezcla entre masa y pasto. | Si se agrega más canela es picante. |
| Apariencia | Poco común en una bebida | |
| Color | Verdosa, a grama, pasto | Predomina el color de la moringa |
| Textura | Líquido, espeso | |
| Aroma | A pasto y masa | Se perciben sustancias aromáticas volátiles. |

Fuente: Datos experimentales

C. Análisis químico proximal del atol de masa de maíz con y sin moringa

Otro resultado del presente estudio fue el análisis proximal de la mezcla vegetal formulada de masa de maíz con moringa. En la tabla 15 se presentan la comparación del análisis proximal del atol de masa de maíz con moringa versus el atol de masa de maíz sin moringa.

Obsérvese que en todos los componentes, los valores porcentuales son mayores en la mezcla con moringa.

Tabla 15: Análisis químico proximal de atol de maíz con y sin moringa en 100 gramos

| | Atol de masa de maíz con moringa | Atol de masa de maíz sin moringa |
|--------------------------|---|---|
| Componente | Porcentaje (%) | Porcentaje (%) |
| Agua | 92.40 | 88.90 |
| Materia seca | 7.60 | 11.10 |
| Fibra cruda | 2.02 | 1.27 |
| Cenizas | 2.43 | 1.45 |
| Proteína como alimento | 0.86 | 0.69 |
| Proteína en materia seca | 11.26 | 6.18 |
| Grasa | 1.32 | 0.98 |

Fuente: Datos experimentales

D. Aceptabilidad del atol de maíz con moringa

En relación con la determinación de la aceptabilidad de la mezcla vegetal formulada, se tenía disponibilidad de 33 participantes, de los cuales solamente 24 cumplieron con los criterios de inclusión establecidos en el presente estudio. En la tabla 16 se presentan los resultados de la aceptabilidad del atol de maíz con moringa de las 24 participantes, según los criterios de la escala hedónica. Se puede observar que más del 70% de evaluadores calificaron el atol en los criterios de “me gusta y me gusta mucho”:

Tabla 16: Aceptabilidad del atol de maíz con moringa en la comunidad La Aurora (n=24) Municipio de Jalapa Noviembre 2012

| Escala hedónica | Evaluadores | |
|-----------------------------------|-------------|------|
| | No. | % |
| Me gusta mucho | 10 | 41.6 |
| Me gusta | 7 | 29.3 |
| Ni me gusta ni me disgusta | 2 | 8.3 |
| Me gusta poco | 2 | 8.3 |
| No me gusta | 3 | 12.5 |
| TOTAL | 24 | 100 |

Fuente: Datos experimentales

En la tabla 17 se muestran los resultados de la aceptabilidad del atol de maíz sin moringa de las 24 participantes. Se observa que la aceptabilidad se ubica en “me gusta y me gusta mucho” por más de 70%, igual que para la mezcla con moringa.

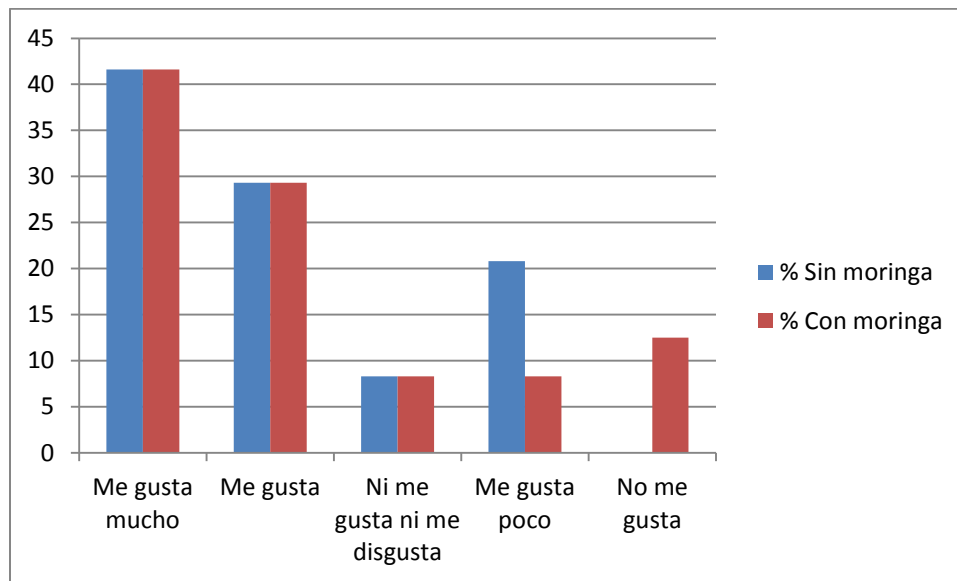
Tabla 17: Aceptabilidad del atol de maíz sin moringa en la comunidad La Aurora (n= 24) Municipio de Jalapa noviembre 2012

| Escala hedónica | Evaluadores | |
|-----------------------------------|-------------|------|
| | No. | % |
| Me gusta mucho | 10 | 41.6 |
| Me gusta | 7 | 29.3 |
| Ni me gusta ni me disgusta | 2 | 8.3 |
| Me gusta poco | 5 | 20.8 |
| No me gusta | 0 | 0 |
| TOTAL | 24 | 100 |

Fuente: Datos experimentales

La grafica que se presenta a continuación muestra una comparación porcentual entre la aceptabilidad del atol de maíz con moringa y sin moringa, observándose que no existe diferencia entre la aceptabilidad del atol de maíz con moringa y sin moringa.

