

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Formulación y comparación de dos sopas nutritivas
hechas a base de harina de papa, harina de maíz y
harina de chaya

Trabajo de graduación presentado por Andrea
Paola Guzmán Abril
para optar al grado académico de Licenciada en Nutrición

Guatemala
2014

Formulación y comparación de dos sopas nutritivas
hechas a base de harina de papa, harina de maíz y
harina de chaya

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Formulación y comparación de dos sopas nutritivas
hechas a base de harina de papa, harina de maíz y
harina de chaya

Trabajo de graduación presentado por Andrea
Paola Guzmán Abril
para optar al grado académico de Licenciada en Nutrición

Guatemala
2014

Vo.Bo.:

(f) 
Licda. Ana Silvia Colmenares de Ruiz
Asesora

Tribunal Examinador:

(f) 
Licda. Licia Reyes de Maselli

(f) 
Lda. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f) 
MA Lucía Castellanos de Rodríguez

Fecha de aprobación:

Guatemala, 23 de junio de 2014.

PREFACIO

A Dios por permitirme alcanzar esta meta a su lado y a mi familia por haber sido mi alegría y apoyo incondicional todos estos años de carrera.

Al estimado Dr. Ricardo Bressani, por haber sido mi primera guía en la elaboración del presente trabajo, por su visión y ejemplo de transmitir el conocimiento al servicio de los demás.

A Don Carlos Arias, Licda. Brenda Rodas, Ing. Elsa Gudiel, Licda. Claudia Lezama y al personal de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, por su gran ayuda y paciencia durante la realización de este proyecto. A Don Víctor Chacón, del bioterio del INCAP, por su apoyo y guía en la realización del estudio biológico. Al Ing. Rolando Cifuentes por proporcionar las hojas de chaya y al personal de Campus Sur UVG por el corte y recolección de las mismas. A la Ing. Vilma Porres por su colaboración en la capacitación y análisis sensorial con las líderes comunitarias en la finca INCAP. A Moisés Vásquez por su ayuda en el Laboratorio de Operaciones Unitarias, UVG. A Iliana Vásquez por su apoyo en el Departamento de Alimentos, UVG. A Lorna Flores por su apoyo durante toda la carrera, en el Departamento de Nutrición, UVG.

A la Licda. Lucía Castellanos por su apoyo a lo largo de toda la carrera y valiosas observaciones en este proyecto.

Finalmente, a la Licda. Ana Silvia Colmenares por ser ejemplo a seguir en el avance de la tecnología de alimentos, su valioso apoyo incondicional y asesoría final en el presente trabajo

ÍNDICE

PREFACIO.....	ii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE GRÁFICOS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN	xii
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	2
A. Situación alimentaria y nutricional de Guatemala	2
B. Chaya.....	3
1. Generalidades de la chaya	4
2. Contenido nutricional de la chaya.....	7
3. Factores anti nutricionales en la chaya.....	8
4. Efectos del proceso de cocción sobre la chaya.....	9
a. Reducción de glucósidos cianogénicos (HCN) en chaya.).....	9
b. Reducción de vitamina C.	10
5. Usos de la chaya.....	12
D. Suplementos alimenticios.....	14
1. Definición y características.	14
2. Estudios realizados con suplementos alimenticios.....	15
a. Estudios realizados con la mezcla vegetal Incaparina..	15
b. Estudios con la mezcla vegetal Incaparina en animales de experimentación.....	17
c. Estudio de la fortificación con hierro de una galleta nutritiva.).....	18
d. Estudio sobre la formulación de helados funcionales para pacientes con cáncer tratados con quimioterapia o radioterapia.	18
3 Desarrollo de alimentos nutricionalmente mejorados en Guatemala.).....	19
a. Estudios relacionados con la mejora nutricional de sopas instantáneas en Guatemala.	20
4.JUSTIFICACIÓN	22
IV.OBJETIVOS.....	23
A. General.....	23
B. Específicos	23
V. METODOLOGÍA.....	24
Fase I. Formulación de la sopa nutritiva y análisis químico proximal.	24
2. Métodos.....	26
Fase II. Bioensayo.....	29

A. Población.....	29
B. Dietas Las dietas para cada grupo fueron distintas, teniendo la siguiente distribución:	29
C. Enfoque, tipo y diseño.....	30
D. Ubicación.....	30
E. Instrumentos de medición	30
F. Procedimiento	31
Fase III. Análisis sensorial.....	31
A. Participantes	31
B. Ubicación.....	31
C. Instrumentos	32
D. Materiales.....	32
E. Preparación de las muestras.	32
F. Análisis estadístico.....	33
VI. RESULTADOS	34
A. Materia prima.....	34
B. Formulación final de las sopas nutritivas.....	39
C. Análisis Sensorial.....	44
1. Capacitación y análisis sensorial a líderes comunitarias.....	44
2. Análisis sensorial a estudiantes, docentes y personal de UVG.....	49
VII. DISCUSIÓN.....	56
A. Materia Prima.....	56
B. Estudio biológico	57
C. Formulación de las sopas.....	59
D. Análisis Sensorial.....	61
1. Capacitación y Análisis sensorial a líderes comunitarias, INCAP.	61
2. Análisis sensorial a estudiantes, docentes y personal administrativo, UVG.	63
VIII. CONCLUSIONES.....	65
IX. RECOMENDACIONES	66
X. BIBLIOGRAFÍA.....	67
XI. ANEXOS.....	71

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Calendario de siembra y cosecha de chaya en distintas localidades	6
Cuadro. 2. Composición por 100 g de porción fresca de hojas comestibles de chaya	7
Cuadro 5. Materia Prima para ambas formulaciones de sopa nutritiva.....	24
Cuadro 6. Formulaciones con las distintas proporciones a usar para encontrar la proporción proteica optima entre papa-chaya y maíz-chaya	25
Cuadro 7. Material utilizado para la deshidratación de las hojas de chaya	25
Cuadro 17. Formulación de las mezclas secas de sopa nutritiva.	27
Cuadro No 9. Relación de los ingredientes como fuente de proteína para el estudio biológico (PER).....	29
Cuadro No. 10. Composición de dietas para el bioensayo PER (%).	30
Cuadro No. 11. Materiales utilizados en el análisis sensorial	32
Cuadro 12. Composición proximal promedio de las materias primas en base seca (%).	34
Cuadro 13. Análisis de Glucósidos Cianogénicos en harina de chaya y proporciones	34
Cuadro 14. Análisis de oxalatos en harina de chaya y sus proporciones y diversas hojas verdes ..	35
Cuadro 15. Análisis de proteína real en las dietas utilizadas en el estudio biológico	35
Cuadro No. 16. Índice de eficiencia proteica (PER) y digestibilidad para las dietas experimentales con las cuatro proporciones a utilizar en las formulaciones de sopas	36
Cuadro No.17. Formulaciones finales de las sopas nutritivas elaboradas	40
Cuadro 18. Análisis proximal de las sopas nutritivas elaboradas en % de formulación.	41
Cuadro 19 Contenido de nutrientes por porción (16.25g)	41
Cuadro 20. Información nutricional por porción para la Formulación 1 Maíz-Chaya, 90/10	42
Cuadro 21. Información nutricional por porción para la Formulación 2.....	42
Maíz-Chaya, 80/20.....	42
Cuadro 22. Información nutricional por porción para la Formulación 3.....	43
Papa-Chaya, 90/10	43
Cuadro 23. Información nutricional por porción para la Formulación 4.....	43
Papa-Chaya, 80/20	43

