

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

“Contenido de proteína y aminoácidos, y generación de descriptores sensoriales de los tallos, hojas y flores de *Moringa oleifera* Lamark (Moringaceae) cultivada en Guatemala”

Karol Beatriz Sanchinelli Pezzarossi

Nutricionista

Guatemala, Marzo de 2004.

Junta Directiva

- M.Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán Decano
- Licda. Jannette Sandoval Madrid de Cardona Secretaria
- Licda. Gloria Elizabeth Navas Escobedo Vocal I
- Lic. Juan Francisco Pérez Sabino Vocal II
- Dr. Federico Adolfo Richter Martínez Vocal III
- Br. Carlos Enrique Serrano Vocal IV
- Br. Claudia Lucía Roca Berreondo Vocal V

Dedicatoria

Al que fue, al que es y que será, a mi fiel amigo que estuvo todo el tiempo de mis estudios y en especial de ésta investigación y que sin él no hubiese podido lograrlo.

A los niños y niñas, a las mujeres en edad fértil y a los ancianos de mi Guatemala, que se deben enfrentar día a día por causas ajenas, a la poca disponibilidad, falta de acceso y deficiente consumo de alimentos de calidad proteica, dedico cada esfuerzo que me llevó ésta investigación.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia por ser mi hogar de estudios.

A la escuela de nutrición y al claustro por confiar en mi, por estar pendientes de mi trabajo y por apoyarme hasta aquí.

Agradecimientos

A mi padre que a sido el ejemplo más grande de servicio a la humanidad y quien influyó grandemente para que estudiara una carrera relacionada con la salud; enseñándome con su actitud el gozo y la paciencia de servir a otros con el saber. ¡Gracias Papi por siempre estar allí, por tu motivación, exigencia y oportuno consejo en cada una de las cosas que he logrado!

A mi familia , por su apoyo, comprensión e incondicional colaboración durante toda esta vida de estudiante universitaria de trajín, soledad y estrés, gracias mama por los sacrificios y favores, sin ellos no hubiera podido llegar aquí y gracias hermanas por su amistad y aliento que me brindaron todo éste tiempo.

A mis asesores y revisora por creer en mi y aceptar llevar a acabo ésta investigación, gracias sinceramente por su comprensión, por su tiempo y por cada una de las enseñanzas dadas las cuales me permitieron llegar hasta aquí, sin ustedes no lo hubiera logrado, comparto mi triunfo con ustedes, los aprecio mucho.

Al INCAP, en especial al Ing. José Solórzano por compartir sus ideas y brindarme su apoyo en la realización de mi fase experimental.

Al herbario de la Facultad de Agronomía USAC, en especial a David Mendieta, por su incondicional apoyo y motivación en la valoración, recolección y estudio de las plantas. Gracias amigo por todas y cada una de las enseñanzas durante toda mi carrera.

A Visión Mundial por su colaboración en la recolección de las muestras de moringa y espero que ésta información pueda contribuir a los proyectos que tienen para Guatemala y la recuperación nutricional de la población.

INDICE

	Página
I. Introducción	3
II. Antecedentes	5
A. Situación económica y alimentaria nutricional en Guatemala	5
B. Características de la dieta del guatemalteco	6
C. Proteínas y aminoácidos en la dieta	8
1. Definición	9
2. Funciones	10
3. Requerimientos y recomendaciones dietéticas	10
4. Fuentes dietéticas	11
5. Métodos para cuantificar proteínas y aminoácidos	11
6. Determinación de la calidad proteica	13
D. Moringa oleífera (<i>M. oleifera</i>)	14
1. Clasificación y origen	14
2. Anatomía vegetal	15
3. Medio de cultivo	15
4. Valor nutritivo	15
5. Formas comestibles	17
6. Propiedades medicinales	17
7. Otros usos de la moringa en Guatemala	18
E. Análisis sensorial de alimentos	18
F. Análisis descriptivo	19
III. Justificación	21
IV. Objetivos	22
V. Material y métodos	23
VI. Resultados	28
VII. Discusión de resultados	38
VIII. Conclusiones	42
IX. Recomendaciones	44
X. Referencias	45
XI. Anexos	49

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de determinar el contenido de proteínas, aminoácidos esenciales y puntaje químico en hojas, flores y tallos de *Moringa oleífera* que es cultivada en Guatemala, así como la generación de los descriptores sensoriales de esta planta, preparada en la forma como se ha reportado su consumo.

Las muestras fueron obtenidas en los municipios de Oratorio, departamento de Santa Rosa; San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala e Ipala, departamento de Chiquimula. El contenido de proteínas se determinó con método de Kjeldhal (AOAC: 930.15 y 925.04); los aminoácidos por medio de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) (K. Valenzuela y R. Velásquez, 2000) y la generación de los descriptores sensoriales por un método descriptivo.

El contenido de proteínas en *Moringa oleífera* se encuentra en el rango de 1.30 a 4.62%, siendo mayor el contenido en las hojas. El contenido de aminoácidos esenciales se encuentra 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 es de 7%, siendo el aminoácido limitante la lisina; en las flores el PQ es de 55%, los aminoácidos limitantes fueron valina y metionina; y en los tallos el PQ es de 29%, siendo el aminoácido limitante la valina.

Las hojas crudas se describen sensorialmente 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 describen sensorialmente con un olor a infusión de hierbas, con un color verde oscuro, un sabor amargo y levemente picante; con una textura fibrosa difícil de disgregar.

El polvo de las hojas se describe 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 a te 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 organolépticas, las hojas de moringa poseen un potencial para formar parte de la dieta de los guatemaltecos, como ingrediente principal o como parte de mezclas vegetales de alto valor biológico.

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país en donde la desnutrición proteico energética, las anemias nutricionales y la malnutrición son problemas de salud pública. Es por ello que se hace necesario buscar recursos alimentarios que se encuentren accesibles económicamente, que se puedan producir localmente y que se adapten a los hábitos alimentarios de la población.

En la presente investigación se analizan algunas características nutritivas y sensoriales de *M. oleifera* cultivada en Guatemala, para comprobar la potencialidad de esta planta como un alimento que contribuya la solución de los problemas alimentarios que afronta el país.

La *M. oleifera* es una planta de origen asiático introducida en Guatemala, cuyas hojas, tallos, flores, semillas y raíces son comestibles. Estudios realizados en África, India y Pakistán reportan grandes beneficios nutricionales al introducir el consumo de ésta planta en la dieta diaria, observándose beneficios especialmente en la recuperación nutricional del grupo maternoinfantil. La forma de uso más frecuente, es la incorporación del polvo de las hojas en la alimentación. Dicho polvo es producido artesanalmente después de secar las hojas al sol (19, 20, 21, 22, 41, 42).

La moringa se encuentra disponible en varias regiones del país, algunas de las cuales se han visto afectadas grandemente por la pobreza y el hambre, como Chiquimula, ubicada al oriente de Guatemala; sin embargo en esos lugares esta planta aún no es consumida por la población; además, aún no han sido investigadas las propiedades nutricionales de la especie que crece en dichas regiones.

Desde el año 2001, el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá -INCAP- ha realizado investigaciones sobre esta planta, y en esa línea de investigación es necesario producir datos sobre el contenido de proteína, aminoácidos y características sensoriales.

Por lo anterior, la presente investigación se realizó con el objetivo de determinar el contenido y calidad de la proteína, el contenido de aminoácidos esenciales y generar los descriptores sensoriales de las hojas, flores y tallos de *M. oleifera*.

II. ANTECEDENTES

A. Situación Económica y Alimentaria Nutricional Actual en Guatemala

Guatemala es el país Centroamericano más poblado. En 1998, el número de habitantes ascendía a 11.562,293. La tasa de alfabetismo en promedio es del 55% y la mayoría de la población económicamente activa (58.62%) se dedican a la agricultura (23).

La crisis económica que ha atravesado Guatemala en los últimos años ha aumentado los niveles de pobreza. Esto, sumada a la sequía del año 2001, ha provocado hambruna en el oriente del país lo cual causó la muerte de más de 52 personas durante el año 2001. En riesgos similares se encuentra alrededor de 102 municipios del interior del país (12,32).

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) la pobreza a nivel nacional, medida por consumo de bienes y servicios, es de 54.3 por ciento; la pobreza extrema es de 22.8 por ciento. Medida por ingreso, la pobreza es de 56.7 por ciento y la pobreza extrema de 27.8 por ciento, lo cual es sumamente preocupante (23,32).

En el documento denominado el Drama de la pobreza en Guatemala, publicado por el gobierno de Guatemala, se señala lo siguiente:

1. La desnutrición crónica afecta al 46% de la población materno-infantil.
2. El 95.6 % de los pobres no cursó secundaria.
3. Sólo el 1.3% de hogares rurales está conectado a la red de agua y drenajes.
4. Más de un tercio de la población entre 7 y 14 años se incorpora prematuramente al trabajo.
5. El 73% de la población tiene alguna necesidad básica insatisfecha.
6. La población indígena presenta más del doble de extrema pobreza que la no indígena.

Si se le adiciona a lo anterior la baja productividad de los suelos y el incremento de precio de la canasta básica de alimentos y de la canasta básica ampliada, la crisis se agrava haciendo más vulnerable al grupo materno infantil en cuanto a morbilidad y mortalidades refiere (23,32).

B. Características de la Dieta del Guatemalteco

Los antecedentes histórico-culturales de Guatemala han influido en las tradiciones, costumbres y características peculiares de la dieta de los guatemaltecos, es por ellos que se han reconocido tres períodos en la cocina o alimentación nacional.

El primero de ellos es el precolombino, donde la alimentación se caracterizaba por el consumo del maíz, ciertas especies de fríjol y calabazas, el cacao el chile y numerosos vegetales y frutas tropicales; tales como el tomate, aguacate, piña, zapote, chico zapote, y especies varias, principalmente la vainilla y el achiote (17,29,34).

El segundo período se denomina el español, donde se reconocen aportes españoles importantes a la dieta, como es el uso del trigo y sus derivados, el arroz y la cebada, también se introduce el consumo de azúcar y frutas cítricas. Otro aporte relevante durante este período es la introducción del consumo de carne de caza, como el pavo, perro mudo, venado, armadillos, tepezcuintles y algunas aves, también el consumo de carne de res, oveja, carnero y gallina (17,34).

El período contemporáneo se caracteriza por el surgimiento de preparaciones como atoles, revolcados, chiles dulces rellenos, tamales de maíz rellenos de hojas de chipilín, de loroco y de cambray, entre otros (29).

Guatemala se puede dividir en tres zonas según características peculiares de la dieta. En la zona norte es frecuente el consumo de pan de coco, pescados en varias formas, y el

caldo de chunto. En la zona sur occidental es frecuente la ingesta de frutas tropicales y hierbas frescas. En la zona central se consume tradicionalmente platos más preparados y elaborados, como quesadillas, fiambres ó ensaladas, entre otros (17, 29, 34).

A pesar que los hábitos dietéticos actuales de los guatemaltecos han sido influidos por comidas rápidas y procesadas, en las áreas rurales de Guatemala aún se consumen los vegetales de hoja ó “hierbas” como parte de la dieta. El estudio realizado por Booth S. et.al sobre el consumo de vegetales en una población guatemalteca, indica que la forma más frecuente de preparación de las hierbas es sofrita con carne, ajo, tomate y cebolla o bien envueltas en huevo, también se preparan en caldos con verduras, hojas sudadas o al vapor (7).

Algunas hojas de alto consumo en Guatemala son el bledo o amaranto, el chipilín y la hierba mora, entre otros.

1. Bledo (*Amaranthus spp*)

Del género *Amaranthus*, se derivan varias especies comestibles nativas de la región mesoamericana y que en Guatemala son conocidos como bledos, bleros o tzte. Posee un valor nutritivo que puede contribuir a satisfacer la demanda de proteína, minerales y vitaminas de la población. El bledo es conocido desde la época de los mayas y fue parte de la cultura agrícola y religiosa de algunos pueblos de esta región. Standley P. y Steyermark J. (40) señala siete especies existentes en el territorio nacional; todas ellas, con excepción de la *A. Spinusus*, son comestibles tanto su grano como el follaje en forma de cereal o como hortaliza, respectivamente. En el anexo No. 1, se encuentra el contenido de aminoácidos y proteína de esta planta. La hoja de bledo es consumido por la población guatemalteca principalmente cocida o en sofrito con chirmol a base de tomate y cebolla (3,8).

2. Chipilín (*Crotalariaia spp*)

El chipilín es una especie nativa de Mesoamérica que tiene uso alimenticio y medicinal. La especie *C. Longirostrata* está distribuida ampliamente en las partes cálidas y

templadas del país (0-1600 metros sobre el nivel del mar), es empleada en la alimentación humana crece en campos cultivados con otras especies importantes en la dieta como el maíz, frijol entre otros. En el anexo No. 1 se presenta el contenido de aminoácidos y proteína de la planta. El chipilín es tradicionalmente consumido en tamales de masa de maíz o bien en caldos (3,8).