Gráfica 1: Comparación porcentual (n=24) de la aceptabilidad del atol de maíz con y sin moringa en la comunidad La Aurora, Municipio de Jalapa noviembre 2012



Fuente: Datos experimentales

El promedio de las puntuaciones de la aceptabilidad de atol de maíz con moringa fue de 3.79 mientras que el promedio de las puntuaciones de la aceptabilidad de atol de maíz sin moringa fue de 3.91.

El valor de p según la prueba de Wilcoxon para evaluar la aceptabilidad de atol de masa de maíz con moringa en relación con el atol de maíz sin moringa en la población con un nivel de confianza de 95% -n=24-, realizado a través de un análisis en SPSS 19 fue de 0.694; en base a este resultado no se rechaza la hipótesis nula, y se rechaza la hipótesis alterna.

X. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se pudo observar durante la preparación del atol, que al poner a hervir el agua antes de agregar los ingredientes se evapora y disminuye el volumen por lo que se reportó un volumen final menor a la cantidad total de agua que se adicionó durante las diferentes preparaciones, de ahí el motivo que la porción fuera de media taza -120 ml- a pesar de que se agregaron más de 120 ml de agua durante el proceso de elaboración de la receta.

El contenido de proteína en el atol de maíz con moringa fue mayor que en el contenido de atol de maíz sin moringa. Esto era de esperarse ya que estudios muestran que el valor nutritivo de alimentos autóctonos mejoran al adicionar hojas de moringa, incluso más que si agrega cualquier otra parte de la planta (Sanchinelli, 2004).

Los requerimientos de gramos de proteína diario de las edades de 1 a 5 años según las recomendaciones de FAO y OMS en promedio es de 15.5 gramos al día, mientras que el promedio según los requerimientos de CEPAL para hombres es de 16.8 y mujeres de 15.95 gramos por día. Debido a ello, una porción de atol de masa de maíz y moringa cubre de 4.8 a 5.1% de la recomendación dietética diaria de proteína.

Se debe de tomar en cuenta que esta bebida es consumida frecuentemente durante todo el día por la población vulnerable, siendo su consumo mayor a media taza –una porción- ya sea frío o caliente, por lo que el aporte de proteína puede llegar a ser mayor.

La moringa presenta 5 aminoácidos esenciales – histidina, isoleucina, metionina, treonina y valina- en mayores proporciones que los del patrón de aminoácidos de la FAO, lo cual hace de la moringa un alimento valioso para preparar mezclas vegetales para consumo humano (Sanchinelli, 2004).

La proteína que aporta el atol de maíz al adicionarle moringa no es tan significativo como otras mezclas vegetales con moringa, según reportan otros estudios (Alfaro, 2008); sin embargo adicionar moringa contribuye a la mejora del valor nutritivo del atol de maíz simple y posiblemente aumenta el valor de micronutrientes, pero debido a que no se realizó cuantificación química de estos no se pudo establecer su aporte. Estudios realizados muestran que cuando aumenta el valor de proteína en alguna mezcla vegetal con moringa, también aumentan los valores de otros nutrientes (Alafaro, 2008).

La elaboración del polvo de hoja de moringa oleífera, usando la técnica de deshidratado solar, resulta ser un proceso fácil, según un estudio realizado por V. Vásquez en el 2004. Es probable que la mayoría de familias del corredor seco cuenten con una piedra de moler, y algunas con molino manual, pudiendo utilizarse ambos instrumentos artesanales en el proceso para obtener el polvo a partir de las hojas deshidratada (Vásquez, 2004).

Este mismo estudio, llevado a cabo en Chiquimula, mostró en la prueba de aceptabilidad de tres preparaciones de mezclas con moringa – frijol, sopa de arroz y tortilla de maíz - entre un 60 y 100% de las participantes tuvieron como resultados “les gustó mucho” en comparación a sin moringa. Se llegó a la conclusión que la moringa es bien aceptada como alimento cuando forma parte de mezclas vegetales, ya que también as participantes indicaron que la moringa cocida sin otro alimento no es agradable para consumo (Vásquez, 2004). Es por ello que se recomienda realizar pruebas de las mismas utilizando una proporción maíz-moringa mayor a 91:9 con otros tipos de preparaciones culturalmente aceptados.

La prueba de aceptabilidad de la investigación se llevó a cabo en el mes de noviembre del 2012. En dicha fecha se convocó a las madres ya que se tenía calendarizada una capacitación acerca de la demostración de preparación de una receta nutritiva, por esa razón se pudo captar a las madres, es probable que si se convoca sin apoyo de ninguna institución las mismas no asistan, por lo que se recomienda que en investigaciones posteriores se cuente con el apoyo de instituciones locales.