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Desnutrición crónica niños/as de 3 a 59 meses de edad para todas las Encuestas de Salud Materno Infantil ENSMI por nivel de educación de la madre	3
Gráfico No. 2. Ganancia de peso total al final del bioensayo, INCAP, 2014.....	37
Gráfico 3. Ingesta total en gramos al finalizar el bioensayo, INCAP, 2014	37
Gráfico 4. Digestibilidad aparente de cada una de las dietas del ensayo biológico, INCAP, 2014 ..	38
Gráfico 6. Prueba de Aceptabilidad Maíz-Chaya (90/10). INCAP. 2014	44
Gráfico 7. Prueba de aceptabilidad Maíz-Chaya (80/20). INCAP. 2014.....	45
Gráfico 8. Prueba de aceptabilidad Papa-Chaya (90/10).INCAP. 2014.....	46
Gráfico 9. Prueba de aceptabilidad Papa-Chaya (80/20). INCAP.2014.....	46
Gráfico 10. Prueba de preferencia Maíz-Chaya (90/10) vrs. (80/20). INCAP. 2014.	47
Gráfico 11. Prueba de preferencia. Papa-Chaya (90/10) vrs. (80/20).INCAP. 2014.....	48
Gráfica 11.1 ¿Le gustó el tamalito hecho a base de harina de maíz y harina de chaya?	49
Gráfico 12. Prueba de aceptabilidad. Maíz-Chaya (90/10). UVG.2014.....	50
Gráfico 13. Prueba de aceptabilidad Maíz-Chaya (80/20) UVG.2014.....	51
Gráfica 14.Prueba de aceptabilidad Papa-Chaya (90/10).UVG.2014	51
Gráfica 15. Prueba de aceptabilidad Papa-Chaya (80/20).UVG. 2014	52
Gráfica 16. Prueba de preferencia Maíz-Chaya 90/10 vrs. 80/20.UVG. 2014	53
Gráfica 17. Prueba de preferencia Papa-Chaya 90/10 vrs. 80/20.UVG.2014.....	53
Gráfica 19. Prueba de preferencia Maíz (80/20) vrs. Papa (80/20).UVG.2014.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 3. Forma de las hojas de chaya de las selecciones I, II, III y IV encontradas en distintas regiones de Guatemala. Las selecciones III y IV presentan pequeñas vellosidades irritantes, en el perímetro de la hoja, que desaparecen con la cocción.	5
Figura 1. Resultados de estudio longitudinal de oriente de Guatemala. 1969. INCAP.....	15
Figura. 2. Resultados del estudio de seguimiento en el Oriente de Guatemala. 1991. INCAP	16
Diagrama de flujo 1: Procedimiento para la elaboración de la sopa a base harina de maíz y harina de chaya	26
Diagrama de flujo 2: Receta para la preparación de la sopa líquida lista para consumirse	27
Diagrama de flujo No. 4: Preparación de las muestras para análisis sensorial	32

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado para análisis sensorial	72
Anexo 2. Boleta de análisis sensorial. UVG	73
Anexo 3. Boleta de análisis sensorial. INCAP	74
Anexo 4. Boleta de análisis sensorial. Prueba de preferencia.	75
Anexo 5. Guía de Análisis Sensorial.....	76
Anexo 6. Tablas de registro de peso de las ratas	82
Anexo 7. Métodos químicos para análisis proximal (AOAC).....	84
Anexo 8. Material para promover el panel sensorial.	88
Anexo 9. Análisis de Varianza ANOVA. Análisis Sensorial. Maíz. UVG.	89
Anexo 12. Análisis de Varianza ANOVA. Análisis Sensorial. Papa. INCAP	98
Anexo 13. Prueba Binomial de dos Colas (nivel de probabilidad del 5%). Análisis sensorial, INCAP.	100
Anexo 14. Prueba Binomial de dos Colas (nivel de probabilidad del 5%). Análisis sensorial, UVG.....	100
Anexo 15. Análisis de ANOVA del índice de eficiencia proteica (PER). (Nivel de probabilidad del 5%) de los grupos experimentales contra el control en bioensayo.	100
Anexo 16. Capacitación dada a las líderes comunitarias e imágenes	101
Anexo 17. Fotos del análisis sensorial en Sacatepéquez	106
Anexo 18. Fotos del análisis sensorial en Universidad del Valle de Guatemala.....	107
Anexo 19. Fotos del Ensayo biológico en ratas.....	109
Anexo 20, Tabla binomial de dos colas con nivel de probabilidad del 5%	111
Anexo 21. Cálculo de Minerales, Sodio, Zinc y Hierro	112
Anexo 22. Comentarios en la prueba de preferencia. INCAP- UVG	113

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue formular dos sopas nutritivas deshidratadas hechas a base de harina de papa, harina de maíz y harina de chaya con alto valor proteico para poder contribuir a la seguridad alimentaria de Guatemala.

Se elaboraron cuatro mezclas principales como base para las formulaciones de sopas nutritivas. Se realizaron dos proporciones de cada mezcla vegetal: Maíz-Chaya (90/10 y 80/20) y Papa-Chaya (90/10 y 80/20).

Se realizó un análisis proximal a la materia prima y a las formulaciones del producto ya terminado donde se determinó que las mezclas vegetales elaboradas poseen un buen porcentaje de proteína (promedio entre 10.32 y 13.0%).

Se realizó un estudio biológico con 5 grupos de ratas raza Wistar y se determinó que el producto con la mejor digestibilidad e índice de eficiencia proteica (PER) fue la formulación Maíz-Chaya, 90/10, seguida de la formulación Papa-Chaya, 90/10.

Fue necesario verificar la aceptabilidad sensorial de las formulaciones elaboradas, por lo que se realizaron dos pruebas sensoriales, una de aceptación y otra de preferencia. Ambas pruebas se evaluaron en dos lugares: Finca del INCAP, ubicada en San Juan Sacatepéquez y en la Universidad del Valle de Guatemala, Campus central. Con las cuales se determinó que la formulación con mayor puntaje de aceptación y preferencia fue la de Maíz-Chaya, 90/10, seguido de la formulación de Papa-Chaya, 90/10.

De acuerdo a estos resultados se recomienda la formulación Maíz-Chaya, 90/10, como producto final y como proporción adecuada para utilizar en otras preparaciones de alimentos.