3. Macuy o hierba mora (*Solanum spp*)

Es una planta ampliamente distribuida en el territorio nacional. Se presenta como maleza ruderal así como avenese y menos frecuente, aunque también es cultivada a nivel de huerto familiar. La región más importante en producción de hierba mora o macuy es el altiplano guatemalteco en donde es frecuente encontrarla, ya sea como maleza tolerada en el cultivo de maíz y frijol o en huertos familiares. La especie más frecuente es la *S. nigrescens* y sus hojas contienen un promedio de 25.53% de proteína. En el anexo No. 1 se presenta el contenido de aminoácidos de esta planta (3,8).

C. Proteínas y Aminoácidos en la Dieta

El organismo necesita diversos componentes químicos para su adecuado funcionamiento, entre ellos se encuentran los macronutrientes y los micronutrientes. Los macronutrientes incluyen carbohidratos, grasas y proteínas, y 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.

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 no están accesibles para la mayoría de la población.

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 (5,27).

1. Definición

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 por ciento Carbono; 5-8 por ciento Hidrógeno; 20-25 por ciento Oxígeno; 15-17 por ciento Nitrógeno; 1-3 por ciento Azufre; y 0.2-1.5 por ciento Fósforo. Como el contenido promedio de nitrógeno es de 16 por ciento, para convertir nitrógeno a proteína se aplica el factor 6.25 (5,27).

Los aminoácidos son la base de la estructura de las proteínas los cuales contienen un grupo amino (NH_2) 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 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. En el anexo No. 2 se presenta la clasificación de los aminoácidos y sus estructuras químicas correspondientes (5, 27, 30, 43).

2. Funciones

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. En el cuadro No. 1 se presenta un resumen de las funciones biológicas de las proteínas (27, 30, 50).

3. Requerimientos y Recomendaciones

Los requerimientos de proteínas se calculan con 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.

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 para los grupos de edad y sexo, tal como se muestra en el anexo No. 3 (43,50).

4. Fuentes Dietéticas

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 el de 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 (5, 30, 43).

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, etc. (5).

Cuadro No. 1

Algunas funciones biológicas de las proteínas

TIPO DE PROTEÍNA	FUNCIÓN
ENZIMAS	Tienen actividad catalítica, involucradas virtualmente en todas las reacciones de las biomoléculas de las células.
DE TRANSPORTE	Fija o transportan moléculas o iones específicos de un órgano a otro.
CONTRÁCTILES	Las cuales conceden a la célula la capacidad de contraerse, cambiar de forma o moverse.
ESTRUCTURALES	Actúan como filamentos de soporte, cables u hojas para conferir resistencia o protección a las estructuras biológicas.
NUTRIENTES Y RESERVA	Requeridas como nutrientes para el crecimiento y la nutrición adecuada.
DE DEFENSA	Defienden al organismo de la invasión de agentes infecciosos o los protege en caso de heridas.
REGULADORAS	Regulan la actividad fisiológica o celular.

Fuente: 27

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 *in situ* o 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 (2, 5, 39).

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 de un 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 (6 N), 110°C, durante 24 horas (37,45).

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. La estructura química de la mayoría de aminoácidos carece de grupos funcionales que le confieran propiedades fisicoquímicas para su detección, por lo que, es necesario recurrir a técnicas que incrementen la absorción de la luz ultravioleta o fluorescencia para poder detectarlos. Estos procedimientos son conocidos como derivatizaciones, y se pueden realizar antes de la separación cromatográfica (precolumna) o bien después de la misma (postcolumna) (29).

Para la derivatización precolumna se pueden utilizar los siguientes reactivos: fenilisotiocinato (PTH), cloruro de sulfonil dimetil amino naftaleno (cloruro de dansilo), *ortho*-ftaldialdehído (OPA) y 9-fluoronilmetil oxicarbonilo (FMOC). La derivatización post columna se realiza mediante la introducción continua de un reactivo derivatizante al flujo de eluyente, que se obtiene después que la separación cromatográfica ha ocurrido en la columna. Esta mezcla se somete condiciones óptimas de reacción (temperatura, pH, y

tiempo) durante su paso por un conducto que los lleva a un detector, que mide una propiedad física (color, absorción de la luz UV o fluorescencia) de los derivados así formados. Los reactivos empleados en la derivatización post columna son: ninhidrina, OPA y fluoresceína (28,37).

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 el análisis de soluciones patrón de cada aminoácido (curva patrón), lo que permite calcular la cantidad de cada aminoácido presente en la muestra analizada. En el anexo No. 4 se presenta una gráfica que muestra el análisis cromatográfico (HPLC) de muestras patrón de los aminoácidos (28).

6. Calidad Proteica

La calidad nutricional de las proteínas alimentarias se debe evaluar en base a su composición de aminoácidos esenciales y su digestibilidad, también se debe considerar la concentración o contenido de proteínas en el alimento o la dieta. Las proteínas son mejor utilizadas por el organismo cuando en su composición contienen aminoácidos esenciales en proporciones adecuadas. El aminoácido esencial presente en concentración más baja en una proteína, comparado con una proteína de referencia se denomina “aminoácido limitante”.

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 (30,43).

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. La proteína de referencia usada con más frecuencia es la del huevo o la proteína de referencia de la FAO/ OMS. 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; para evaluar el resto de alimentos se recomienda el establecido por la FAO/OMS/UNU. (Ver anexo No.5). Con la fórmula siguiente se puede calcular el puntaje químico de una proteína:

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

El puntaje químico de un alimento debe corregirse multiplicándolo por la digestibilidad del alimento evaluado.

En el anexo No. 6 se muestra puntajes químicos de algunas fuentes de proteína (8, 30, 43).

D. *Moringa oleifera* Lamarck (Jean Baptiste Antonine Pierre de Monet de Lamarck):

1. Clasificación y Origen:

Pertenece a la familia moringaceae; al orden capparidales, a la clase magnoliopsida; a la subclase dilleniidae y a la división magnoliophyta. Existe un solo género de 14 especies conocidas en todo el mundo. La *M. oleifera* es una de las especies más importantes y de mayor uso y cultivo, esta es originaria de las regiones montañosas de lo Himalayas al noreste de la India (6, 19, 25, 35, 40, 41, 42, 48).

La *M. oleifera* es reconocida con diferentes nombres comunes. En Guatemala se le llama **Perlas ó Paraíso blanco**, en Honduras se le denomina marango o morunga, en el Salvador teberinto, en Estado Unidos drumstick tree o horseradish tree, en Francia ben

aile, en India sajna, sajana, sujina, entre muchos más. También se le ha dado el nombre de árbol mágico, debido a la infinidad de propiedades que tiene (25,35).

2. Anatomía Vegetal

La *M. oleifera* es un arbusto o árbol pequeño, de madera blanda, deciduos con tricomas, unicelulares, hermafroditas. Mide de 2 a 8 metros de altura, con hojas de 25 a 30 cm de largo, con foliolos delgados oblongos, los laterales asimétricos, obtusos redondeados en el ápice obtusos agudos en la base. Panículas de 12 a 15 mm de largo, blancas, fragantes, peranto reflexo y puberulento; sépalos lanceolados; pétalos espatulados, anteras amarillas, ovario pubescente. Frutos triquetros de 18 a 32 cm de largo y 0.9 a 2.2 cm de ancho, contraídos entre semillas valvas, semillas con 1 cm de largo con 3 alas cartáceas (Ver anexo No.7) (6, 10, 35, 40, 41, 42).

3. Forma de Cultivo

Se cultiva durante todo el año, pero especialmente durante los meses de diciembre a febrero y julio a agosto (7, 14, 17, 42). La moringa es una planta adaptativa, de fácil cultivo, que se reproduce en cualquier tipo de terreno (alcalinos hasta de pH de 9), clima (tropical con preferencia), altitud (hasta de 2000 metros); además es de rápido crecimiento ya que produce los tallos después de 6-8 meses de haber sido plantada (6, 20, 21, 22, 24, 35, 40, 41).

En Guatemala el árbol de *M. oleifera* se siembra como cerco vivo y sombra de café en las áreas cálidas, como en el departamento del Petén, Zacapa, Chiquimula, El Progreso, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Retahuleu, San Marcos, entre otros (10, 35, 40).

4. **Valor Nutritivo**

Dentro de sus múltiples características está el valor nutricional y la versatilidad de nutrientes que aporta como alimento de origen vegetal.

En el anexo No.8 se presenta el contenido de macro nutrientes y micronutrientes de la *M. oleifera*, en el anexo No. 9 los aminoácidos y en el anexo No. 10 se presentan equivalencias reportadas en la literatura de estos valores nutritivos con algunos otros alimentos (14, 18, 20, 21, 22).

En el cuadro No. 2 se comparan el contenido de los nutrientes más relevantes de las hojas de la *M. oleifera* con el de algunos alimentos fuentes de los mismos y las recomendaciones dietéticas promedio para los niños menores de 5 años.

El porcentaje de proteína cruda reportado en las hojas secas y húmedas de la *M. oleifera* es de 43.5 y 24.4, 25.1-27.1 respectivamente. La digestibilidad de la proteína de las hojas de la moringa oscila entre 74 -75 por ciento y la energía metabolizable es entre 9.2-9.5 MJ/Kg (20).

Cuadro No. 2

Contenido de nutrientes en hojas de *M. oleifera* y otros alimentos
(100g de porción comestible)

NUTRIENTE	HOJAS DE MORINGA	ZANAHORIA	NARANJA	LECHE DE VACA	RDD (Adulto/día)
<i>Caroteno</i>	6780mcg	2813mcg	7mcg	28mcg	1000 mcg
<i>Vitamina C</i>	220mg	6mg	42mg	1mg	60 mg
<i>Calcio</i>	440mg	32mg	43mg	152mg	500mg
<i>Proteína</i>	6.7g	0.8g	0.7g	3.3g	0.8g / Kg

FUENTE: 22, 33, 43. RDD = Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP.

Debido al valor nutritivo de *M. oleifera*, ha sido empleada en proyectos para recuperación del estado nutricional de poblaciones con deficiencias nutricionales crónicas, como el kwashiorkor, marasmo, anemia, escorbuto, beriberi entre otros (20, 23, 25).

A pesar que se ha utilizado como suplemento nutricional, no hay unanimidad en cuanto al contenido de nutrientes de *M. oleifera*; varios autores reportan datos diferentes del contenido de proteínas y aminoácidos (Ver anexo No. 9).

5. Partes Comestibles

La mayoría de las partes de la planta son comestibles. La raíces gruesas y carnosas tienen un sabor parecido al maní, otros autores mencionan que es similar al rábano inclusive en su olor y preparación. Las hojas son consumidas crudas en ensaladas, en caldos o en polvo como sazónador de comida. Las semillas, por su parte, proporcionan aceite que se emplea principalmente en la mecánica y materiales artísticos. El aceite es claro, dulce sin olor y nunca desarrolla rancidez; además es empleado en la industria de perfumes y belleza. Las flores son consumidas en ensalada y se dice que tienen un sabor y textura parecida a la de los champiñones (19, 20, 21, 22, 25).

6. Propiedades Medicinales

La corteza fresca se usa como antídoto contra picadura de insectos y veneno de serpientes. Los frutos se consideran como afrodisíacos y la decocción de la raíz se usa contra la viruela. La infusión de la semilla es purgante y laxante. A las flores, hojas y raíz se les atribuye propiedad abortiva, bactericida, colagoga, depurativa, diurética, ecbólica, emética, estrogénica, expectorante, purgante, rubefaciente, estimulante, tónica y vermífuga. La corteza del tallo y la raíz es estimulante, diurética y antiescorbútica (10, 14, 16, 25).

Llama la atención la característica abortiva que se atribuye a esta planta, puesto que la mayoría de la literatura sólo refiere propiedades nutricionales y de gran beneficio para la salud.

7. Otros usos

En Guatemala se usa como forraje para animales, las hojas y flores se comen cocidas, la ceniza de la corteza se usa para hacer jabón, las flores se usan para adornar altares, el tronco se usa para leña de encendido rápido y para construcciones rurales (10).

E. Análisis Sensorial de Alimentos

El análisis sensorial o la evaluación sensorial es la sensación completa que resulta de la interacción de nuestros sentidos con los alimentos. Últimamente se ha utilizado como una herramienta poderosa en el control de calidad y de procesos en la industria de alimentos, en el diseño y desarrollo de nuevos productos alimenticios y en la estrategia del lanzamiento de los mismos al comercio (39,44).

Esta disciplina científica es usada para medir, analizar e interpretar las sensaciones producidas por las propiedades de los alimentos y otros materiales, y que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Ver anexo No. 11) (46). La metodología de evaluación sensorial ha reunido diferentes disciplinas tales como psicología, fisiología, química, física, ingeniería de alimentos y estadística; lo que permite un diseño de pruebas y manejo de la información del comportamiento humano utilizándola como una herramienta-instrumento para medir las características de un producto y su correlación con propiedades analíticas (39,46).