El promedio de aceptabilidad fue 3.79 y 3.91 con y sin moringa respectivamente siendo la diferencia mínima de 0.12. Ambos valores promedio son cercanos a 4 puntos, lo que equivale a la opción “me gusta”. La poca cantidad de moringa utilizada permitió que el atol de masa no adquiriera un color tan verde lo cual pudo influir en la aceptabilidad de la población, predominando el sabor a masa, que es a lo que la mayoría de la población está acostumbrada.

Dado que no hubo diferencia entre aceptabilidad de atol con y sin moringa, pudieran otras preparaciones con masa que son culturalmente aceptables que sean de color verde – como los tamalitos de chipilín- tener también buena aceptabilidad, pudiendo adicionar más moringa al maíz que la proporción 91:9 para aumentar aún más el valor nutritivo de

la masa en otras preparaciones como tamalitos, o incluso otras preparaciones como sopas.

Se pudo afirmar estadísticamente que en la población el atol con o sin moringa tienen la misma aceptabilidad, debido a que el valor p de la prueba no paramétrica realizada es mayor al nivel de significancia 5% o 0.05 , lo que indica que la probabilidad de equivocarse al rechazar una hipótesis nula verdadera es alta, por lo cual no se rechaza la hipótesis nula, por lo cual se afirma que en la hipótesis nula la mediana de las diferencias entre la escala de aceptabilidad del atol con moringa y el atol sin moringa es igual a cero, mientras que en la hipótesis alterna, la mediana de las diferencias entre la escala de aceptabilidad del atol con moringa y el atol sin moringa es diferente de cero.

Es importante hacer énfasis en que la mezcla de atol de maíz y moringa no es una fórmula para uso de recuperación nutricional en niños con desnutrición aguda o crónica, sino es una manera de agregar valor nutricional a una bebida típica de la región, que es frecuentemente consumida y no tiene valor nutricional significativo, por lo cual puede utilizarse en otras intervenciones que realiza el personal de salud, incluyéndola dentro de las recetas en la demostración de preparación de alimentos para mejorar el valor nutritivo del atol de masa de maíz.

XI. CONCLUSIONES

1. Se realizó la formulación de atol de masa de maíz con moringa, con una proporción maíz:moringa de 91:9.
2. La receta estandarizada de atol de maíz con moringa incluye 2.5 gramos de hoja de moringa en polvo, 26.5 gramos de masa de maíz, 125 mililitros de agua hirviendo, 25 mililitros de agua fría, 5 gramos de azúcar y una pizca de canela.
3. El atol de maíz con moringa en la proporción 91:9 tiene mayor contenido de proteína que el atol elaborado solo con maíz. La mezcla vegetal con moringa provee 120 de Calorías y 0.86 gramos de proteína por porción, versus provee 90 de Calorías y 0.69 gramos de proteína del atol sin moringa.
4. El análisis sensorial descriptivo a través de una escala hedónica de 5 puntos, establece que de las dos muestras evaluadas, la mezcla de atol de maíz con moringa tiene igual aceptación que la muestra de atol de maíz sin moringa, no habiendo diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad a ambas formulaciones.

XII. RECOMENDACIONES

1. Elaborar otras mezclas vegetales de masa de maíz y moringa en otras preparaciones autóctonas, a fin de mejorar el contenido de proteína de las mismas.
2. Realizar más estudios para mejorar el valor nutritivo de alimentos tradicionales del corredor seco combinados con moringa.
3. Promover el cultivo de moringa en el departamento de Jalapa a través de organizaciones gubernamentales y/o no gubernamentales que trabajan en dicho departamento tanto para el consumo como para la venta, con el fin de comercializarla y crear fuentes de ingresos.
4. Capacitar a personal de salud del departamento de Jalapa acerca de la importancia y beneficios de mezclas vegetales.
5. Incluir en las actividades de demostración de preparación de alimentos que lleva a cabo el Área de Salud del departamento de Jalapa, preparaciones de mezclas vegetales con moringa.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Guatemalteca de Tecnología de Alimentos AGTA. (1994). Evaluación Sensorial I. Guatemala.
2. Alfaro, N. (2008). Rendimiento y Uso Potencial de Paraíso Blanco, *Moringa oleifera* Lam en la Producción de Alimentos de Alto Valor Nutritivo para su Utilización en Comunidades de Alta Vulnerabilidad Alimentario Nutricional de Guatemala. Guatemala: (s.e).
3. Alfaro, N. (2008). Uso potencial de la moringa (*Moringa oleifera*, Lam) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. Guatemala: (s.e.)
4. Bernadier, C. (1995). Advanced Nutrition: Macronutrients. United States of America: CRC Press Inc.
5. Bressani, R. (1982). Complementación y Suplementación de Mezclas Vegetales a Base de Arroz y Frijol. Guatemala: INCAP.
6. CENADOJ. (2005). Ley del Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Decreto número 32-2005. Guatemala: (s.e).
7. Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropriada. (1988). Paraíso Blanco. Ficha Informativa No. 1. Proyecto: Investigación de la aceptabilidad de moringa para depuración del agua y fines farmacológicos y agronómicos en Guatemala.
8. Charley, H. (1995). Tecnología de Alimentos. México: Limusa.
9. El Financiamiento del Desarrollo Humano. Tercer Informe. (2000). Sistema de Naciones Unidas en Guatemala: Informe de Desarrollo Humano. Guatemala.
10. Elías, L. y Bates, R. (1969). Mezclas Vegetales para Consumo Humano: Desarrollo de la Mezcla Vegetal INCAP 17 a Base de Semillas Leguminosas. Guatemala: INCAP.
11. V Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil –ENSMI- 2008-2009. (2009). Guatemala.
12. FAO. (1970). Contenido de aminoácidos de los alimentos. (s.p.).
13. FAO. (1993). El maíz en la nutrición humana.. (1993). Roma: FAO. pp. 15-83
14. FAO. (2010) Validación de la escala latinoamericana y caribeña para la medición de la seguridad alimentaria nutricional (ELCSA) en Guatemala. Guatemala.
15. Funes, L. (2011). Diseño de un proceso para la obtención de una galleta a partir