I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala la dieta se basa principalmente en la ingesta de tubérculos, cereales y vegetales, tanto en el área rural como urbana. El grano de mayor consumo en la dieta guatemalteca es el maíz. Este se come en sus diferentes formas y su importancia radica en que la ingesta de maíz en la región americana representa hasta 59% y 45% del consumo diario de calorías y proteínas respectivamente (Bressani, 1990).

Existe harina de maíz ya elaborada la cual es fina, seca, blanca o algo amarillenta, esta harina al mezclarse con agua forma una masa que se usa para la preparación de tortillas, tamales, atoles, entre otros. Por otro lado, la ingesta de tubérculos y vegetales también es bastante frecuente en las áreas rurales y urbanas, uno de los tubérculos más importantes de nuestro país es la papa, este alimento proporciona al igual que el maíz un porcentaje alto de calorías y proteínas.

La chaya es un arbusto que crece en el área tropical del país, la cual es altamente nutritiva y se prepara en diferentes recetas. Los principales aportes nutricionales de esta planta es su alto contenido de proteína y vitamina C que es un nutriente importante para el funcionamiento normal del organismo, para la prevención de enfermedades, y para ayudar a la absorción de hierro, por lo que las hojas de chaya pueden hacer una contribución significativa a la dieta (Molina, 1999).

Debido a la situación alimentaria y nutricional de nuestro país, se ha visto la necesidad de crear productos nutricionales que ayuden a disminuir el alto grado de desnutrición, uno de estos productos es la mezcla vegetal llamada Incaparina. De allí, nace la idea de crear un producto de bajo costo y de alto valor nutricional usando alimentos que se consumen frecuentemente entre la población guatemalteca.

Por medio de este estudio se podrá crear una mezcla vegetal entre papa y chaya y entre maíz y chaya y comparar sus proporciones para verificar cuál de las dos mezclas brinda un mayor aporte de proteína y por lo tanto cuál de las dos es más nutritiva.

II. MARCO TEÓRICO

A. Situación alimentaria y nutricional de Guatemala

La Encuesta Clínico Nutricional a nivel nacional, realizada en Guatemala por el INCAP en 1965, mostró que el problema nutricional más grave en el país es la desnutrición proteico calórica, especialmente en la población preescolar. Aproximadamente una cuarta parte de la población encuestada, no satisface sus necesidades calóricas (INCAP, 1969).

Según la Organización de Alimentación y Agricultura (FAO) se conoce que, a excepción del año 90, el nivel de suficiencia energética de Guatemala ha sido insuficiente durante los últimos 20 años, marcándose una tendencia negativa desde el año 1994, llegando actualmente a una deficiencia per cápita de 200kcal diarias. Esto es confirmado en el Informe de la Situación de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Guatemala donde se afirma que el suministro global de alimentos es insuficiente para cubrir las necesidades mínimas de la población guatemalteca (INCAP, 1969).

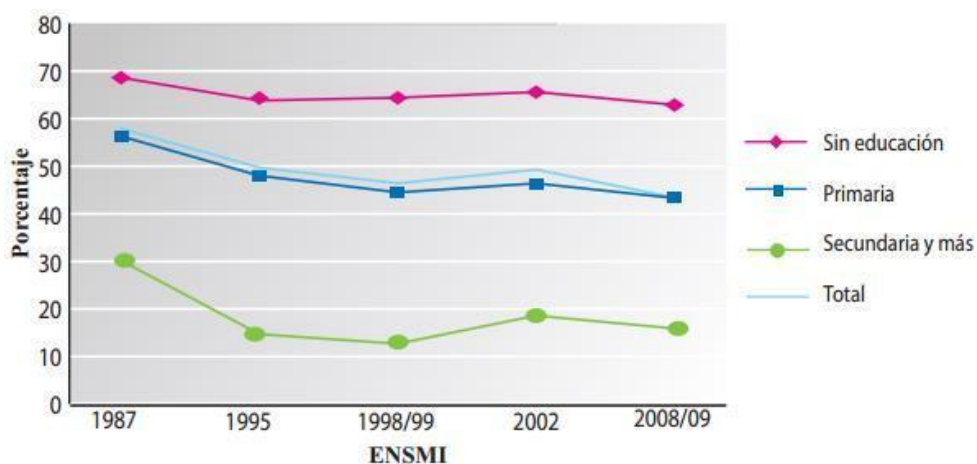
Por otra parte, el problema esencial de esta deficiencia proteico calórica se ve reflejado en la desnutrición crónica y aguda de los niños menores de 5 años. La desnutrición proteico calórica se presenta en tres formas severas: kwashiorkor, marasmo y en su forma mixta: kwashiorkor-marasmático. La causa fundamental de tales cuadros severos de desnutrición es la falta de una buena fuente de proteínas que sustituya a la proteína de la leche materna, que había sido la única provisión proteica del niño antes del destete y a veces, durante los 18 a 24 meses de la vida (Velasco, 1972).

Según la ENSMI (2008-2009), el porcentaje total de niñas y niños de 3 a 59 meses de edad con desnutrición crónica es de 43.4%, de ellos el 16.1 % presentaron desnutrición severa. Así mismo, según el grupo étnico los niño/as que pertenecen al grupo indígena son los más afectados, porque más de la mitad de ellos/as (58.6 %) presentan desnutrición crónica. Ahora bien, la distribución porcentual de la desnutrición crónica por regiones muestra que las regiones de noroccidente, sur-occidente y norte son las que tienen el porcentaje más alto, mientras que la metropolitana y sur-oriente tienen menor proporción de niño/as con desnutrición crónica. En cuanto a la desnutrición aguda total, las regiones con mayor porcentaje de niñez desnutrida agudamente son la nor-oriente con 1.3 por ciento, y sur occidente con 1.2 por ciento.

La desnutrición global muestra diferencias en relación con el nivel de educación de las madres. Lo cual se ve reflejado en el 27.7 por ciento de niño/as cuyas madres carecen de

algún grado de educación tienen problemas de desnutrición, pero cuando la madre posee educación superior es sólo el 3.6 por ciento como se puede apreciar en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Desnutrición crónica niños/as de 3 a 59 meses de edad para todas las Encuestas de Salud Materno Infantil ENSMI por nivel de educación de la madre



(ENSMI, 2008-2009)

B. Chaya

En Guatemala, como en el resto de Mesoamérica, existe una gran variedad de plantas alimenticias utilizadas desde hace mucho tiempo por las culturas nativas de la región. Lamentablemente, algunas de estas plantas, como el bledo, chipilín y hierba mora, están subutilizadas por desconocimiento de su valor nutritivo y propiedades útiles. Otra de estas plantas olvidadas es la chaya, cuyas hojas tiernas y cogollos son comestibles luego de cocinarles (Molina, 1997).

1. Generalidades de la chaya

a. Descripción botánica de la chaya. La chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) es un arbusto de tres a cinco metros de altura, con un tronco grueso de color pálido, peciolos de 10 a 20 cm de largo, generalmente desprovistos de pelo. Las hojas son de forma muy variada, profundamente lobadas, lo que significa divididas en porciones no demasiado profundas y más o menos redondeadas; bastante gruesas y carnosas cuando están frescas. Las flores son blancas, de sépalos glabrosos o diminutamente purulentos, o sea, con pelitos muy finos, cortos y escasos, blancos o verdosos (Curley, 1996).