El análisis sensorial incluye dos etapas importantes: el análisis sensorial propiamente dicho y el análisis estadístico de los resultados. En la primera etapa se producen los resultados por medio de las apreciaciones sensoriales de jueces. En la segunda etapa, los resultados se someten a análisis estadísticos, adecuados, según los objetivos e hipótesis planteadas (46).

Ureña, et.al. define al análisis o evaluación sensorial como el método experimental mediante el cual jueces perciben y califican, caracterizando y/o mensurando, las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones ambientales preestablecidas y bajo un patrón de evaluación acorde al posterior análisis estadístico (44, 46).

Cabe mencionar que la evaluación sensorial se diseña según los objetivos que se pretenden alcanzar: análisis orientados al producto o análisis orientados al consumidor. En los análisis orientados al producto se encuentran las pruebas discriminativas para determinar diferencias, las descriptivas para categorizar muestras y las descriptivas para obtener perfiles sensoriales. Por su parte los análisis orientados al consumidor incluyen las pruebas discriminativas para determinar grado de percepción y las pruebas afectivas (11, 13, 44).

F. Análisis Descriptivo

El análisis descriptivo permite generar el perfil del sabor, de la textura del alimento; los jueces o grupo de panelistas entrenados, analizan las muestras apreciando, identificando y mensurando los atributos o características sensoriales de determinado alimento (46).

El desarrollo de los descriptores sensoriales es de suma importancia puesto que permite la generación - selección y puesta en común de descriptores sensoriales de un alimento, los cuales podrán ser empleados para la promoción y clasificación de los alimentos dentro de la dieta o para fines de control de calidad (13).

En la actualidad se han desarrollado técnicas sensoriales descriptivas más específicas como alternativas de conseguir una información objetiva. Entre estas técnicas se

puede mencionar la de similaridad-disimilaridad entre las muestras y el perfil de libre elección (13).

El panel de catadores deben estar entrenados para la identificación correcta de cada binomio característica-descriptor y cuantificar la magnitud de los distintos atributos. Para la selección de catadores existen numerosas técnicas, y éstas estarán determinadas según los objetivos del laboratorio de análisis sensorial y recursos disponibles; sin embargo los catadores deben tener características específicas, siendo la más importante la capacidad de percibir concentraciones mínimas de un sabor característico o de algún aroma (47).

La selección, definición y estandarización de los términos generados, deben describir clara e inequívocamente al alimento. Para determinar la descripción de un producto se inicia con una clasificación preliminar de características, la cual agrupa las sensaciones percibidas por el panel según familiaridad o asociación con otras sensaciones. A continuación se hace una categorización de estas sensaciones, la cual tiene como objetivo establecer características particulares de alimento, que hayan sido percibidas por el panel evaluador. Generalmente se emplea terminología que determine categorías naturales, las cuales son más útiles y reducen confusiones. A cada estímulo encontrado se le debe identificar o nombrar. Este nombre de la característica del producto es generado en común acuerdo por medio de la discusión entre los integrantes del panel evaluador.

Algunas sensaciones identificadas suelen ser más informativas que otras por eso es importante su validación por convergencia, especialmente si hubiere alguna confusión en cuanto a los nombres de las sensaciones identificadas. Esto ocurre frecuentemente cuando se describen las fragancias (47).

III. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es un país en vías de desarrollo, con altos índices de desnutrición proteínica energética, principalmente en el grupo materno infantil. En el año 2001, el gobierno de Guatemala reconoce la existencia de 102 municipios en el interior del país cuyo promedio de pobreza es 78% (12).

La *M. oleifera* es una planta que ha sido utilizada en otros países en programas de recuperación nutricional por su contenido y calidad de nutrientes. En vista que esta planta se cultiva en Guatemala pero no se usa en la alimentación, es importante confirmar los datos de composición nutricional reportados en la literatura y generar información básica que contribuya a la promoción de su producción y consumo, aprovechando el hábito existente de incluir vegetales (hierbas) en la alimentación (7, 21, 22, 40).

Por lo tanto, el aporte de la presente investigación fue determinar específicamente los valores de proteínas y aminoácidos esenciales, y la generación de descriptores sensoriales de los tallos, hojas y flores de la *M. oleifera* cultivada en Guatemala.

IV. OBJETIVOS

A. Generales

1. Determinar el contenido de proteínas y aminoácidos esenciales de la *M. oleifera* que se cultiva en Guatemala.
2. Generar los descriptores sensoriales de la *M. oleifera* que se cultiva en Guatemala.

B. Específicos

1. Cuantificar la proteína presente en los tallos, hojas y flores.
2. Cuantificar los aminoácidos esenciales en los tallos, hojas y flores.
3. Evaluar la calidad y cantidad de proteína contenida en los tallos, hojas y flores.
4. Describir sensorialmente los tallos, hojas y flores.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Universo

M. oleifera cultivada en Guatemala

B. Muestra

0.75 Kg de hojas, 0.75 Kg de tallos y 0.5 Kg de flores de moringa cultivada en: Finca “Las Vueltas”, Municipio de Oratorio, departamento de Santa Rosa (M1); Finca Experimental INCAP, Aldea Pachalí, Municipio de San Juan Sacatepéquez departamento de Guatemala (M2); Finca el TULE, Municipio de Ipala Departamento de Chiquimula (M3).

C. Materiales

1. Equipo

a) Balanzas Analíticas- Virtis Gardiner, New York y ANDEK

12KA (12000 g x1g).

b) Estufa eléctrica doméstica Kenmore

c) Licuadora Doméstica Oster

d) Refrigerador Doméstico General Electric

e) Digestor Kjeldhal Tecator, modelo 2020

f) Autodestilador de Nitrógeno, marca Kjeltec 1030

g) Sistema HPLC Merck – Hitachi

2. Reactivos

Se enlistan al inicio de cada una de las metodologías de los análisis realizados.

3. Instrumentos

a) Formulario de registro de datos durante la recolección de la muestra (Ver anexo No. 12).

b) Formulario para descripción sensorial (Ver anexo No. 13).

D. Metodología

El diseño de ésta investigación es de tipo exploratorio descriptivo, prospectivo.

1. Recolección de la muestra

De la manera más representativa y homogénea posible (AOAC No. 922.01), se recolectaron en horas de la mañana, directamente de los árboles de *M. oleifera*, aproximadamente 0.25 Kg de tallos, 0.25 Kg de hojas y 0.5 Kg de flores, ubicados en tres diferentes departamentos de Guatemala. Las muestras se transportaron en hieleras (a temperatura < 8° C), cada muestra y órgano fue identificada según correspondiera (2). Todas las muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas herméticas, a temperatura < 0° C en un congelador.

2. Preparación de la muestra para la determinación de proteínas y aminoácidos

Las muestras se descongelaron y luego se clasificaron en hojas, tallos y flores, se sometieron a desecación en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina

Veterinaria y Zootecnia según método de referencia para materia seca (AOAC No. 930.15 y 925.04). La muestra para el análisis de proteínas y aminoácidos de tallos y hojas, se preparó a partir de un homogenizado compuesto por M1, M2 y M3, y para las flores solo se empleó la M3.

3. Determinación de proteínas

Se realizó en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC empleando el método oficial para Proteína Cruda (AOAC No. 976.05) la cual se detalla en el anexo No. 14.

4. Determinación de Aminoácidos

Se realizó en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC, según metodología adaptada por Valenzuela K, la cual se describe en el anexo No. 15 (44).

5. Evaluación de la Calidad de la Proteína

Se empleó el método de puntaje químico (PQ), tomando como patrón de referencia las proteínas de la FAO/OMS/UNU (Anexo No. 7). El puntaje químico de las hojas frescas se corrigió con el dato teórico de digestibilidad referida en los antecedentes (20).

6. Recolección, Preparación y Análisis Sensorial de las Muestras

En las siguientes 24 a 72 horas después de haber recolectado las muestras, se aplicaron los procedimientos de preparación y cocción, para realizar el análisis sensorial, en el Laboratorio de Alimentos de la Escuela de Nutrición, en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia USAC:

a) Flores - Se hirvieron flores de M1 en agua destilada (relación 1:12) por 15 minutos con una pizca de sal, en una olla de acero inoxidable de ½ L de capacidad, a temperatura media, en hornilla de una estufa doméstica.

b) Tallos - Los tallos refrigerados de M3 se cortaron en trozos de aproximadamente 4 cm de largo y se hirvieron en agua destilada (relación 1:16) por aproximadamente 15 minutos, con una pizca de sal, en una olla de acero inoxidable de 1 L de capacidad, a temperatura media, en hornilla de una estufa doméstica.

c) Hojas de M3

i. Hojas crudas- Se limpiaron y desinfectaron las hojas, sumergiéndolas en una solución salina al 4% por 20 minutos.

ii. Hojas cocidas- Se hirvieron las hojas en agua destilada (relación 1: 18) por aproximadamente 15 minutos con una pizca de sal, en una olla de acero inoxidable de 1 L de capacidad, a temperatura media, en hornilla de una estufa doméstica.

iii. Hojas en polvo- Las hojas fueron secadas de una forma artesanal empleando rejillas de malla plástica los cuales fueron expuestos a temperatura ambiente a la sombra por 12 horas y a la luz solar por 9 horas. Las hojas secas fueron trituradas manualmente y tamizadas en una malla de aproximadamente 1 mm y el polvo resultante fue almacenado en una bolsa de plástico hermética hasta ser analizadas.

El análisis sensorial descriptivo se realizó con cinco jueces entrenados en el Laboratorio de Alimentos de la Escuela de Nutrición, empleando la metodología descrita en el anexo No. 16.

7. Análisis de los resultados

El cálculo de contenido de aminoácidos de moringa, se realizó a partir de los cromatogramas generados durante el análisis de las muestras. Los valores de área bajo el pico correspondiente de cada aminoácido, se comparó con la curva patrón obtenida por el análisis de soluciones de cuatro concentraciones conocidas (ver anexo No. 19).

VI. RESULTADOS

A. Contenido de Humedad y Proteína en *M. oleifera*

En la tabla No. 1 se presenta el contenido de humedad y de proteína de los órganos comestibles de la planta *M. oleifera*. El porcentaje de humedad de las flores es mayor que el de los tallos y éste, a su vez, mayor que el de las hojas. El mayor porcentaje de proteína se encuentra en las hojas.

B. Contenido de Aminoácidos en *M. oleifera*

En la tabla No. 2 se observa que los tres órganos comestibles de la planta *M. oleifera* analizados presentan ocho aminoácidos esenciales, con excepción de los tallos donde no fue posible determinar metionina. En las hojas, flores y tallos, el ácido aspártico+cisteína y el ácido glutámico+glutamina se encuentran en mayor cantidad. Los aminoácidos lisina, metionina y treonina se encontraron en menor cantidad en hojas, flores y tallos, respectivamente. No fue posible cuantificar el triptófano con la metodología empleada.

Tabla No. 1

Contenido de humedad y proteína cruda de hojas, tallos y flores de *M. oleifera*
Guatemala, 2002

Parte Comestible	g/100 g de alimento	
	Humedad	Proteína
HOJAS		
En base fresca	80.56	4.62
En base deshidratada*	6.55	23.81
FLORES base fresca	85.25	2.44
TALLOS base fresca	82.61	1.30

* Deshidratación a 60 °C.