- de harina de trigo enriquecida con paraíso blanco (*Moringa oleifera*) y su respectiva evaluación nutricional. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
16. García, C. (1989) ¿Por qué del problema alimentario-nutricional en Guatemala? Guatemala: (s.e.).
 17. Girón, L. (1992) Monografía de *Moringa Oleifera*. Monografía preparada para TRAMIL a discutirse durante TRAMIL VI, Guadalupe. (s.p.). (s.e.).
 18. Gómez, C. A., (1996). Cambios en algunos componentes químicos y nutricionales durante la preparación de tortillas de maíz elaboradas con harinas instantáneas obtenidas por extrusión continua. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. México. P 315-379.
 19. INCAP: SAN en breve. Disponible en:
http://www.sica.int/incap/san_breve.aspx?IdEnt=29
 20. Lowell, J. (1999). The Miracle Tree *Moringa oleifera* Natural Nutrition for the tropics. Regional Representative. Senegal: Church World Service. Dakar.
 21. Menchú, M., B. Torún, B. y Elías, L. (1996). Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. (Publicación INCAP ME/057). Guatemala: INCAP/OPS.
 22. OMS. (1985) Informe de una reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos. Necesidades de energía y proteínas. Serie de informes técnicos n° 724 Ginebra.
 23. OPS. (1977), Conocimientos Actuales sobre Nutrición. (7ª ed.). 73-87 publicación científica n° 565: OPS/ILSI. (s.p.).
 24. Programa Especial de Seguridad Alimentaria – PESA- /FAO Centroamérica. (2005). Seguridad Alimentaria Nutricional: Definición de Conceptos Básicos.(s.p.).
 25. INCAP. (1961). Mezclas Vegetales como Fuentes de Proteína en la Alimentación Humana: Desarrollo de la Incaparina. Guatemala. (monografía No. 4).
 26. Ruano, B. (2005). Formulación y Evaluación de Aceptabilidad de Mezclas Vegetales para la Alimentación de Pacientes Hospitalizados en el Instituto de Cancerología Dr. Bernardo del Valle S. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
 27. Sanchinelli, K. (2004). Contenido de proteína y aminoácidos, y generación de

descriptores sensoriales de los tallos, hojas y flores de *Moringa oleifera* Lamark (Moringaceae) cultivada en Guatemala. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

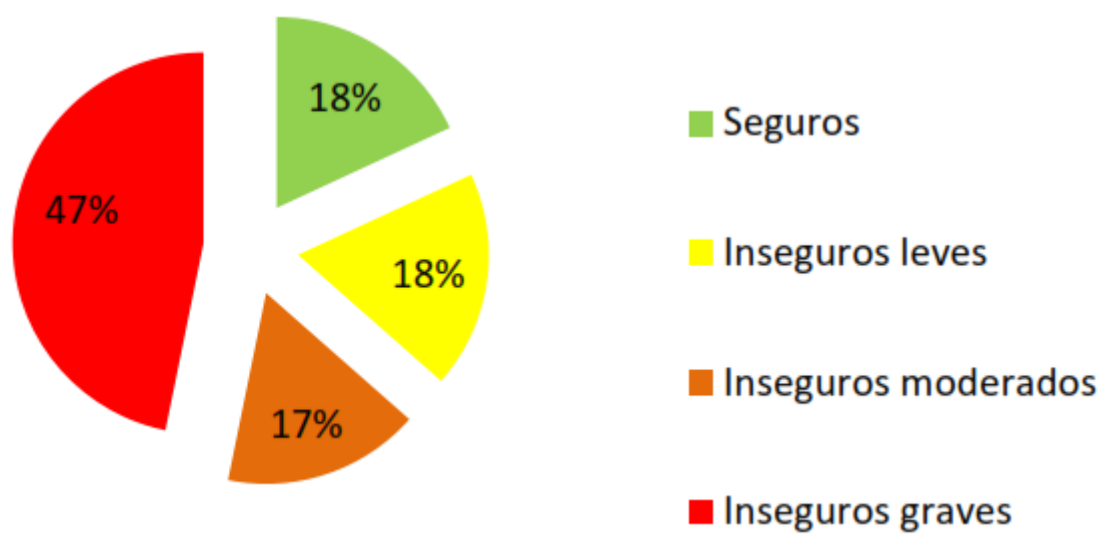
28. SESAN (2009). Plan Estratégico de SAN –PESAN- 2009-2012. Guatemala.
29. Sydney, S. (1970). *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. México: Trillas.
30. Torun, B. (1996). Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP. Guatemala: INCAP/ OPS.
31. Vásquez, V. (2004). Formulación y aceptabilidad de preparaciones comestibles a base de *Moringa oleifera*. (Tesis de pregrado) Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
32. Watts, B. (1992). Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos. (2ª ed.). Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo. Traducción oficina de traducciones Secretaria del Estado Canadá. Canadá.
33. Wayne, D. (2002) *Bioestadística, base para el análisis de las Ciencias de la Salud*. México: Limusa Wiley.