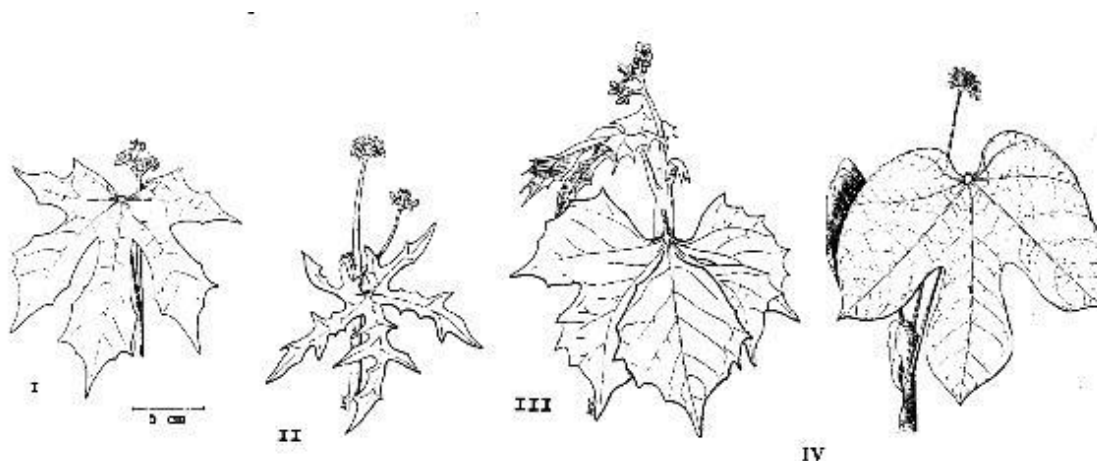
Según Martin y Ruberté (1978) la chaya se encuentra en las regiones secas del trópico, aunque está muy bien adaptada al clima cálido y húmedo. Esta planta después de un año de ser sembrada se convierte en un pequeño pero fuerte árbol del cual puede cosecharse su succulento follaje. Es altamente nutritiva y puede ser preparada en diferentes recetas.

Se han encontrado más de 40 especies de chaya a través de Centro América y el Caribe. Es originaria de Yucatán, México y se ha llevado a otras regiones de América Central. Sin embargo, se diferencian dos variedades principales de chaya: la doméstica, *chaya mansa*, que es la usualmente comestible, y la silvestre, *chaya brava*, que raras veces es utilizada en la alimentación. En el estudio se utilizará únicamente la *chaya mansa* de hojas tipo estrella (es la más común en Guatemala) puesto que esta variedad es comestible y su contenido de vellosidades urticantes no está presente en las plantas cultivadas, por lo que no causa irritación en contacto con la piel. Además, la mayoría de estudios existentes sobre la chaya y su cocción se han realizado con este tipo de chaya con hoja en forma de estrella. (Martin y Ruberté, 1978).

La especie *chayamansa* del mismo género es un arbusto de 3 metros de altura con savia lechosa, las ramas son de un centímetro de grueso en el extremo. Se ramifica libremente y las ramas nuevas tienden a ascender. El tallo central tiene aproximadamente entre 10 cm de diámetro o más en las plantas mayores. La corteza del tallo es suave, verde cuando es joven y grisácea cuando se envejece. La madera es suave, fácilmente rompible y susceptible a pudrirse y no tiene o tiene muy pocos pelos urticantes (Martin y Ruberté, 1978).

Según Molina, Curley y Bressani (1997), existen por lo menos 4 selecciones distintas de chaya, que se diferencian por la forma de la hoja. Todas las selecciones son de la subespecie *Cnidoscolus aconitifolius* ssp. *aconitifolius* (Ver Figura 3). Los lugares donde se encontró la chaya fueron los siguientes: selección I: en Baja Verapaz, Santa Rosa, Escuintla, Izabal y Petén; selección II: en Jutiapa, selección IV en Chiquimula, Jutiapa, y Zacapa. Al sembrar por estacas las selecciones I y II estas crecieron bien, mientras que las selecciones III y IV solo crecieron en invernadero, cabe resaltar que el tipo de chaya que se utilizará será la tipo I, en forma de estrella, la cual no posee vellosidades urticantes (Ver Figura 3) (Molina, 1997).

Figura 3. Forma de las hojas de chaya de las selecciones I, II, III y IV encontradas en distintas regiones de Guatemala. Las selecciones III y IV presentan pequeñas vellosidades irritantes, en el perímetro de la hoja, que desaparecen con la cocción.



(Molina y Cifuentes, 2003)

b. Cultivo. La chaya puede sembrarse en cualquier época del año, pero es más fácil que se propague al principio de la época lluviosa cuando los días se alargan. La producción de semillas es rara, por lo tanto se usan cortes de tallos maduros o de edad intermedia. A los cortes gruesos de 5 cm o más les sale lentamente raíz. Las puntas tiernas y suaves son susceptibles a marchitarse y podrirse. Las estacas deben mantenerse en un lugar húmedo, con luz y ventilado para producir raíces. La longitud de las estacas puede variar de 10 cm a un metro o más de largo; pueden sembrarse directamente en la tierra donde se espera que crezcan. La tierra debe estar bien drenada y no muy húmeda al principio. Una vez la chaya ya este establecida, puede resistir la lluvia considerable y tolerar drenaje imperfecto (Martin y Ruperté, 1978).

La estaca comienza a retoñar después de 2 a 6 semanas de haber sido sembrada. La planta crece lentamente durante los primeros 4 meses. Después de un año de crecimiento, las plantas pueden ser podadas considerablemente. Durante sequias severas el crecimiento puede parar y puede que se caigan algunas hojas, pero las hojas se recuperan cuando la lluvia vuelve (Martin y Ruperté, 1978).

Mientras está joven, la chaya debe protegerse de la maleza. Se ha descubierto que el estiércol es muy útil y permite el crecimiento máximo con la mínima atención. Las plantas con ramas muy largas deben ser protegidas de enredaderas que pueden romper las ramas por el peso y destruir el follaje por la sombra. Hasta ahora, la chaya parece estar libre de pestes y enfermedades que son plagas para las verduras en climas tropicales. Las orugas pueden destruir su follaje, pero la planta puede recobrarlo rápidamente. Las plantas jóvenes tienden a

ser más susceptibles a las orugas que las mayores (Martin y Ruberté, 1978).

No se conocen los efectos de los fertilizantes en la chaya, aunque se espera que, así como el estiércol, los fertilizantes minerales permitan el crecimiento más rápido y aumenten los rendimientos. Se han obtenido crecimientos satisfactorios en los jardines y bajo condiciones adversas (Martin y Ruberté, 1978).