Tabla No. 2
 Contenido de aminoácidos (mg/100 g) en hojas, flores y tallos de *M. oleifera*
 Guatemala, 2002

Aminoácidos	HOJAS		FLORES	TALLOS
	Deshidratada	Frescas	Frescas	Frescas
Fenilalanina*	936	182	67	35
Tirosina*	942	183	57	25
Histidina*	720	140	45	17
Isoleucina*	1096	214	93	29
Leucina*	1384	270	122	37
Lisina*	98	20	81	45
Metionina*	462	90	23	NC
Treonina*	1112	216	78	11
Valina*	1328	258	47	13
Ácido Aspártico + Cisteína	3352	652	214	85
Ácido Glutámico + Glutamina	4462	868	274	123
Serina	550	107	98	25
Glicina	1200	234	68	20
Alanina	1140	222	96	46

* aminoácidos esenciales

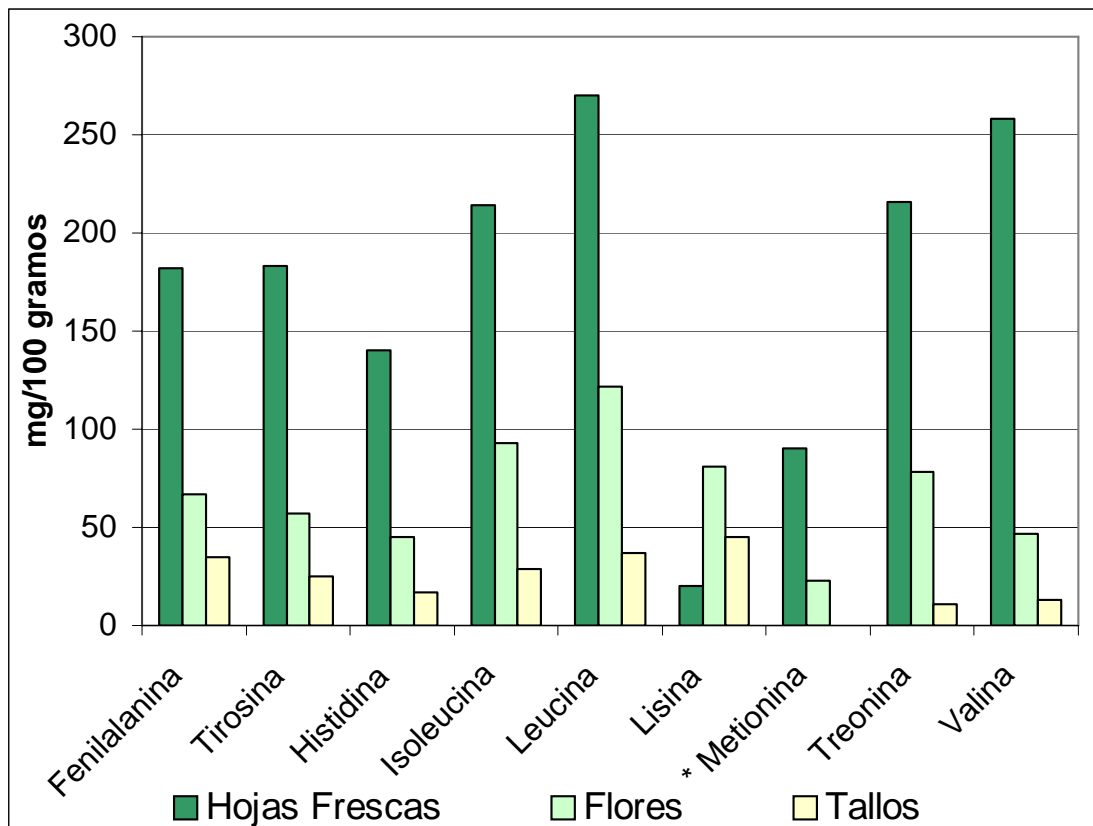
NC = no cuantificado

En la gráfica No. 1 se presentan las concentraciones de aminoácidos esenciales en los tres órganos analizados. Los aminoácidos esenciales en mayores cantidades fueron leucina en hojas y flores, y lisina en tallos. Se puede observar que los perfiles de aminoácidos de los tres órganos son muy similares, únicamente la lisina y valina difieren en cuanto a las proporciones en que están presentes.

Grafica No. 1

Contenido de aminoácidos esenciales en hojas, flores y tallos de *M. oleifera*

Guatemala, 2002



* No cuantificado en tallos

En la tabla No. 3 se muestran los resultados expresados como contenido de aminoácido (mg) por cantidad de proteína (g). El aminoácido en mayor cantidad en los tres órganos estudiados es la leucina. Además se observa que en hojas se encuentran cantidades apreciables de leucina, isoleucina, treonina y valina.

Tabla No. 3

Contenido de aminoácidos (mg/g de proteína) en hojas, flores y tallos de *M. oleifera*
Guatemala, 2002

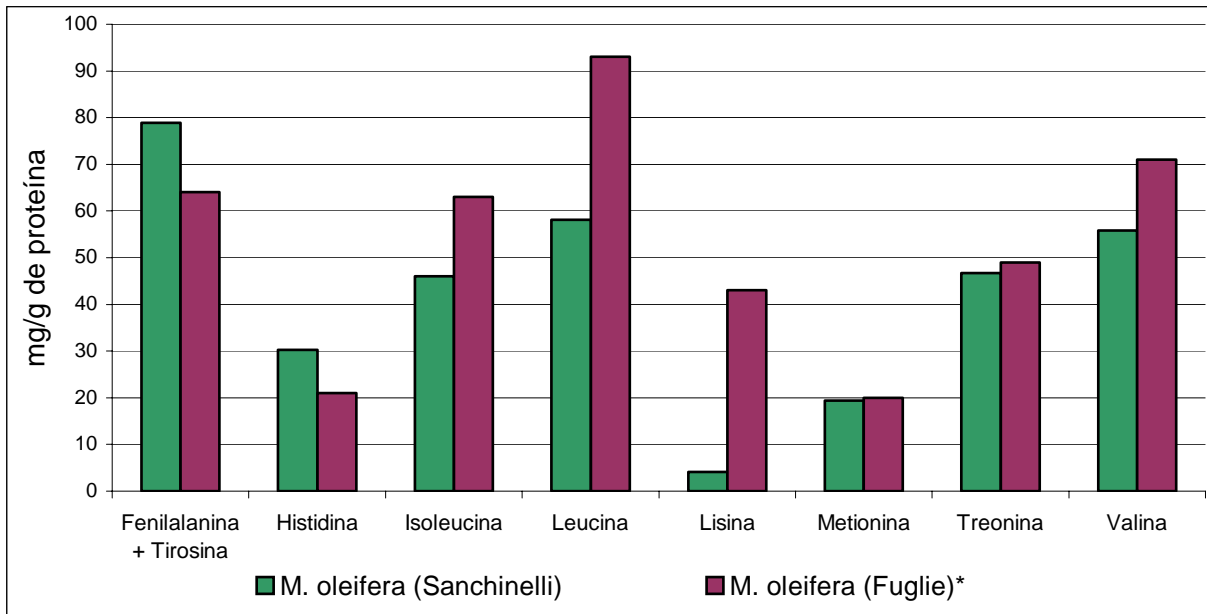
Aminoácidos	HOJAS	FLORES	TALLOS
Fenilalanina	39.3	27.5	26.9
Tirosina	39.6	23.4	19.2
Histidina	30.2	18.4	13.1
Isoleucina	46.0	38.1	22.3
Leucina	58.1	50.0	28.5
Lisina	4.1	33.2	34.6
Metionina	19.4	9.4	NC
Treonina	46.8	32.0	8.5
Valina	55.8	19.3	10.0
Ácido Aspártico + Cisteína	140.8	87.7	65.4
Ácido Glutámico + Glutamina	187.4	112.3	94.6
Serina	23.1	40.2	19.2
Glicina	50.4	27.9	15.4
Alanina	47.9	39.3	35.4

NC = no cuantificado

En la gráfica No. 2 se comparan los valores de aminoácidos de la hoja obtenidos en este estudio, con valores reportados por Fuglie L. (21). Los datos de ambos estudios son similares para la mayoría de aminoácidos esenciales, excepto para lisina y leucina.

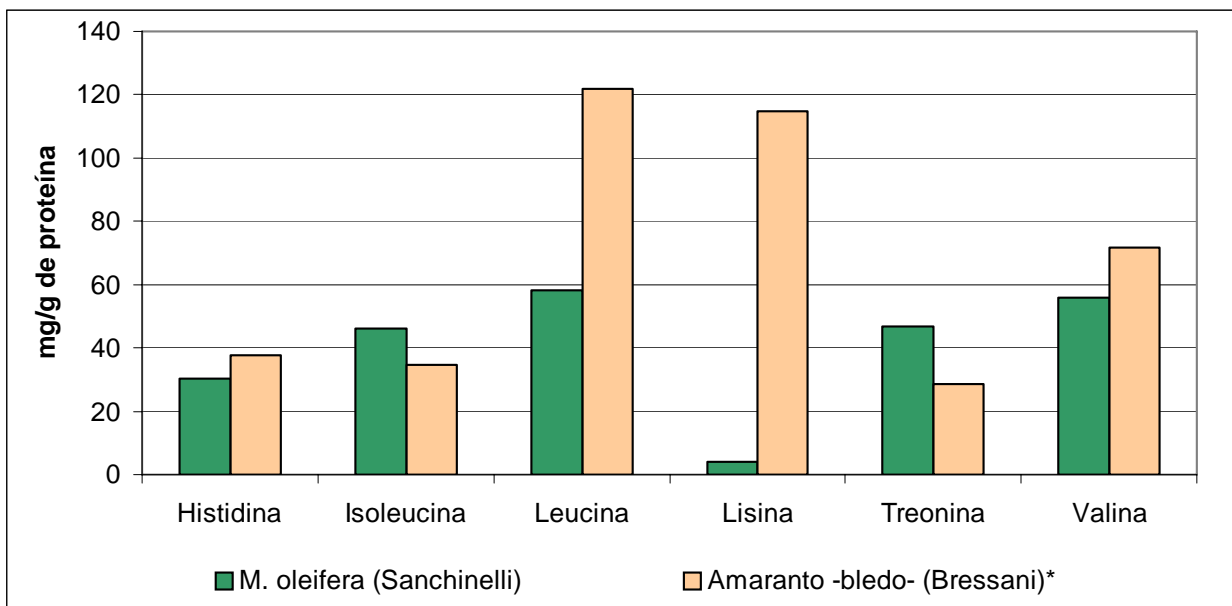
En la gráfica No. 3, se compara el contenido de aminoácidos de las hojas de *M. oleifera* con los de la hoja de bleo (*Amaranthus sp.*) (8); se observa que, con excepción de la leucina y la lisina los valores son similares para ambas hojas.

Grafica No. 2

Aminoácidos esenciales de las hojas de *M. oleifera* obtenidos en dos estudios

*Fuglie.L. 2002 (22).

Grafica No. 3

Perfil de aminoácidos esenciales de las hojas de *M. oleifera* y *Amaranthus spp* -Bledo-

* Bressani, R. 1983 (8).

C. Puntaje químico de *M. oleifera*

Tabla No. 4
Puntaje Químico (PQ) de hojas, flores y tallos de *M. oleifera*
Guatemala, 2002

Aminoácidos	Patrón FAO/OMS mg / g	HOJAS		FLORES		TALLOS	
		mg / g	PQ	mg / g	PQ	mg / g	PQ
Fenilalanina + Tirosina	63	78.9	125	50.9	81	46.1	73
Histidina	19	30.2	159	18.4	97	13.1	69
Isoleucina	28	46.0	164	38.1	136	22.3	80
Leucina	66	58.1	88	50.0	76	28.5	43
Lisina	58	4.1	7	33.2	57	34.6	60
Metionina	17	19.4	114	9.4	56	NC	-
Treonina	11	46.7	425	32.0	291	8.5	77
Valina	35	55.9	160	19.3	55	10.0	29
PQ de la proteína =			7		55		29

PQ = puntaje químico

NC = no cuantificado

En las muestras analizadas se observa que el aminoácido limitante en las hojas es lisina, en flores es la valina, metionina y lisina, y en los tallos valina. No se pueden hacer inferencias sobre el triptófano debido a que no fue posible determinarlo en esta investigación.

Empleando el dato teórico de 74% de digestibilidad de las hojas de *M. oleifera* (19), el puntaje químico corregido (PQC) para las hojas es de 5.2%.

D. Análisis Sensorial

Los descriptores sensoriales generados para los tallos, hojas y flores *M. oleifera* se describen a continuación.

Tabla No. 5

Descripción del Olor, Color, Sabor y Textura de las **hojas crudas** de *M. oleifera*
Guatemala, 2002

Características	Descriptores Sensoriales
OLOR	Recuerda olor a pino, a hierba húmeda y recién cortada
COLOR	Verde oscuro intenso (574C y 575C *) y brillante, con partes más claras de tonalidad amarillo-café. Los pecíolos son de color verde claro
SABOR	A hierba cruda, salado, amargo, astringente y picante residual, como de canela
TEXTURA	Fibrosa, levemente crocante al masticarlas.

* = Referencia de Colores Colorpak "Pantone". 1991-1992.USA.

Tabla No. 6

Descripción del Olor, Color, Sabor y Textura de las **hojas cocidas** de *M. oleifera*
Guatemala, 2002

Características	Descriptores Sensoriales
OLOR	Olor a hojas frescas machacadas, hojas cocidas secas, a infusión de hierbas.
COLOR	Verde oscuro (574C y 575C*) brillante con tonalidades café-amarillo. Los pecíolos son verde claro
SABOR	Amargo, a hierba cocida, picante muy leve
TEXTURA	Levemente ligosa, como a hojas de chipilín** cocidas: fibrosa, difícil de disgregar, compacta y dura.

* = Referencia de Colores Colorpak "Pantone".1991-1992. USA.

** = *Crotalaria langirostrata*

Tabla No. 7

Descripción del Olor, Color, Sabor y Textura del **polvo artesanal** de hojas de *M. oleifera*
Guatemala, 2002

Características	Descriptorios Sensoriales
OLOR	“Dulce”, a hoja seca; recuerda a olor de la cáscara seca de café
COLOR	Verde musgo oscuro opaco (5743U y 5747U *), con tonalidades café-amarillo. Pecíolos verde claro.
SABOR	A hoja seca, levemente dulce, levemente picante.
TEXTURA	Particulada, compacta, seca y difícil de disgregar.