XIV. ANEXOS

Anexo 1

Prevalencia (% de hogares) de la inseguridad alimentaria en Guatemala por categorías
SAN –ELCSA-

| Categoría | Prevalencia (% de hogares) |
|---------------------|----------------------------|
| Seguros | 18.1 |
| Inseguros leves | 18.4 |
| Inseguros moderados | 16.7 |
| Inseguros graves | 46.8 |



Fuente: (FAO, 2010)

Anexo 2

Matriz de Pobreza en Guatemala

| DEPARTAMENTO | Pobreza Extrema | Pobreza No Extrema | No Pobreza |
|----------------------|-----------------|--------------------|---------------|
| Guatemala | 0.69% | 17.95% | 81.36% |
| El Progreso | 4.07% | 36.98% | 58.95% |
| Sacatepéquez | 3.88% | 37.39% | 58.73% |
| Chimaltenango | 13.33% | 52.24% | 34.43% |
| Escuintla | 2.28% | 37.37% | 60.36% |
| Santa Rosa | 11.15% | 46.61% | 42.23% |
| Totonicapán | 17.97% | 59.51% | 22.53% |
| Sololá | 20.99% | 52.30% | 26.71% |
| Quetzaltenango | 10.44% | 43.28% | 46.27% |
| Suchitepéquez | 22.58% | 48.07% | 29.35% |
| Retalhuleu | 12.67% | 46.57% | 40.76% |
| San Marcos | 15.19% | 53.35% | 31.46% |
| Huehuetenango | 9.59% | 50.91% | 39.50% |
| Quiché | 16.83% | 55.02% | 28.15% |
| Baja Verapaz | 23.55% | 40.46% | 35.99% |
| Alta Verapaz | 37.72% | 40.52% | 21.76% |
| Petén | 16.25% | 49.42% | 34.33% |
| Izabal | 19.92% | 38.74% | 41.34% |
| Zacapa | 24.96% | 30.05% | 45.00% |
| Chiquimula | 28.28% | 34.41% | 37.32% |
| Jalapa | 18.35% | 51.58% | 30.07% |
| Jutiapa | 13.02% | 38.52% | 48.46% |
| Total general | 13.33% | 40.38% | 46.29% |

Fuente: (ENCOVI, 2011)

Anexo 3

Recomendaciones dietéticas diarias de proteínas

| NIÑOS | Peso Kg | Requerimiento promedio g/Kg/d | Proteínas de referencia | | Proteínas de dieta Mixta | |
|---|---------|-------------------------------|-------------------------|------|--------------------------|------|
| | | | g/Kg/d | g/d | g/Kg/d | g/d |
| 4 a 6 Meses | 7 | 1.38 | 1.85 | 13 | 2.5 | 17.5 |
| 7 a 9 Meses | 8.5 | 1.25 | 1.65 | 14 | 2.2 | 18.5 |
| 10 a 12 Meses | 9.5 | 1.15 | 1.5 | 14 | 2 | 19 |
| 1.1 a 2 Años | 11 | 0.97 | 1.2 | 13 | 1.6 | 17.5 |
| 2.1 a 3 Años | 13.5 | 0.91 | 1.15 | 15.5 | 1.55 | 21 |
| 3.1 a 5 Años | 16.5 | 0.87 | 1.1 | 18 | 1.5 | 25 |
| 5.1 a 7 Años | 20.5 | 0.82 | 1 | 20.5 | 1.35 | 27.5 |
| 7.1 a 10 años | 27 | 0.81 | 1 | 27 | 1.35 | 36.5 |
| 10.1 a 12 años | 35 | 0.79 | 1 | 35 | 1.35 | |
| HOMBRES | | | | | | |
| 12.1 a 14 Años | 42 | 0.79 | 1 | 42 | 1.35 | 56.5 |
| 14.1 a 16 Años | 50 | 0.75 | 0.95 | 47.5 | 1.3 | 65 |
| 16.1 a 18 Años | 60 | 0.7 | 0.9 | 54 | 1.2 | 72 |
| 18.1 y Más | 68 | 0.6 | 0.75 | 51 | 1 | 68 |
| Mujeres | | | | | | |
| 12.1 a 14 Años | 43 | 0.76 | 0.95 | 41 | 1.3 | 56 |
| 14.1 a 16 Años | 46 | 0.71 | 0.9 | 41.5 | 1.2 | 55 |
| 16.1 a 18 Años | 50 | 0.65 | 0.8 | 40 | 1.1 | 55 |
| 18.1 y Más | 53 | 0.6 | 0.75 | 40 | 1 | 53 |
| Cantidad adicional de proteína por día (g) | | | | | | |
| Embarazo | | | | 6 | | 8 |
| Lactancia | | | | | | |
| Primeros 6 meses | | | | 17 | | 23 |
| Más de 6 meses | | | | 12 | | 16 |

a. Recomendaciones calculadas en base a FAO, OMS ONU

b. Proteínas de huevo y leche

c. Proteína de digestibilidad verdadera de 80-85% y cantidad aminoacídica de 90% en relación al huevo y la leche