La cosecha de chaya debe empezar hasta que haya suficiente follaje para que puedan removerse hojas sin atrofiar la planta. Una cosecha de 60 a 80% de las hojas y ramas no es excesiva, y son necesarias solo unas pocas semanas para que la cosecha pueda repetirse. (Martin y Ruberté, 1978)

Cuadro 1. Calendario de siembra y cosecha de chaya en distintas localidades

2000		ACTIVIDAD Y DÍA DEL MES										
Localidad	Ene	Feb	Mar	Abr	M	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
Escuintla	S				15T			3C	11C	30C		
El Petén	S				25T				26C		30C	
Jutiapa	S				23T				19C			7C
Ciudad de Guatemala	S				12T				21C			8 C

S= siembra en bolsas de almácigo en invernadero

T= Transplante a sitios experimentales

C= Cosecha

En el Cuadro 1 se muestra las actividades de siembra, transplante y cosecha en cada localidad (Molina y Cifuentes, 2003)

2. Contenido nutricional de la chaya. Del estudio realizado por Molina en 1997, se tomaron muestras de las plantas de invernadero (selecciones I, III y IV) y de los campos experimentales (selecciones I y II) la cuales fueron destinadas para su análisis químico. En el Cuadro 2 se presenta la composición promedio de hojas de chaya y se dan datos de composición de otras hojas comestibles comunes, nativas y exóticas, para comparación.

Cuadro. 2. Composición por 100 g de porción fresca de hojas comestibles de chaya

	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)	Fibra (g)	Ceniza (g)	Calcio (g)	Fosforo (g)	Hierro (g)	Actividad de A vit. A (µg)	Vitamina B1 (mg)	Vitamina B2 (mg)	Niacina (mg)	Vitamina C (mg)	%de humedad	Energía, kcal
Chaya**	5.2	1.9	10.7	2.4	1.9	244	71	2.2	2.5	0.2*	0.4*	1.6*	350	80	64*
Bledo*	3.7	0.8	7.4	1.5	2.1	313	74	5.6	1.6	0.05	0.24	1.2	65	86	42
Chipilín*	7.0	0.8	9	2.0	1.5	287	72	4.7	3.0	0.33	0.49	2.0	100	82	56
H. mora*	5.0	0.8	7	1.4	1.8	199	60	9.9	0.2	0.18	0.35	1.0	61	85	45
Calabaza*	4.2	0.4	3.4	1.5	1.6	127	96	5.8	0.8	0.14	0.17	1.8	58	90	26
Espinaca*	2.8	0.7	5	0.7	1.8	60	30	3.2	1.2	0.06	0.17	0.6	46	90	30
Acelga*	1.6	0.4	5.6	1.0	1.6	110	29	3.6	0.9	0.03	0.09	0.4	34	91	27
Lechuga*	1.0	0.1	3	0.5	0.4	16	23	0.4	--	0.05	0.03	0.3	7	96	13

**Contenido promedio de 4 selecciones, analizando cada una por lo menos en duplicado.

*Tomado de INCAP-ICNND, 1961

(Molina y Cifuentes, 2003)

Como puede observarse en el Cuadro 2 las hojas de chaya de Guatemala presentan un valor nutritivo alto en comparación a otras hojas comestibles. Las hojas de chaya sobresalen por su alto contenido de vitamina C, actividad de vitamina A (principalmente β - caroteno) y proteína. Aunque no se sabe cuánto se logra absorber por el humano de estos nutrientes, la chaya tiene cantidades altas, por lo que puede contribuir significativamente a la dieta al igual que las hojas de bledo, chipilín y hierba mora. Cabe resaltar que un factor que puede afectar la cantidad de nutrientes utilizables de la hoja es la preparación (Molina, 1997).

La composición de las hojas de chaya es relevante para la nutrición humana ya que la vitamina C es importante para funcionamiento normal del organismo y por ser antioxidante se ha asociado a la prevención del cáncer. Además, la vitamina C puede ayudar a la absorción de hierro, cuya deficiencia es uno de los principales problemas nutricionales de Mesoamérica. Por otro lado, el β -caroteno es importante como fuente de vitamina A y también es un antioxidante que podría prevenir el cáncer. La vitamina A aparte de ser esencial para la visión, también es importante durante el desarrollo embrionario y para la prevención de infecciones (OPS-ILSI, 1991).

Por lo tanto, se puede concluir que el uso cotidiano de la chaya podría ayudar a solucionar el problema de la ingesta de proteína a nivel rural si se promueve adecuadamente su uso y sus beneficios. Así mismo, podría incluirse la chaya en ciertos productos nutricionales para fortificarlos. Se han realizado ciertos estudios utilizando chaya en recetas cotidianas, sin embargo, no existen muchos estudios relacionados con la elaboración de productos nutricionales específicos utilizando la chaya a excepción del estudio de Juárez en 2001 llamado "Hojas de chaya enlatada en salmuera" en la cual se presentan las hojas de chaya condimentadas en lata listas para consumir. Actualmente se están llevando a cabo estudios para la suplementación de harinas de cereales con la harina de chaya debido a su contenido de hierro, vitamina C y vitamina A.

3. Factores anti nutricionales en la chaya. En la hoja de chaya se ha encontrado algunos componentes tóxicos y anti nutricionales. Entre estos están los glucósidos cianogénicos, sustancias que al tratarlas con ácido o enzimas proteolíticas producen cianuro de hidrogeno (HCN). La toxicidad de estos compuestos se debe a la producción de HCN, el cual inhibe la acción de la enzima citocromo oxidasa, que es el catalizador respiratorio terminal de organismos aeróbicos (Curley, 1996).

En humanos las dosis orales letales mínimas de HCN son de 0.5 -3.5 mg/kg de peso del cuerpo. El veneno se absorbe por el tracto gastrointestinal y se producen síntomas de asfixia. Cuando las dosis no son letales, la inhibición de la respiración puede revertirse por la remoción de HCN por intercambio gaseoso o por un proceso de detoxificación metabólica. En el último caso, el HCN se metaboliza por la reacción de tiosulfato para formar tiocinato, el cual se excreta en la orina. (Curley, 1996)

4. Efectos del proceso de cocción sobre la chaya

a. Reducción de glucósidos cianogénicos (HCN) en chaya. Existen varios procesamientos para eliminar los glucósidos cianogénicos de las hojas de chaya, principalmente al cocinarlas (escaldarlas). Sin embargo, muchos de estos procesos restan valor nutritivo a las hojas. A excepción de los estudios realizados en 1999 por el Doctor Álvaro Molina, los cuales se han convertido en los más relevantes en este ámbito. En estos estudios se afirma que las hojas de chaya se comen cocinadas, la cocción es necesaria para eliminar los glucósidos cianógenos que contiene la hoja, ya que estos compuestos forman ácido cianhídrico (HCN), el cual es tóxico (Molina, 1999).

La primera parte de este estudio consistió en comprobar si la cocción tradicional de hojas de chaya en agua hirviente es efectiva para eliminar los glucósidos cianogénicos, y sin ser excesiva se podría conservar la mayor parte de la vitamina C. Cabe resaltar que otros alimentos comunes como el frijol y la yuca también contiene estos compuestos, los cuales son fácilmente eliminados durante la cocción (Molina, 1999).