* = Referencia de Colores Colorpak “Pantone”. 1991-1992.USA.

Tabla No. 8

Descripción del Olor, Color, Sabor y Textura de las **flores cocidas** de *M. oleifera*
Guatemala, 2002

Características	Descriptorios Sensoriales
OLOR	A hierba cocida, similar a té medicinal
COLOR	Verde musgo pálido (5865C*)
SABOR	Ácido, salado, picante moderado similar al rábano.
TEXTURA	“Rechinoso”†, difícil de masticar.

* = Referencia de Colores Colorpak “Pantone”.1991-1992.USA.

† = Derivado del verbo rechinar; en el contexto de este estudio se define como el sonido que se produce cuando los dientes se friccionan contra algo liso y seco, como vidrio.

Tabla No. 9

Descripción del Olor, Color, Sabor y Textura de los **tallos cocidos** de *M. oleifera*
Guatemala, 2002.

Características	Descriptores Sensoriales
OLOR	Levemente dulce. A hierba cocida. Similar al berro y chipilín**
COLOR	Tallos delgados: verde olivo Tallos gruesos: verde amarillento
SABOR	Astringente, picante residual, similar a perulero o güisquil cocido
TEXTURA	Dura, fibrosa, leñosa, no comestible

** = *Crotalaria longirostrata*

VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A. Contenido de Proteínas

Los resultados obtenidos en cuanto a proteína cruda de las hojas de la *M. oleifera* son similares a los reportados por M. Guamuch. (Informe No. 02-142-B INCAP. Guatemala, 2002); respecto a los reportados por Fuglie.L. (Senegal, 1999) existe una variación aproximadamente de un 3 %, la cual no es considerable y se puede atribuir a las diferencias en la metodología de análisis o a diferencias en las condiciones de cultivo.

La cantidad de proteína en las hojas frescas es dos veces más que la cantidad encontrada en flores, y cuatro veces más que la de tallos. Esto era de esperarse por la estructura, composición y función que cumple cada órgano en las plantas.

B. Metodología de Análisis de Aminoácidos

Previo al análisis cromatográfico, las muestras se hidrolizaron en medio ácido y alta temperatura por 24 horas. En estas condiciones, existen reportes de degradación de triptófano, asparagina, glutamina y lisina. Esto explica por qué no fue posible determinar el triptófano, y apunta a la posibilidad que los datos de lisina sean subestimados. Hidrólisis alcalinas de alimentos permiten determinar con mayor exactitud el triptófano, ya que de esta manera se asegura una mejor solubilidad y estabilidad de su estructura (2). La determinación de la lisina presenta problemas adicionales, ya que es un 8% más inestable a la desecación convencional que la desecación al vacío o con flujo de nitrógeno; además, suele reaccionar a temperaturas elevadas con grupos carbonilos o con la misma proteína, por lo que disminuye su disponibilidad para la cuantificación; al igual que con el triptófano, con una hidrólisis alcalina se consiguen mejores resultado. (2, 26, 49).

En cuanto al análisis cromatográfico, la metodología empleada para la determinación de aminoácidos en esta investigación tiene la ventaja de ser rápida y sensible, ya que en una hora de análisis de una muestra se identifica simultáneamente 19 aminoácidos; sin embargo, por la cercanía de los tiempos de retención entre aminoácidos, se observó coelución de ácido aspártico y cisteína.

La metionina en los tallos no fue cuantificada, debido a que se encontraba en cantidades por debajo del límite de cuantificación del método.

C. Contenido de Aminoácidos y Puntaje Químico (PQ)

Los perfiles de aminoácidos de los tres órganos son similares, como se espera en estos casos; únicamente el perfil de la hoja se desvía del patrón de los otros órganos en cuanto a la lisina, que como ya se indicó puede estar subestimada. Los valores de aminoácidos en relación al contenido de proteínas son mayores en las hojas que en flores y tallos, estas diferencias podrían explicarse por el contenido de nitrógeno no proteico en estos últimos.

Los datos obtenidos en esta investigación en cuanto al contenido de proteína y de aminoácidos en hojas son muy similares a los reportados en la literatura para *M. oleifera* cultivada en Senegal, Africa (22), lo cual confirma los datos de composición de esta planta.

Al comparar el contenido de aminoácidos de las hojas de moringa con el patrón de FAO/OMS, se observan algunas diferencias; se debe destacar que la *M. oleifera* presenta cinco aminoácidos esenciales (histidina, isoleucina, metionina, treonina y valina) en mayores proporciones que los del patrón, lo cual es atractivo cuando se desea elegir un alimento candidato para preparar mezclas vegetales para consumo humano.

El puntaje químico de la proteína de hojas es menor que el de flores y tallos. En hojas el aminoácido limitante es lisina (PQ 7%), sin embargo, si no se considera este aminoácido, debido a que su contenido posiblemente esté subestimado, el aminoácido limitante es la leucina (PQ 88%), con un valor superior al del frijol rojo e inferior al de la leche, presentados en el anexo No. 6. En vista que el triptófano no es aminoácido limitante en las hojas autóctonas, según está reportado en la literatura (8), el no haber generado este dato en el presente estudio, no es un factor crítico para evaluar la calidad de la proteína de *M. oleifera*.

La comparación con otras hojas comestibles autóctonas permite notar que la metionina e isoleucina no son los aminoácidos limitantes de *M. oleifera*, a diferencia de lo que está reportado para bleo, macuy, chipilin y berro (8).

D. Análisis Sensorial

La literatura refiere que todos los órganos de *M. oleifera* son comestibles. Las muestras analizadas en este estudio presentaron tallos que no son comestibles por su textura leñosa y poco disgregable. Sin embargo, la característica de no comestible probablemente se debió al estado de madurez en que se colectaron las muestras; por lo general los tallos comestibles deben consumirse tiernos, o deben ser sometidos a procesamiento para modificar su textura; por ejemplo, en la India se les procesa y se venden enlatados (25).

En los descriptores sensoriales de las hojas crudas de *M. oleifera* llama la atención su sabor picante; este sabor no es tan marcado como para excluir su uso en ensalada, bien con algún aliño y/o aderezo que aproveche o explote este sabor picante, o quizá como un ingrediente secundario. En cuanto a las hojas cocidas, los evaluadores las asociaron sensorialmente con hierbas que ya se consumen popularmente en el país en forma de caldo, cocidas al vapor, en sopa o sofritas después de cocidas. Los descriptores generados para las hojas cocidas de *M. oleifera*, permiten apreciar su potencial para formar parte de la dieta de

sectores amplios de la población que ya consume habitualmente vegetales de hoja (hierbas) en las formas de preparación mencionadas.

Los descriptores sensoriales del polvo de *M. oleifera* son muy característicos y de cierto modo únicos, principalmente por su combinación de sabor dulce y picante. El arte culinario guatemalteco con frecuencia emplea especias y condimentos en polvo, esto da la pauta para sugerir el uso de este polvo como ingrediente menor, como saborizante o como condimento.

En general las características sensoriales reportadas en las referencias no concuerdan con las obtenidas en esta investigación, la discrepancia mayor radica en que los evaluadores no asociaron su sabor al del maní.

E. Perspectivas

Debido a las características organolépticas y a la cantidad y calidad de proteína de la planta de *M. oleifera*, en especial de las hojas, así como por el hecho que el consumo de preparaciones a base de hojas (hierbas) es habitual en la población, la moringa resulta ser un alimento de gran potencial para ser introducido como un elemento importante en la dieta de los guatemaltecos.

VIII. CONCLUSIONES

1. El contenido de proteína en la planta *M. oleifera* que se cultiva en Guatemala, en las hojas deshidratadas es de **23.8%** y en fresco de **4.62%**, en las flores y tallos frescos es de **2.44%** y **1.30%** respectivamente.
2. Las hojas, flores y tallos de la planta *M. oleifera*, contienen ocho aminoácidos esenciales. El aminoácido esencial en mayor cantidad en hojas, flores y tallos es leucina, treonina e isoleucina respectivamente.
3. El aminoácido limitante en hojas es la lisina (puntaje químico 7%); en las flores los aminoácidos limitantes son la valina, metionina y lisina (puntaje químico 55-57%), y en los tallos la valina (PQ 29%).
4. Los principales descriptores sensoriales de los órganos de *M. oleifera* que se cultiva en Guatemala:

Hojas crudas: olor fuerte; color verde oscuro intenso y brillante; sabor salado, amargo, astringente y picante residual; su textura es fibrosa, levemente crocante al masticarlas.

Hojas cocidas: olor a infusión de hierbas; color verde oscuro; sabor amargo con un picante muy leve, textura levemente ligosa como hojas de chipilín cocidas, fibrosa y difícil de disgregar.

Hojas en polvo artesanal: olor fuerte y “dulce”, olor como cáscara seca de café; color verde musgo oscuro opaco; sabor levemente dulce, levemente picante; textura particulada, compacta, seca y difícil de disgregar.

Flores cocidas: olor a hierba cocida, similar a té medicinal; color verde musgo pálido; sabor ácido, salado, picante moderado similar al rábano y textura rechinosa y difícil de masticar.

Tallos cocidos: olor levemente dulce; color verde olivo y verde amarillento; sabor astringente y con un picante residual; textura dura, fibrosa, leñosa, no comestible.

IX. RECOMENDACIONES

1. Optimizar las condiciones de análisis en la determinación de aminoácidos, para determinar con mayor exactitud cisteína, triptófano, asparagina y glutamina.
2. Realizar estudios para determinar el contenido de lisina disponible en *M. oleifera* fresca y deshidratada
3. Realizar investigaciones sobre posibles mezclas vegetales en las que se pueda utilizar la *M. oleifera*.
4. Difundir los resultados de esta investigación para promover el cultivo, comercialización y consumo de *M. oleifera*.

XI. REFERENCIAS

1. Alvarado, H. y Corado, J. 2001. Acción tardía contra la hambruna. Prensa Libre, Guatemala, Diciembre. pp 28-29.
2. AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International: Agricultural chemical, contaminants, drugs. 17th edition. USA, Published by AOAC International. Vol. I. v. 3 pp.24 -25, v.2.pp.15
3. Azurdia, C. 1995. Caracterización de algunos cultivos nativos en Guatemala. Guatemala. 172 p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Instituto de Investigaciones Agronómicas de Agronomía. Facultad de Agronomía.
4. Azurdia, C. y González. M. 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala. 256 p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Instituto de Investigaciones Agronómicas de Agronomía. Facultad de Agronomía.
5. Badui, S. et.al. 1999. Química de los alimentos. México, Pearson Education. 648 p.
6. Booth, F. et.al. 1998. General information and Cultivation of *M. oleifera*. (en línea). Diciembre 2001. www.le.ac.uk/engineering/staff/sutherland/moringa/moringa.htm
7. Booth, S. et.al. 1992. Nutrient content of selected indigenous leafy vegetables consumed by the Kekchi people of Alta Verapaz, Guatemala. Journal of food composition and analysis (CA) (5): 25-34
8. Bressanni, R. 1983. World needs for improved nutritional and the role of vegetables and legumes. 10th anniversary Monograph series. Asian. Vegetables research and Development Center. Shanhua Taiwan República of China.
9. _____. 1976. Valor nutritivo de mezclas vegetales. Interciencia. (GT). I (1):26-30
10. Cáceres, A. 1996. Plantas de uso medicinal en Guatemala. Guatemala, Editorial Universitaria USAC. 402 p.
11. Costell, E. 2000. Metodologías para la selección y entrenamiento de paneles sensoriales y para la generación y selección de descriptores aplicables a la industria alimentaria. Cuarto seminario Centroamericano de análisis sensorial. Guatemala, INCAP/OPS. pp 1-60.