Fuente: (Menchu, 1996)

Anexo 4

Contenido de aminoácidos esenciales (mg/g de proteína) empleados como patrón de referencia

| AMINOACIDOS | FAO/OMS/ONU | HUEVO | LECHE MATERNA |
|-------------------------|--------------------|--------------|----------------------|
| Fenilalanina + tirosina | 63 | 93 | 102 |
| Histidina* | 19 | 22 | 27 |
| Isoleucina | 28 | 54 | 47 |
| Leucina | 66 | 86 | 95 |
| Lisina | 58 | 70 | 78 |
| Metionina + cisteína | 34 | 57 | 33 |
| Treonina | 11 | 47 | 44 |
| Valina | 35 | 66 | 64 |

Fuente: (Menchu, 1996)

Anexo 5

Puntaje químico de algunos alimentos

| ALIMENTOS | PQ% |
|--------------------------|------------|
| Leche | 100 |
| Huevo | 100 |
| Carne de res | 100 |
| Proteína aislada de soya | 97 |
| Frijol rojo | 84 |
| Arveja | 82 |
| Garbanzo | 81 |
| Frijol negro | 74 |
| Arroz | 73 |
| Avena | 63 |
| Lentejas | 60 |
| Haba | 55 |
| Trigo | 44 |

Fuente: (Vásquez, 2004)

Anexo 6

Contenido de aminoácidos del maíz y masa de maíz

| Aminoácidos (mg) | Miligramos en 100g maíz | Miligramos en 100 gramos de masa de maíz |
|--|--------------------------------|---|
| Proteína (g) | 9.5 | 4.4 |
| Lisina | 254 | 118 |
| Triptófano | 67 | 31 |
| Aminoácidos azufrados (metionina + cisteína) | 329 | 152 |
| Treonina | 342 | 158 |
| Isoleucina | 350 | 162 |
| Leucina | 1190 | 551 |
| Aminoácidos aromático (fenilalanina+ tirosina) | 827 | 383 |
| Valina | 461 | 214 |
| Histidina | 258 | 119 |

Fuente: (INCAP)

Anexo 7

Germinación y crecimiento de los brotes de *Moringa oleifera* a plena luz y media sombra

| Indicador de Desarrollo | Moringa oleifera | |
|---|------------------|--------------|
| | Plena Luz | Media Sombra |
| % Germinación (Cada grupo 50 semillas) | 78 | 86 |
| Período de latencia para la mayoría de semillas (días) | 15 – 16 | 15 – 18 |
| Tamaño promedio de los retoños 75 días después de la siembra (cm) | 8 | 16.7 |
| Tamaño máximo de los retoños 75 días después de la siembra (cm) | 11 | 20 |

Fuente: (Funes, 2011)

Anexo 8

Usos populares de la *Moringa oleifera* en Guatemala

| Uso | Parte | Observaciones (Formas de Uso) |
|--------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Uso general | | |
| Alimento humano | Flor | Envuelta en huevo |
| Alimento animal | Hoja/cogollos/vaina | Alimento de cerdos, caballos, etc. |
| Cerco/Poste vivo | Planta entera | Usado como cerco vivo |
| Jabón | Tronco | Ceniza del tronco cocida con cal |
| Adorno | Flores | Altares, floreros, etc. |
| Plaguicida | Hojas | Ahuyenta el gorgojo del maíz |
| Melífera | Flores | Atrae las abejas para producir miel |
| Leña | Tronco | Buena madera para encendido |
| Construcción | Madera | Madera suave para construcción |
| Uso médico | | |
| Granos | Hojas/cogollos | Horchata/cocimientos para uso local |
| Manchas | Hojas | Cataplasma |
| Cólicos digestivos | Hojas | Horchata |
| Diarrea | Cogollos | Infusión |
| Fiebre | Semillas | Cocimiento para baños |
| Gripe/resfrío | Vaina | Cocimiento para uso oral |
| Reumatismo | Cogollos | Cocimiento para baños |
| Dolor de cabeza | Semillas/hojas | Horchata/cocimiento para uso oral |
| Infección ocular | Cogollos | Saturación de uso local externo |

Fuente: (Alafaro, 2008) (Funes, 2011)

Anexo 10

Instrumento para la prueba piloto

Instrumento de recolección de datos de prueba piloto en la preparación de atol de masa de maíz nixtamalizado y moringa

Objetivos:

1. Determinar las cantidades de agua, azúcar, sal y canela que se adicionaran a la mezcla para mejorar sus características sensoriales
2. Determinar las propiedades sensoriales de la mezcla de atol de maíz y moringa.