Como se mencionó anteriormente los glucósidos cianogénicos son tóxicos pues forman ácido cianhídrico (HCN), pero este es eliminado en el vapor y no permanece en el agua de cocción. De esta manera una vez cocinada la chaya puede utilizarse en recetas similares a las de espinaca o acelga (Molina, 1999).

En los experimentos se analizaron hojas de chaya de la selección I, siendo esta selección de chaya la que tiene hojas sin vellosidades urticantes que se han encontrado desde el nivel del mar hasta 1524 metros de altitud. Las hojas se analizaron en duplicado, menos de una hora después de ser cortadas (Molina, 1999).

Las hojas de chaya presentaron en promedio (base fresca): 6.0 mg de Vitamina C/g hoja, 78% de humedad y 0.11 mg HCN/g hoja. Estos niveles de vitamina C son casi diez veces lo que se encuentra en la naranja o el limón. Las hojas cocinadas en agua hirviente alcanzaron niveles inofensivos de glucósidos cianogénicos (0.017mg HCN/g alimento) a los 15 min de cocción, coincidiendo esto con el tiempo promedio de cocción tradicional en agua hirviente (Molina, 1999).

Este contenido de HCN está por debajo del nivel máximo aceptado en alimentos (0.025 mg HCN/g de alimento) por la agencia de protección ambiental de E.U. por lo que es adecuado para consumo. En el caldo de cocción no se detectó HCN, por lo que puede consumirse sin riesgo.

b. Reducción de vitamina C. Durante la cocción en agua hirviente, la vitamina C disminuyó gradualmente en las hojas y paso al caldo de cocción. Esto indica que para consumir la mayor parte de la vitamina C de las hojas cocinadas hay que consumir también el caldo de cocción (Molina, 1999).

Por otro lado, la retención de vitamina C en la hoja aumentó teniendo sal en el agua de cocción. El aumento fue directamente proporcional a la concentración de sal. A los 15 minutos de cocción con sal (0.009 g NaCl/ml) la hoja contenía casi el doble de la vitamina C de la hoja cocinada sin sal. La retención de vitamina C en la hoja también dependió inversamente del volumen de agua de cocción. Duplicar y triplicar el volumen de agua de cocción (15 minutos) causó una disminución de 15 y 38% en la cantidad de vitamina C retenida en la hoja (Molina, 1999).

Ahora bien, lo anterior nos indica que para aprovechar la mayor parte de vitamina C es mejor consumir la hoja y el caldo de cocción, pero si se va a consumir solamente la hoja, es mejor cocinarla con sal y agua para evitar la pérdida de vitamina C en el caldo (Molina, 1999).

Finalmente, la primera parte de este estudio también calculó la cantidad de vitamina C que se pierde durante distintos almacenamientos con el objetivo de determinar las condiciones que minimizan las pérdidas de este nutriente (Molina, 1999).

Los estudios de almacenamiento indicaron que las hojas almacenadas en la refrigeradora (5 °C) en bolsa plástica cerrada, conservaron más vitamina C que las hojas almacenadas a temperatura ambiente en bolsa o sin bolsa. El almacenamiento en refrigeradora conservó toda la vitamina C por 4 días, y 80% de esta por 12 días, conservando las hojas en buen estado. Las hojas almacenadas a temperatura ambiente en bolsa conservaron casi 75% de la vitamina C en 4 días y las hojas sin bolsa solo 10% de la vitamina C inicial en ese tiempo. Las hojas almacenadas en bolsa a temperatura ambiente presentaron crecimiento de moho a las 6 días, por lo que no se continuaron evaluando más tiempo (Molina, 1999).

Entonces como conclusión para disminuir pérdidas de vitamina C se recomienda almacenar las hojas en refrigeradora dentro de una bolsa plástica, y si se almacenan a temperatura ambiente es mejor guardarlas en una bolsa plástica (Molina, 1999).

Con este estudio nuevamente se confirmó que la vitamina C es un nutriente importante para el funcionamiento normal del organismo, para la prevención de enfermedades, y para ayudar a la absorción de hierro, por lo que las hojas de chaya pueden hacer una contribución significativa a la dieta con este nutriente (Molina, 1999).

Por otro lado, la segunda parte del estudio consistió en valorar otras formas de cocción no tradicional, como al vapor, en olla de presión o con microondas para ver si conservan un mayor porcentaje de la vitamina C en la hoja (Molina, 1999).

Para los experimentos se utilizaron hojas de chaya mansa tipo estrella ya que se adaptan bien a la altitud de la ciudad de Guatemala (1524 metros). Esta selección de chaya presenta hojas sin vellosidades urticantes. Las hojas se analizaron en duplicado, menos de una hora después de ser cortadas. Los resultados expresan que las hojas de chaya presentaron un promedio de 6.0 mg de vitamina C/g hoja., 78% de humedad y 0.11mg de HCN/g hoja (Molina, 1999).

Al cocinar las hojas al vapor su contenido de HCN y vitamina C disminuyó gradualmente con el tiempo pero más despacio que al cocinarlas en agua hirviendo. A los 20 minutos de cocción al vapor las hojas contenían niveles inofensivos de HCN y contenían 50% de la vitamina C inicial. Por ello se recomienda cocinar las hojas al vapor por lo menos 20 minutos, en comparación de 15 min en agua hirviendo. La cocción al vapor deja entonces tanta vitamina C en la hoja como la cocción en poca agua hirviendo con sal (Molina, 1999).

Ahora bien, la cocción de las hojas en olla a presión eliminó más rápidamente los glucósidos cianogénicos: a los 3 minutos de subir la presión se encontraron niveles inofensivos de HCN (0.016mg HCN/g hoja) y 33% de la vitamina C inicial de la hoja. Encontrándose el resto de la vitamina C en el caldo. Por lo tanto, la cocción a presión de las hojas es adecuada per es mejor consumir el caldo para aprovechar la mayor parte de vitamina C (Molina, 1999).

Así mismo, la cocción de las hojas por microondas (550 watts) y poca agua disminuyó el contenido de vitamina C de la hoja más lentamente que los métodos anteriores. A los 10 minutos el contenido de HCN era inofensivo (0.025 mg/g hoja) y las hojas contenían 75% de la vitamina C inicial. Junto con el caldo, se conservó 90% de la vitamina C inicial. La cocción por microondas resultó de menor tiempo para eliminar el HCN en comparación con la de agua hirviendo y conservó más vitamina C en la hoja en comparación con los otros métodos de cocción (Molina, 1999).

Durante la fritura (142°C) la vitamina C en la hoja disminuyó gradualmente, conteniendo a los 10 minutos menos del 50% del valor inicial; el HCN disminuyó a niveles inofensivos (0.0237 mg HCN/g hoja). Por lo tanto si solo se fríen las hojas, se recomienda hacerlo más de 5 minutos y menos de 10 minutos (Molina, 1999).