12. Coyoy, E. 2002. Áreas susceptibles en el país al hambre y sus causas. Hambruna en Guatemala. Guatemala, DIGI/USAC. 20 p.
13. Damasio, M. y Costell, E. 1991. Análisis Sensorial descriptivo: Generación de descriptores y selección de catadores. Agroquímica y Tecnología de alimentos. (ES) 31(2): 165-178.
14. Duke, J. 1998. Handbook of energy Crop. (en línea). Diciembre 2001. http://newcrop.hort.purdue.edu/newcrop/nexus/moringa_oleifera_nex.html.
15. El Financiamiento del Desarrollo Humano. Tercer informe: 2000. Para un explicación sobre el método utilizado para fijar la línea internacional de la pobreza veáse Guatemala, La fuerza incluyente del desarrollo humano. Guatemala, Sistema de Naciones Unidas en Guatemala, 42p.
16. Farnsworth, N. et.al. 2002. NAPRALERT(SM). USA. College of Pharmacy of the University of Illinois at Chicago. (correo electrónico) Diciembre 2001.
17. Figueroa, C. 1994. Cocina Guatemalteca: arte, sabor y colorido. 4a ed. Guatemala, Editorial Piedra Santa. 140 p.
18. Fred, F. 1992. Moringa oleifera: a perfect tree for home gardens. (en línea). Diciembre 2001. <http://agrss.sheman.hawaii.edu/onfarm/tree0012.html>.
19. Fritz, M. 2000. (en línea). Diciembre 2201. <http://www.latimes.com/class/empty/healthcare/20000327/t000288>
20. Foild, N. 2002. Nicaragua. (correo electrónico). Diciembre 2001. biomasa@ibw.com.ni
21. Fuglie, L. 2001. EEUU. (en línea). Diciembre 2001. www.moringaseed.com
22. _____L. 2002. Curing Malnutrition with moringa. (en línea). Diciembre 2001. <http://fas.sfw.ca/1/projects/electroniclibrary/collections/CMPT/cd-journals/>.
23. Global Infogroup. 1999. Guatemala en cifras: perfil integral del país. I (1.1) Guatemala, Global Infogroup. 256 p.
24. Goplan, C. et.al. 1994. Nutritive Value of Indian foods. National Institute of Nutrition. India (en línea). Diciembre 2001. http://www.treesforlife.org/moringa/more_nutr.htm.
25. Holst, S. 2000. Moringa: Nature's Medicine Cabinet. USA, Sierra sunrise books. 122 p.

26. Hurrett, E. et.al. 1979. Estabilidad de Lisina. *J. Food Sci. (US)* 44:1221-1231, 1237.
27. Lehninger, A; Nelson, D. y Cox, M. 1993. *Principios de Bioquímica*, 2a ed. EEUU, Worth Publishers. 1,013 p.
28. Lottspeich, F. y Zorbas, H. 1998. *Bioanalytik Spektrum Lehrbuch*, Alemania, Akademischer Verlag. 1,035 p.
29. Lujan, M. 1972. *Libro de Cocina*. Guatemala, Editorial Universitaria. Volumen II.
30. Mahan, L. y Escott-Stump, S. 1998. *Nutrición y Dietoterapia de Krause*. 9ª ed. México, Mc Graw Hill. pp 63-76.
31. Menchú, M. et.al. 1996. Valor nutritivo de los alimentos de Centroamérica: Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. 1ª Sección. Guatemala, INCAP/OPS. 98 p.
32. _____.1998. Situación de la seguridad alimentaria y nutricional en Guatemala. *Revista Ciencia y Tecnología. USAC (GT) III (1)*: 63-72
33. Olson's, M. 2002. Ecology & Evolutionary Biology conservatory: Moringa oleifera. *Lam.* (en línea). Diciembre 2001. http://forawww.eeb.vconn.edu/acc_num/199700027.html
34. Pérez, O. 1980. *Cocinemos con "Recetas de Oro"*. 5ª ed. Guatemala, se. 744 p.
35. Pöll, E. 1983. *Plantas comestibles y tóxicas en Guatemala*. 2ª ed. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. CECON. 114 p.
36. *Producción y Manejo de datos de Composición Química de Alimentos en Nutrición*. 1997. Chile, FAO. 356 p.
37. Quatrocchi, O. et.al. 1992. *Introducción a la HPLC aplicación y práctica*. Argentina, s.e. 407 p.
38. Reyes, H. 1997. Evaluación Sensorial y la investigación y desarrollo de nuevos productos en la industria alimentaria, *Boletín RIEPSA. (CR)* 3 (4): 6
39. Romero, N. 1984. *Métodos de análisis para la determinación de Nitrógeno y Constituyentes nitrogenados en alimentos*. México. s.e. pp. 56-90.
40. Standley, P. y Steyermark, J. 1946. *Flora of Guatemala*. USA, Chicago Natural and history Museum. v. 24. parte IV. pp. 398-399.

41. Stevens, W. et.al. 2001. Flora de Nicaragua: Angiospermas. USA, Missouri botanical Garden Press. Tomo III. v.85. pp. 1539-1540.
42. _____.1997. The plant-Book: portable dictionary of the vascular plants. 2a ed. US. Cambridge University Press. 858 p.
43. Torun, B. et.al. 1996. Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP. Edición 45 Aniversario. Guatemala, INCAP/OPS. 137 p.
44. Ureña, et.al. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos. Perú, Editorial de La universidad Nacional Agraria: La Molina. 197 p.
45. Valenzuela, K. 2000. Implementación y Evaluación de una técnica de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) para determinar el patrón de aminoácidos en alimentos. Guatemala. 100p. Tesis de Licenciada en Química Biológica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Biológica.
46. Vance, G. 1994. Curso de análisis sensorial avanzado: Análisis descriptivo. USA, s.e. 19 p.
47. Vance, G. y Lawless, H. 1986. The importance of language in describing perceptions. Journal of sensory studies. (US) 1: 203-215.
48. Watson, L. y Dallwitz, M. 1999. The families of flowering plants. (en línea). Diciembre 2001. <http://biodiversity.uno.edu/delta/>.
49. Yúfera. P. 1998. Química de los Alimentos. España, Editorial Síntesis. pp. 25-38.
50. Ziegler, E. y Filer, L. 1997. Conocimientos actuales sobre nutrición. 7ª ed. USA, International Life Science Institute. OPS/OMS. 731 p.

ANEXO No. 1

Contenido de aminoácidos (g/16 g N), de proteína cruda y proteína verdadera de algunos vegetales consumidos en Centroamérica

Aminoácidos (AA)	Bledo (Amaranto)	Macuy o Hierba mora	Chipilin (<u>C. longirostrata</u>)	Berro (Watercress)	FAO
	g/16gN				
Valina	4.77	4.27	5.00	4.87	4.96
Treonina	2.87	2.76	3.00	2.76	4.00
Total AA azufrados	1.29	1.18	0.82	0.75	3.52
Isoleucina	2.30	2.04	2.19	2.22	4.00
Leucina	8.11	7.59	8.31	6.85	7.04
TotalAA Aromáticos	7.57	7.54	7.33	6.38	6.08
Lisina	7.62	7.11	8.17	6.18	5.44
Histidina	2.52	3.38	3.56	3.04	-
Arginina	4.77	3.91	4.12	3.94	-
Protein Cruda (N x 6.25)	28.20	31.20	32.50	32.80	-
Proteina Verdadera	23.70	25.00	26.90	25.70	-

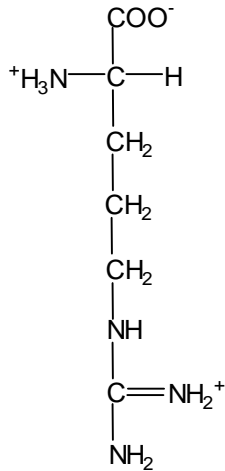
FUENTE: Adaptado de R. Bressani. 1983. World needs for improved nutritional and the role of vegetables and legumes. 10th anniversary Monograph series. Asian. Vegetables research and Development Center. Shanhua Taiwan Republica of China.

ANEXO No 2

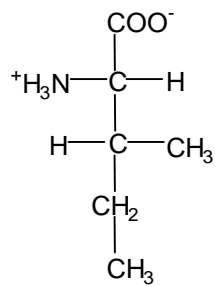
Clasificación y estructura química de los Aminoácidos

ESENCIALES

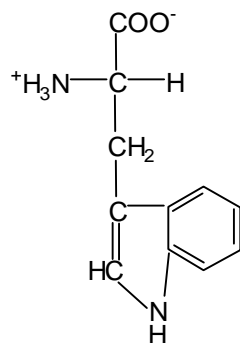
Arginina (Arg)



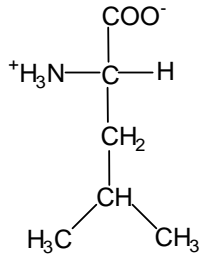
Isoleucina (Ile)



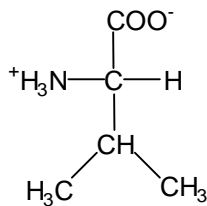
Triptófano (Try)



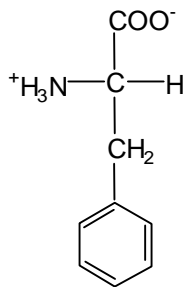
Leucina (Leu)



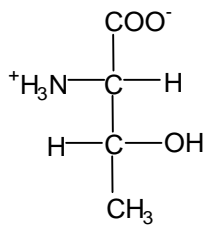
Valina (Val)



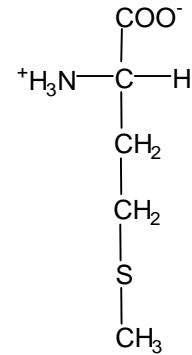
Fenilalanina (Phe)



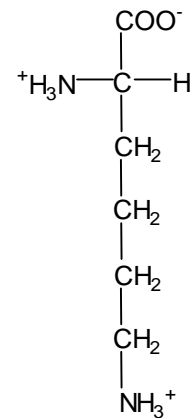
Treonina (Thr)



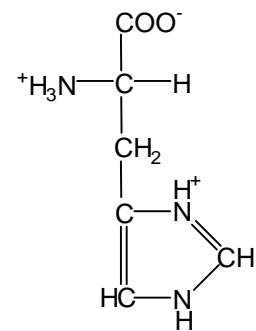
Metionina (Met)

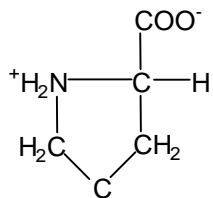
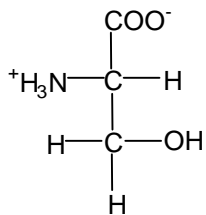
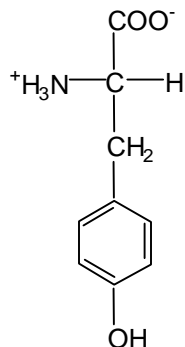
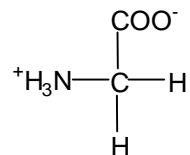
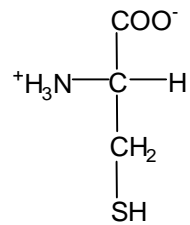
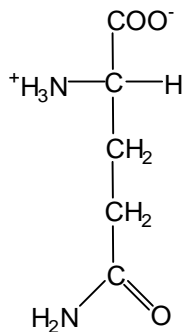
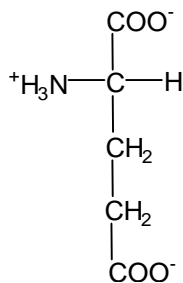
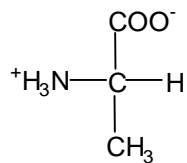
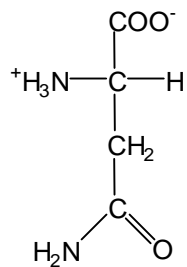
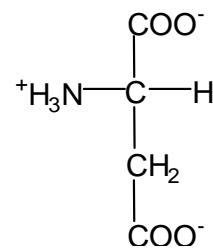


Lisina (Lys)



Histidina (His)



ESENCIALES CONDICIONADOS
Proilina (Pro)

Serina (Ser)

Tirosina (Tyr)

Glicina (Gly)

Cisteina (Cys)

NO ESENCIALES
Glutamato (Glu)

Glutamina (Gln)

Alanina (Ala)

Asparagina (Asn)

Aspartato (Asp)


ANEXO No. 3

Requerimientos y recomendaciones dietética diarias de proteínas^a

EDAD	PESO Kg	Requerimiento Promedio g/Kg/d	Recomendaciones Dietéticas Diarias			
			Proteínas de referencia ^b		Proteínas de dieta mixta ^c	
			g/Kg/d	g/d	g/Kg/d	g/d
Niños						
4-6 meses	7	1.38	1.85	13	2.5	17.5
7-9 meses	8.5	1.25	1.65	14	2.2	18.5
10-12 meses	9.5	1.15	1.50	14	2.0	19
1.1-2 años	11	0.97	1.20	13	1.6	17.5
2.1-3 años	13.5	0.91	1.15	15.5	1.55	21
3.1-5 años	16.5	0.87	1.10	18	1.50	25
5.1-7 años	20.5	0.82	1.00	20.5	1.35	27.5
7.1-10 años	27	0.81	1.00	27	1.35	36.5
10.1-12 años	35	0.79	1.00	35	1.35	47
Hombres						
12.1-14 años	42	0.79	1.00	42	1.35	56.5
14.1-16 años	50	0.75	0.95	47.5	1.30	65
16.1-18 años	60	0.70	0.90	54	1.20	72
18.1- y más	68	0.60	0.75	51	1.0	68
Mujeres						
12.1-14 años	43	0.76	0.95	41	1.30	56
14.1-16 años	46	0.71	0.90	41.5	1.20	55
16.1-18 años	50	0.65	0.80	40	1.10	55
18.1- y más	53	0.60	0.75	40	1.0	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/UNU

b Proteínas de huevo y leche

c Proteínas de digestibilidad verdadera de 80-85% y calidad aminoacídica de 90% en relación al huevo y leche.