Instrucciones: a continuación se presenta un cuadro, donde en base a los resultados del cálculo de mezclas vegetales se determinó la proporción de masa de maíz y moringa, los cuales deberá anotar (en gramos) en las primeras dos columnas. Posteriormente conforme se vaya preparando la mezcla, anotar las cantidades cuantificadas -en balanza analítica- de los demás ingredientes según las características sensoriales que a la mezcla vaya adquiriendo, hasta lograr una consistencia de atol y propiedades sensoriales adecuadas – a criterio de la investigadora- las cuales se deberán anotar en la tabla No. 2.

Tabla 1: Cuantificación de ingredientes

| No. de prueba | Gramos de masa de maíz | Gramos de moringa | Mililitros de agua hirviendo | Mililitros de agua fría | Gramos de azúcar | Gramos de canela en polvo | Gramos de sal | Volumen total | Observaciones |
|---------------|------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |

*Ya establecidos en cálculo de mezcla vegetal

Otras observaciones: _____

Tabla 2
Características sensoriales

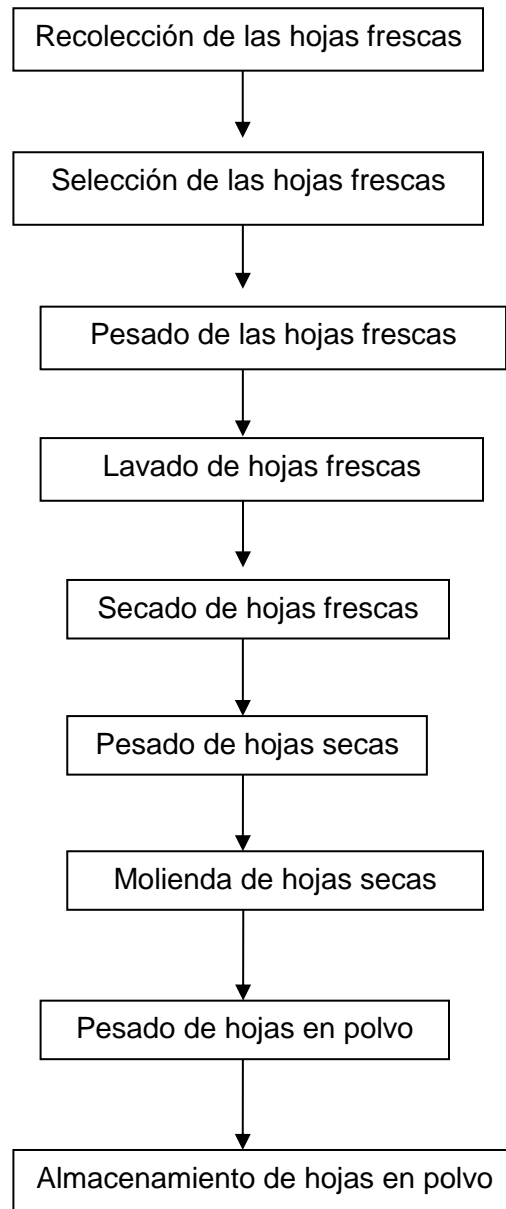
| Característica | | Observaciones |
|-----------------------|--|----------------------|
| Olor | | |
| Sabor | | |
| Apariencia | | |
| Color | | |
| Textura | | |
| Aroma | | |
| Otro | | |

Anexo 11

Proceso de pulverización de hojas de moringa

1. Recolección de hojas: cortar las hojas del árbol de moringa
2. Selección: seleccionar las hojas verdes y quitar ramitas que estén de más.
3. Pesado de la hoja en fresco
4. Lavado: se deben lavar las hojas con agua a presión o en un recipiente
5. Secado de hojas: se debe tomar en cuenta que un buen secado permite lograr una conservación de nutrientes, un producto homogéneo y de buen color así como evitar cambios de color y ennegrecimiento.
 - a) Sobre un plástico o bolsas negras, en el suelo poner al sol, sin sombra las hojas de moringa
 - b) Dejar secar por 72 horas
6. Pesado: pesar las hojas secas
7. Molienda: se muelen las hojas secas con piedra o con un mortero
8. Pesado: pesar las hojas pulverizadas
9. Almacenado: se deben almacenar en bolsas negras para evitar el contacto con la luz y la pérdida de nutrientes.

Fuente: (Vásquez, 2004)

Diagrama de flujo para preparar el polvo de hojas de moringa

Fuente: (Vásquez, 2004)

Anexo 13

Prueba Hedónica de 5 puntos

Código

Ficha para la evaluación descriptiva del atol de Moringa

Instrucciones: el siguiente formulario es utilizado para la recolección de datos sobre la aceptabilidad de dos atoles, uno con moringa y otro sin moringa. No realice la prueba si fuma, tiene gripe, se ha lavado los dientes, degustado dulces o chiles, o si ha comido algún alimento media hora antes de realizar la prueba.

Por favor, pruebe las dos muestras de atol que se le presentan en el orden indicado y anote con una "X" la opción que crea adecuada, luego de haber olido, saboreado y verle la apariencia a ambas muestras de atol.