Finalmente, este artículo reporta la efectividad de la cocción al vapor, en olla de presión, por microondas y fritura en aceite, para eliminar los glucósidos cianogénicos de la hoja de chaya, sin disminuir su vitamina C (Molina, 1999).

5. Usos de la chaya. Debido a que las hojas de chaya poseen un alto valor nutritivo tanto en vitamina A, β -carotenos y proteína, pueden ser utilizadas en un amplio rango de recetas y modalidades nutricionales en el área alimentaria y nutricional. Esto lo demuestra el estudio realizado por Irene Quevedo en el 2009 sobre la aceptabilidad de la chaya fresca y deshidratada incorporada a ciertas preparaciones alimentarias.

La información sobre las formas tradicionales de preparación de la hoja de chaya se obtuvo de datos recolectados por el equipo de investigación del proyecto de chaya de la Universidad del Valle de Guatemala, durante el proceso de recolección de la hoja en los diferentes departamentos del país. La información se obtuvo por medio de una entrevista directa realizada a las personas que tenían chaya dentro de su propiedad o en la cercanía de la misma, tuvo como resultado que en su mayoría las personas que sí la incluían dentro de su alimentación (Quevedo, 2009).

Entre las preparaciones más comunes utilizando las hojas de chaya se encuentran:

- Sopa de chaya: Se cocinan las hojas tiernas y los retoños de chaya en caldo de res, de pollo o de “jute”, (caracoles pequeños que se encuentran en ríos o lagos) se condimentan con consomé.
- Recado “Chatate”: Se cocinan las hojas, se pican y se fríen junto con tomate y
 - cebolla picada.
- Verdura picada con chaya: Se cocinan las hojas tiernas y se sacan del agua se agrega sal se le agrega zanahoria, papa, güisquil, tomate, cebolla y limón se come con tortillas y chile.

- Chaya con huevo: Se cocinan las hojas se sacan del agua se pican y luego se revuelven con huevo.
- Chaya con “pinol”: Se prepara el pinol con maíz tostado y molido. Agregando pimienta gorda molida, agua y un poco de achiote y/o tomillo. Las hojas de chaya se cocinan y se elimina el agua y luego se agregan a la mezcla anterior.
- Chaya o chatate en arroz o frijol: hojas cocinadas y picadas se agregan al arroz precocido o a los frijoles.
- Tamalitos de chaya: se cocinan las hojas de chaya se pica finamente y se agregan al recado se prepara el recado (tomate y cebolla picados y fritos con carne de pollo o carne molida) la masa se envuelve en hoja de plátano y hojas de mashan y luego se cocinan a vapor.
- Té de chaya: se cocinan las hojas por poco más de un minuto y se sacan y el té es un refresco agradable y sano, se toman tres tazas por día para bajar la glucosa en la sangre, también ayuda también a bajar la presión arterial y mejora la vista.
- Boyas de chaya: se cocinan las hojas se pican y se agregan a la masa de maíz y se envuelven en hojas de maíz (tuza) y se cocen. (Quevedo, 2009)

Por otro lado, la chaya es usada también de forma medicinal, principalmente para la insuficiencia renal y la diabetes. Así mismo, la utilizan como una planta con efectos galactogogos, es decir, para disminuir el colesterol. Además, le atribuyen propiedades laxantes y diuréticas. A pesar de los usos variados de esta planta en la terapéutica tradicional no se dispone de resultados experimentales ni históricos que lo avalen (Quevedo, 2009).

Así mismo, en muchos de los lugares donde esta planta está presente en sus diferentes variedades es utilizada como una planta ornamental principalmente la chaya de tipo de estrella (que es la más común en Guatemala), y la de tipo picuda (Quevedo, 2009).

Finalmente, este estudio concluyó que es factible la incorporación de la chaya a la dieta familiar, puesto que es una hoja fácil de cocinar con la dieta habitual ya que combinan bien con huevos, maíz, arroz y otros alimentos. Así mismo, se determinó que la chaya fresca y deshidratada tiene una buena aceptabilidad en adultos y adolescentes con diferencias de aceptabilidad presentes en el grupo de niños. Por lo tanto, esto nos indica que es factible realizar productos alimenticios que contengan ya sea chaya fresca o chaya deshidratada como una solución para la deficiencia proteico calórica a nivel nacional (Quevedo, 2009).

D. Suplementos alimenticios

1. Definición y características. Según la AAFCO, se define un suplemento alimenticio como un alimento usado en combinación con otro para mejorar el balance nutricional o el resultado de esa mezcla. Y es usado principalmente para utilizar sin diluir, como suplemento de otro alimento; ofrecerlo separadamente y a libre elección como parte de la ración disponible o ya bien, diluirlo y mezclarlo con otros para conformar un alimento completo (AAFCO, 2000).

Ahora bien, las definiciones que brinda la Legislación de los Complementos Alimenticios en América Latina es usado como instrumento legal y será el que usaremos para la presente investigación.

“El suplemento dietético es un producto que se fabrica para suplementar la dieta, que aporta o contiene cierta vitamina, mineral, hierba o alguna otra sustancia botánica, aminoácido o sustancia dietética para uso por el hombre con el fin de suplementar la dieta mediante el incremento de la ingesta total o algún ingrediente antes descrito.” (LCAAL, 2010)

Su diferencia con un complemento alimenticio, es que estos ayudan a establecer o restablecer niveles de deficiencia específicamente. Entre las características de un suplemento se encuentran las siguientes:

Su finalidad es la de complementar la dieta alimenticia

- contiene uno o más de los siguientes ingredientes: vitaminas, minerales, aminoácidos, y otros elementos procedentes del reino vegetal o animal.
- una sustancia dietética utilizada para aumentar la ingesta energética total,
- un concentrado, metabolito, constituyente, extracto, o combinación de cualquiera de los ingredientes antes mencionados
- un preparado para su ingestión en forma de píldora, cápsula, tableta, polvo, gel, extracto, líquido, barra alimenticia, galleta etc, que no esté presentado como alimento convencional. (Pinto, 2010)

2. Estudios realizados con suplementos alimenticios

a. Estudios realizados con la mezcla vegetal Incaparina. En la actualidad, existen muchos productos nutricionales en la actualidad utilizados para suplementar la dieta de las personas. Sin embargo, para que un producto pueda salir al mercado se requiere de estudios longitudinales de gran alcance para comprobar que el producto nutricional verdaderamente cumple con su función. Uno de los productos nutricionales más importantes del país es la Incaparina, la cual se ha convertido en un producto reconocido a nivel nacional e internacional por ser una fuente de proteína de buena calidad, de sabor aceptable y de bajo costo.

El Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá realizó en 1969 un estudio longitudinal en el oriente de Guatemala, cuyo principal propósito fue evaluar a niños menores de 7 años, mujeres embarazadas y en periodo de lactancia para probar la hipótesis que una buena nutrición en los primeros años de vida da lugar a un acelerado crecimiento físico y desarrollo mental de los niños en edad preescolar (INCAP, 2001).