FUENTE: Torun, B. et.al. 1996. Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP. Edición 45 Aniversario. INCAP/OPS. Guatemala.

ANEXO No.4

Cromatografía de estándares de aminoácidos en HPLC

FUENTE: Lottspeich, F. y Zorbas, H. 1998. Bioanalytik. Spektrum Lehrbuch, Akademischer Verlag. Alemania. 290p

ANEXO No.5

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

AMINOÁCIDOS	FAO/OMS/UNU	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

*La esencialidad de la histidina para niños y adultos no ha sido comprobada.

FUENTE: Torun, B. et.al. 1996. Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP. Edición 45 Aniversario. INCAP/OPS. Guatemala.

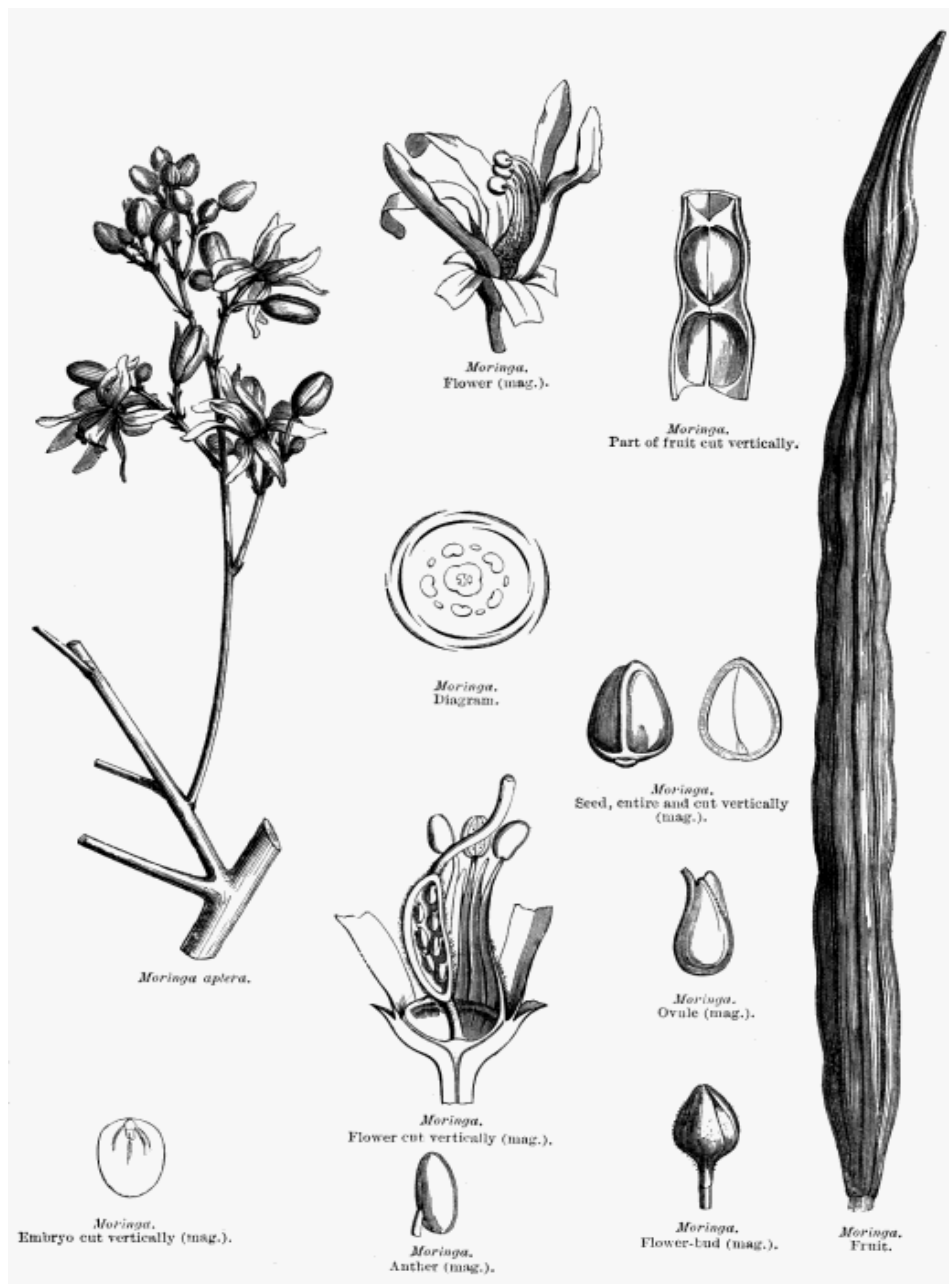
ANEXO No 6

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: Torun, B. et.al. 1996. Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP. Edición 45 Aniversario. INCAP/OPS. Guatemala.

ANEXO No 7

Anatomía vegetal de *M. oleifera*

FUENTE: Watson, L y Dallwitz, M. 1999. The families of flowering plants. <http://biodiversity.uno.edu/delta/>.

ANEXO No. 8Valor nutritivo de *M. Oleifera*

(Por 100 gramos de porción comestible)

NUTRIENTE	Parte Comestible		
	Fruto	Hojas	Polvo de hoja
Agua (%)	86.9	75.0	7.5
Calorías	26	92	205
Proteína (g)	2.5	6.7	27.1
Grasa (g)	0.1	1.7	2.3
Carbohidratos (g)	3.7	13.4	38.2
Fibra (g)	4.8	0.9	19.2
Minerales (g)	2.0	2.3	-
Calcio (mg)	30	440	2003
Magnesio (mg)	24	24	368
Fósforo (mg)	110	70	204
Potasio (mg)	259	259	1324
Cobre (mg)	3.1	1.1	0.57
Hierro (mg)	5.3	7.0	28.2
Azufre (mg)	137	137	870
Ácido oxálico (mg)	10	101	1.6
Vitamina A-Beta caroteno (mg)	0.11	6.8	16.3
Vitamina B –colina (mg)	423	4123	-
Vitamina B1- tiamina (mg)	0.05	0.21	2.64
Vitamina B2-riboflavina (mg)	0.07	0.05	20.5
Vitamina B3- ácido nicotínico (mg)	0.2	0.8	8.2
Vitamina C-ácido ascórbico	120	220	17.3
Vitamina E- acetato tocoferol (mg)	-	-	113
	(g/16gN)	(g/16gN)	
Arginina	3.6	6.0	1.33%
Histidina	1.1	2.1	0.61%
Lisina	1.5	4.3	1.32%
Triptófano	0.8	1.9	0.435%
Fenilalanina	4.3	6.4	1.39%
Metionina	1.4	2.0	0.35%
Treonina	3.9	4.9	1.19%
Leucina	6.5	9.3	1.95%
Isoleucina	4.4	6.3	0.83%
Valina	5.4	7.1	1.06%

FUENTE: Fuglie, L.J. 1999. The miracle Tree: *Moringa oleifera*, Natural Nutrition for Tropics. Church World Service. Dakar, Senegal.

ANEXO No. 9

Composición de aminoácidos de *M. Oleifera*

AMINOÁCIDOS	Proteína de la FAO, niños de 2-5 años (g/16gN) ^a	Contenido de aminoácidos de la moringa, reportados por diversas fuentes								
		g /16 g N								
		Extracto de Hojas		Materia seca		Hojas no Extraídas		Materia seca		Polvo de hoja (g/Kg) ^c
		a	b	a	b	b	(g / Kg) ^b	Hojas ^c		
LISINA	5.80	6.40	6.61	23.00	26.77	5.6	14.06	4.3	13.2	
LEUCINA	6.60	9.00	9.86	32.40	42.89	8.7	21.84	9.3	19.5	
ISOLEUCINA	2.80	4.70	5.18	16.90	22.53	4.50	11.30	6.3	8.3	
METIONINA	2.50	1.50	2.06	5.30	8.96	1.98	4.97	2.0	3.5	
CYSTINA	2.50	0.50	1.19	1.90	5.18	1.35	3.39	-	-	
FENILALANINA	6.30	6.00	6.24	21.40	27.14	6.18	15.51	6.4	13.9	
TIROSINA	6.30	4.10	4.34	14.80	18.88	3.87	9.71	-	-	
VALINA	3.50	5.40	6.34	19.40	27.58	5.68	14.26	7.1	10.6	
HISTIDINA	1.90	2.10	3.12	8.60	13.57	2.99	7.50	2.1	6.1	
TREONINA	3.40	4.50	5.05	16.30	21.97	4.66	11.70	4.9	11.9	
SERINA	-	4.60	4.78	15.70	20.79	4.12	10.34	-	-	
Á.GLUTÁMICO	-	12.00	11.69	43.20	50.85	10.22	25.65	-	-	
A. ASPÁRTICO	-	9.20	10.60	333.10	46.11	8.83	22.16	-	-	
PROLINA	-	4.60	5.92	16.50	25.75	5.43	13.63	-	-	
GLICINA	-	4.60	6.12	16.70	26.62	5.47	13.73	-	-	
ALANINA	-	5.30	6.59	29.20	28.67	7.32	18.37	-	-	
ARGININA	1.10	6.00	6.96	21.60	30.28	6.23	15.64	6.0	13.3	
TRIPTÓFANO	-	0.60	62.13	2.30	9.26	2.10	5.27	1.9	4.3	

FUENTE:

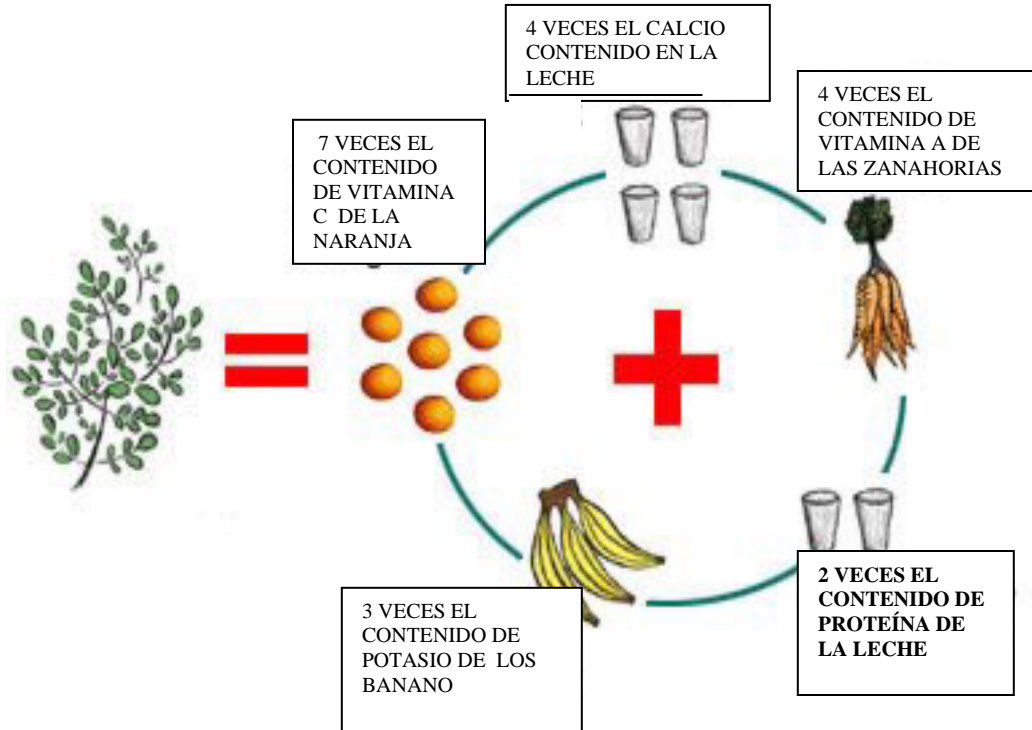
a = FOILD.N., SUCHER & HOLZER. UNI. 2001.Nicaragua. biomasa@ibw.com.ni

b = BECKER.et.al biomasa@ibw.com.ni

c = FUGLIE.L.J. 1999. The miracle Tree: *Moringa oleifera*, Natural Nutrition for Tropics. Church World Service. Dakar, Senegal.