Nombre: _____ Edad: _____ Fecha: _____



Me gusta
mucho



Me gusta



Ni me gusta
ni me disgusta



Me gusta poco



No me gusta

Instructivo de prueba hedónica de 5 puntos

Objetivo: recolectar datos sobre la aceptabilidad de dos atoles, uno con moringa y otro sin moringa.

Instrucciones: las participantes deberán marcar con lapicero en el formulario, para cada muestra de atol –con y sin moringa- la opción que consideren. Para cada muestra es un formulario, por lo que por persona se entregaran 2 formularios debidamente codificados.

Criterios de Inclusión: madres que asisten al puesto de salud en el Departamento de Jalapa de 18 a 50 años de edad, y que estén dispuestas a colaborar en la evaluación del atol.

Criterios de exclusión: madres con problemas visuales, enfermedad respiratoria –gripe-, problemas de percepción de olor y sabor, fumadoras, que hayan comido o probado dulces o chicles 20 minutos antes de la prueba, que se hayan lavado los dientes 45 minutos antes.

Interpretación de datos: cada respuesta tiene asignado una puntuación – Me gusta mucho = 5 puntos, me gusta = 4 puntos, ni me gusta ni me disgusta = 3 puntos, me gusta poco = 2 puntos y no me gusta = 1 punto- .

Para llevar a cabo la prueba de aceptabilidad, se contará con el apoyo de personal del Área de Salud del municipio de Jalapa –enfermería, educadoras, entre otros- para poder guiar a las madres en el procedimiento adecuado para hacer la prueba, por lo que previo a la prueba se explicará al personal de apoyo la metodología de la prueba.

Anexo 14

Resumen de las cantidades de ingredientes de la mezcla vegetal en 5 pruebas piloto

| No. de prueba | Gramos de masa de maíz* | Gramos de moringa** | Mililitros de agua hirviendo | Mililitros de agua fría | Gramos de azúcar | Gramos de canela en polvo | Gramos de sal | Volumen total |
|---------------|-------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|---------------------------|---------------|---------------|
| 1 | 26.5 | 2.5 | 200 | 50 | 2.5 | 2 | 1 | 230 |
| 2 | 26.5 | 2.5 | 150 | 25 | 2.5 | 1.5 | 0.5 | 150 |
| 3 | 26.5 | 2.5 | 100 | 30 | 5 | 1.5 | 0 | 90 |
| 4 | 26.5 | 2.5 | 100 | 25 | 5 | 1 | 0 | 90 |
| 5 | 26.5 | 2.5 | 100 | 50 | 5 | 0.5 | 0 | 110 |

Fuente: Datos experimentales

Anexo 15

Características de la consistencia de la mezcla de atol de masa de maíz y moringa observada en las 5 pruebas piloto

| No. de prueba | Características de consistencia |
|----------------------|--|
| 1 | Muy ralo |
| 2 | Muy espeso (consistencia de papilla) |
| 3 | Ralo, poco volumen |
| 4 | Ralo. Al enfriarse se espesó |
| 5 | Consistencia de atol, medida total: ½ taza |

Fuente: Datos experimentales

Anexo 16

GLOSARIO

| | |
|---------------------------|---|
| Análisis sensorial | Es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlos o ingerirlos. |
| Celulosa | Es un polímero de glucosa unida en posición β 1-4, sin cadenas laterales. |
| Cromatografía | Técnica empleada para separar los componentes individuales de una mezcla y, en ciertos casos, para identificar un compuesto comparando su comportamiento cromatográfico con el de sustancias conocidas empleadas como patrón. |
| Escala hedónica | También conocida como pruebas de aceptación se utiliza para evaluar la aceptación o rechazo de un producto determinado. |
| Fibra alimentaria | Son los componentes de la dieta de origen vegetal, que son resistentes a las enzimas digestivas del hombre y químicamente estaría representado por la suma de los polisacáridos que no son almidones ni la lignina. |
| Fibra insoluble | Es la fibra insoluble en agua en general representado por la celulosa, gran parte de la hemicelulosa y la lignina. |
| Fibra soluble | Es la fibra soluble en agua en general representado por pectinas, gomas, mucílagos, ciertas hemicelulosas, |

polisacáridos de algas y celulosa modificada.

Hemicelulosa

Son polímeros de pentosas y hexosas, con cadenas laterales en las que se presentan diferentes azúcares y ácidos glucurónicos -existen alrededor de 250 diferentes tipos de hemicelulosa-.

Método Kjeldahl

Es uno de los análisis químicos más universalmente empleados para la determinación de nitrógeno en muestras sólidas, pues se adapta con facilidad a gran número de muestras, y constituye un método de referencia para determinar el nitrógeno total en cereales, carnes y otros materiales biológicos.

Mezclas vegetales

Las mezclas vegetales son aquellas en las cuales un cereal y una leguminosa se combinan en determinadas proporciones para mejorar la calidad de proteína y de aminoácidos esenciales disponibles para el organismo.

Mucílagos

Son fibras solubles, con la propiedad de hincharse con el agua y formar disoluciones coloidales o geles, característica ésta a la que deben la mayoría de sus propiedades y aplicaciones.