ANEXO No. 10

Equivalentes de los nutrientes de algunos alimentos con las hojas de *M. Oleifera*



FUENTE: Gopalan, C. et.al. 1994. Nutritive Value of Indian foods. National Institute of Nutrition. India. http://www.treesforlife.org/moringa/more_nutr.htm

ANEXO No. 11

Definiciones de características organolépticas

1. **SABOR:** como sensación, es definido como la interpretación psicológica de la respuesta fisiológica a estímulos físicos y químicos, causados por la presencia de componentes volátiles y no volátiles del alimento saboreado en la boca. Luego, el sabor es generado por la combinación de cuatro propiedades: olor, aroma, gusto y textura, por lo que su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad sensorial por separado.
2. **OLOR:** es la percepción por medio de la nariz de las sustancias volátiles liberadas por ciertos estímulos, presión natural o por objetos.
3. **TEXTURA:** La manifestación sensitiva de la estructura de un alimento y de la manera en que esta estructura reacciona con determinada fuerza. Dentro de las sensaciones específicas pueden verse involucradas la visión, audición y quinesesia.
Los parámetros de textura pueden ser evaluados en tres etapas, la primera en el momento de introducirlo a la boca, la segunda en la masticación y finalmente del efecto residual que promueva el producto alimenticio.
4. **COLOR:** Impresión generada en la retina del ojo por la luz reflejada en los alimentos. Existen siete colores básicos generados por el prisma de la luz solar.

FUENTE: Ureña, et.al. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos. Aplicación Didáctica Perú. Editorial de La Universidad Nacional Agraria, La Molina. 197p.

ANEXO No. 12

Instrumento para registro de datos durante la recolección de la muestra de tallos, hojas
y flores de *M. Oleifera*

1. Fecha y hora de recolección: _____
2. Número correlativo: _____
3. Número de código para el reporte de laboratorio: _____
4. Nombre común usado en la comunidad de origen: _____
5. Localización exacta del sitio de recolección: _____
(Altitud.: _____), _____

6. Lugar de origen de la planta. _____
7. Órgano de la planta recolectada: _____

OBSERVACIONES:

--

ANEXO No. 13

Instrumento para describir sensorialmente los tallos, hojas y flores de *M. oleifera* en materia seca análisis sensorial individual

Muestra. _____ No. _____ Código: _____

INSTRUCCIONES: Escriba en cada columna, la o las palabras que a su criterio describan las cuatro características de la muestra de la mejor manera.

OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA

ANEXO No. 14

Metodología para la determinación de proteína

A. Reactivos

- | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| -Ácido Sulfúrico, grado reactivo | - Hidróxido de sodio (40%) | - Rojo de metilo |
| - Ácido Clorhídrico (0.2000N) | -Metanol | - Verde de Bromocresol |
| -Ácido Bórico | -Cloruro de Amonio | |
| - Agua destilada | - Tabletas Kjeldhal o Tecator | |

B. Procedimiento**FASE A:** (Preparación)

1. Tarar un pedazo de papel parafinado que este totalmente libre de nitrógeno.
2. Pesar exactamente 01 gramo de muestra y se debe envolver en el papel
3. Colocar la muestra dentro de un tubo de Kjeldhal debidamente identificado
4. Agregar 02 tabletas de Kjeldhal al tubo
5. Agregar 15 ml de ácido sulfúrico (97.5%)

FASE B: (Digestión)

1. Colocar los tubos en el digestor
2. Colocar la tapadera o extractor de gases Venturi
3. Colocar las tapaderas laterales para que la temperatura sea uniforme

4. Encender el digestor y asimismo la llave de paso de agua, cuando el digestor alcanza la temperatura de 400°C que es la deseada, se toma el tiempo de 01 hora que es el necesario para la digestión.
5. Apagar el equipo, cerrar la llave de paso de agua, desmontar el extractor de gases, quitar las tapaderas laterales
6. Sacar los tubos y enfriar por 20 minutos.

FASE C: (Destilación)

1. Encender el aparato y esperar que caliente por 5-10 minutos
2. Chequear que los cuatro depósitos de reactivos tengan suficiente soluciones para los análisis a realizar
3. Modo manual: (Para calentar el destilador)
 - Se debe realizar una prueba con un tubo de Kjeldhal que contenga 75 ml de agua destilada
 - Abrir la llave del agua
 - Purgar las líneas del ácido bórico, ácido clorhídrico, hidróxido de sodio
4. Modo automático: (Para correr las muestras)
 - Realizar dos pruebas más con tubos Kjeldhal que contengan 75 ml de agua destilada y chequear que dispense el ácido y el hidróxido de sodio dos veces y que el indicador esté en un rango de 0.012 a 0.040. Si el rango sobrepasa los límites de acción, corregirlo con un estándar de amonio.
 - Someter a destilación las muestras ya digeridas, una vez terminada la destilación de cada tubo observar el porcentaje de proteína cruda, el cual deberá trasladarse a base fresca, si es necesario.

FUENTE: Sinay, J. 2001. Manual de laboratorio de bromatología: Análisis de alimentos para animales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Guatemala. USAC. 33p Adaptación del método oficial del AOAC.

ANEXO No. 15

Metodología para la determinación de aminoácidos por medio de HPLC

A. Reactivos

- | | | |
|---------------------|------------------------------|---------------------|
| - Ácido Clorhídrico | - Agua destilada | - Borato de Potasio |
| - Acetato de sodio | -OPA | -Mercaptoetanol |
| - Hidróxido de Me | - Patrones de L- aminoácidos | |

B. Procedimiento

1. PATRONES DE AMINOÁCIDOS: Preparar soluciones de 20 aminoácidos patrones, disueltos en HCL 0.1N (relación 1mg/1ml), almacenar éstas en alícuotas de 1.5ml en frascos Eppendorf y refrigerarlas a 10 ° C hasta el momento de emplearlas.

2. HIDRÓLISIS: Pesar 0.02 g de muestra de cada órgano (se trabajo con 4 repeticiones por órgano), se le agregó 2.5 ml de HCL 6N, dejar las muestras durante 24 horas a 110°C (considerar la condensación para evitar pérdidas). Al finalizar este período se enfriar las muestras a temperatura ambiente y filtrar con papel Whatman. Se llevan a un volumen de 10 ml con agua destilada.

Las muestras se guardan en congelación a -10°C o refrigeración si el hidrolizado se analiza como máximo en los dos días siguientes.

3. DERIVATIZACIÓN: A 200 ml de la muestra hidrolizada y filtrada, agregar 20 ul de buffer de borato y se agita por 10 segundos. Luego agregar 50 ul de OPA/mercaptoetanol (25mg de OPA, 2.2 ml de metanol, 200 ul de buffer de borato y 25 ul de mercaptoetanol), agitar de nuevo 10 segundos y dejar reposar durante 210 segundos (tres minutos con treinta segundos). Seguidamente agregar 100 ul de HCL 0.75N y agitar durante 10 segundos. Tomar una alícuota de 50 ul y diluir en 500 ul de NaAc/MeOH, luego inyectar 20 ul de esta mezcla.

a. CONDICIONES CROMATOGRÁFICAS:

COLUMNA	Acero inoxidable, 4x250 mm ID
TEMPERATURA	Ambiente
FASE ESTACIONARIA	Optadecilo, partículas de 100µm y porosidad de 5µm (Nucleosil 100-5, C-18)
FASE MÓVIL	Elución A = Metanol 80% B = Acetato de sodio 50 mM Gradiente %A = 0-10 min 26%; 25 min 38%; 30 -40 min 45%; 50-55 min 75%; 59min 100%; 60-65min 26% %B = (100% - %A)
VELOCIDAD DE FLUJO	1.0 ml/min
DETECCIÓN	Fluorescencia: Excitación 330 nm y Emisión 450 nm
VOLUMEN DE INYECCIÓN	20 µm

FUENTE: Valenzuela, K. 2000. Implementación y Evaluación de una técnica de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) para determinar el patrón de aminoácidos en alimentos. Guatemala. 100p. Tesis Licenciada en Química Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Biológica.

ANEXO No. 16

Metodología para el análisis sensorial descriptivo de tallos, hojas y flores de *M. oleifera*

1. La investigadora dará información general sobre la planta y las partes a analizar
2. Cada panelista evaluará las muestras proveídas e identificará términos (según anexo14) que caractericen al producto en cuanto al olor, color, sabor y textura.
3. Un miembro del panel recogerá la información generada y se hará un listado, tratando de eliminar los términos redundantes.
4. Una discusión general será llevada a cabo, donde la investigadora:
 - i. Pedirá a los panelistas el listado de los atributos y así ordenarlos en una secuencia lógica.
 - ii. Discutirá con los panelistas, qué términos son independientes y cuáles son redundantes.
 - iii. Obtendrá un consenso general de los término descriptivos desarrollados para el producto evaluado.
5. El investigador presentará al panel la lista definitiva de las características del producto, la cual será firmada por cada uno de los panelistas y sellada por el laboratorio de Alimentos.

ANEXO No. 17

Coeficientes de determinación y ecuaciones de estándares de aminoácidos empleados para la determinación de aminoácidos de *M. oleifera*

Aminoácidos	AREA		ALTURA	
	R ²	Y = mx + b *	R ²	Y = mx + b*
Acido Aspártico	0.87	Y = 3.09E ⁸ x + 2.68 E ⁵	0.90	Y = 1.94E ⁷ x + 4.42 E ⁴
Acido Glutámico	0.89	Y = 3.04E ⁸ x + 1.63 E ⁶	0.89	Y = 1.96E ⁷ x + 8.70E ⁴
Serina	0.95	Y = 8.33E ⁸ x + 1.56 E ⁶	0.98	Y = 2.74 E ⁷ x + 3.48E ⁴
Histidina	0.94	Y = 2.78E ⁸ x + 2.97 E ⁵	0.97	Y = 5.95E ⁶ x + 4.39E ³
Glicina	0.95	Y = 8.78E ⁸ x + 4.79 E ⁶	0.84	Y = 1.94E ⁷ x + 1.750E ⁵
Treonina	0.80	Y = 6.89E ⁸ x + 3.0 E ⁶	0.84	Y = 1.45E ⁷ x + 5.40E ⁴
Metionina	0.97	Y = 7.68E ⁸ x + 6.77 E ⁶	0.95	Y = 1.97E ⁷ x + 1.67E ⁵
Tirosina	0.97	Y = 4.62E ⁸ x + 4.73 E ⁵	0.97	Y = 1.33E ⁷ x + 1.92E ⁴
Alanina	0.99	Y = 4.87E ⁸ x + 2.19 E ⁵	0.99	Y = 9.65E ⁶ x + 2.75E ⁴
Valina	0.89	Y = 8.45E ⁸ x + 3.96 E ⁶	0.89	Y = 1.73E ⁷ x + 7.50E ⁴
Fenilalanina	0.97	Y = 6.88E ⁸ x + 5.54E ⁵	0.97	Y = 1.86E ⁷ x + 1.99E ³
Isoleucina	0.99	Y = 8.57E ⁸ x + 5.38E ⁵	0.99	Y = 2.54E ⁷ x + 7.21E ⁴
Leucina	0.84	Y = 6.92E ⁸ x + 1.71 E ⁶	0.85	Y = 3.22E ⁷ x + 8.80E ⁴
Lisina	0.81	Y = 1.44E ⁸ x + 8.12 E ⁵	0.80	Y = 7.49E ⁶ x + 2.48E ⁴

R² = Coeficiente de Determinación

*Ecuación de la Recta

ANEXO No. 18

Cromatograma del análisis de una mezcla patrón de aminoácidos

ANEXO No. 19

Concentraciones (mg/ml) de las mezclas patrón de aminoácidos utilizados en el presente estudio

Patrón de Aminoácidos	Estándar 1	Estándar 2	Estándar 3	Estándar 4
Acido Aspártico	0.0012	0.0112	0.0224	0.0360
Cisteína	0.0112	0.0224	0.0360	0.0012
Acido Glutámico	0.0224	0.0360	0.0012	0.0112
Asparagina	0.0360	0.0012	0.0112	0.0224
Serina	0.0012	0.0112	0.0224	0.0360
Glutamina	0.0112	0.0224	0.0360	0.0012
Histidina	0.0224	0.0360	0.0012	0.0112
Glicina	0.0360	0.0012	0.0112	0.0224
Treonina	0.0012	0.0112	0.0224	0.0360
Arginina	0.0112	0.0224	0.0360	0.0012
Metionina	0.0224	0.0360	0.0012	0.0112
Tirosina	0.0360	0.0012	0.0112	0.0224
Triptófano	0.0012	0.0112	0.0224	0.0360
Alanina	0.0112	0.0224	0.0360	0.0012
Valina	0.0224	0.0360	0.0012	0.0112
Fenilalanina	0.0360	0.0012	0.0112	0.0224
Isoleucina	0.0012	0.0112	0.0224	0.0360
Leucina	0.0112	0.0224	0.0360	0.0012
Lisina	0.0224	0.0360	0.0012	0.0112

ANEXO No. 20

Cromatogramas de los órganos de *M. oleifera*

HOJAS

FLORES

TALLOS

Karol Beatriz Sanchinelli Pezzarossi

AUTORA

Dr. Rubén D. Velásquez Miranda

ASESOR

Licda. Julieta Salazar de Ariza

ASESORA

Licda. Mónica Guamuch

REVISORA

Licda. Silvia Rodríguez de Quintana

DIRECTORA

Ms.Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán

DECANO