Esta hipótesis se probó positivamente al proporcionar suplementos alimentarios gratuitos, a libre demanda, en cuatro comunidades. En dos aldeas, se proporcionó una bebida proteico-energética alta (atole) como suplemento al régimen alimentario normal. En otras dos aldeas, se proporcionó una bebida sin proteínas, baja en calorías (fresco). Las aldeas fueron asignadas aleatoriamente según el tamaño (INCAP, 2001).

El atole contenía Incaparina (mezcla proteica vegetal) leche descremada en polvo y azúcar, la cual aportaba 163 kcal y 11,5 g de proteína por taza (180 ml), mientras que el fresco no contenía ninguna proteína, muy poca azúcar y agentes saborizantes para un sabor agradable (59 kcal/180 ml). También se agregaron al fresco algunos micronutrientes en concentraciones similares como en el atole. Ambas bebidas fueron distribuidas en los centros de administración de suplementos alimentarios y estaba disponibles diariamente voluntariamente, para todos los miembros de toda la comunidad (INCAP, 2001).

Los resultados demostraron que una buena nutrición en los primeros años de vida da lugar a un acelerado crecimiento físico y desarrollo mental de los niños en edad preescolar como se puede apreciar en la Figura 1.

Figura 1. Resultados de estudio longitudinal de Oriente de Guatemala. 1969. INCAP.



Ahora bien, según el estudio de seguimiento del INCAP, realizado en 1988 por Martorell, indica que el mejoramiento nutricional en el periodo crítico de gestación y los tres primeros años de vida mejoran la formación de capital humano medido en la adolescencia y la madurez. La población estudiada fueron los participantes del estudio longitudinal del INCAP, que ya tenían entre 11 a 26 años de edad. Y los resultados se vieron reflejados en un mayor tamaño corporal, mayor capacidad de trabajo, maduración temprana y mejor capacidad intelectual en el rendimiento escolar como se puede apreciar en la Figura 2 (INCAP, 2001).

Figura. 2. Resultados del estudio de seguimiento en el Oriente de Guatemala. 1991. INCAP



(INCAP, 2001)

Finalmente, la información que el Estudio Longitudinal del INCAP ha generado a lo largo de sus diferentes fases, así como las metodologías y hallazgos sobre la interrelación entre los beneficios de una adecuada nutrición en etapas tempranas de la vida, formación de capital humano y productividad económica, han contribuido a enriquecer la información para que en la región puedan ser utilizadas para la implementación de programas tendientes a mejorar la salud nutricional de la población desde su primera infancia. Así mismo, influyen en la creación de nuevas soluciones para mejorar la nutrición de las poblaciones vulnerables, en especial en la creación de suplementos con alto valor proteico (INCAP, 2001).

Por otro lado, en 1972 se realizó una investigación sobre el “Efecto de la Incaparina en la recuperación de un niño desnutrido”. El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto que la suplementación alimentaria con Incaparina podría tener sobre el mejoramiento de la dieta

habitual de los niños y su estado nutricional en preescolares del municipio de Acatenango, Chimaltenango. Los resultados de este estudio fueron que al suplementar la dieta con Incaparina, el 59% de los niños del grupo experimental tuvieron una ganancia apreciable de peso, lo suficientemente grande, como para ser clasificados dentro de un estado nutricional más aceptable (Velasco, 1972).

Así mismo, el 33% de los niños del grupo experimental lograron luego del periodo de suplementación llevar a niveles normales de hemoglobina. Con este estudio se determinó el efecto positivo de la Incaparina en la suplementación diaria de una población y nuevamente se reafirmó que los programas de suplementación alimentaria con productos nutricionales especialmente en la población preescolar y escolar, pueden ser una medida efectiva para ayudar a resolver el grave problema nutricional del país (Velasco, 1972).

b. Estudios con la mezcla vegetal Incaparina en animales de experimentación.

Braham y Bressani en 1969 evaluaron el efecto de la suplementación con leche, mezcla vegetal Incap-9 y una combinación de ambas, sobre la calidad de la dieta que recibe el niño preescolar de una comunidad rural guatemalteca. El estudio se realizó en ratas antes de realizarlo en humanos para poseer la seguridad de que el producto alimenticio tenía un efecto positivo en el peso. El estudio incluyó mediciones del crecimiento en peso de las ratas para establecer el índice de eficiencia proteica, así como determinaciones de la composición del suero sanguíneo, hígado, huesos y carcas de los animales alimentados con la dieta basal y con los suplementos, a concentraciones de 1, 2, 3 y 4 gramos al día. Los resultados mostraron que la mezcla vegetal Incap-9, la leche o una combinación de partes iguales de ambas, aumentaron el peso de las ratas, lo que se trasladó positivamente a la hipótesis de que la suplementación mejoraba la calidad de la dieta del niño preescolar, cabe resaltar que la suplementación con leche fue la más efectiva. La menor efectividad que la mezcla vegetal Incap-9 mostro en este estudio, se debió al bajo nivel de proteína utilizada en la presente investigación (Braham, 1969).

Otros estudios en ratas han sugerido que además de la calidad y cantidad del suplemento, la frecuencia con que este se administra, tiene un efecto significativo en cuanto al mejoramiento de la utilización de los alimentos de la dieta básica. Estos estudios revelan una ganancia ponderal de las ratas tanto mayor cuanto más frecuente era el consumo del suplemento. Se observó que la utilización de la proteína ingerida era igual, al ofrecerse diariamente o cada dos días (Bressani, 1962).

Otras investigaciones en ratas en proceso de crecimiento, han demostrado que aun la suplementación esporádica de la dieta con la mezcla vegetal Incap-9, redundaba en mayor crecimiento y en mayor eficiencia proteica de los animales. Lo que podría trasladarse a otro tipo

de suplementación, como lo sería la suplementación con un producto nutricional de chaya, esperándose resultados positivos en la ganancia de peso en ratas (Bressani, 1962).

c. Estudio de la fortificación con hierro de una galleta nutritiva. Meléndez en el 2003 realizó una tesis sobre la fortificación de una galleta nutritiva con hierro y vitamina C. Esta galleta fue elaborada de harina de arroz, harina de soya, avena, pepitoria, semilla de marañón y mantequilla. El valor nutricional de una galleta de 33 g fue: 0.1 g humedad, 0.5g cenizas, 3.39g de proteína, 23g de carbohidratos, 3.45% de fibra dietética aportando un total de 165 kcal (Meléndez, 2003).

Se realizó un análisis de hierro total, determinación de vitamina C y se evaluó la biodisponibilidad del hierro in vitro. Los resultados mostraron que una galleta aporta 4.7mg de hierro de los cuales 1.81mg son biodisponibles y 21 mg de vitamina C. Así mismo, se realizó una evaluación sensorial del producto fortificado y no fortificado para evaluar la aceptación y preferencia de la misma por madres embarazadas, de las cuales ambas muestras no obtuvieron una diferencia significativa en cuanto a su sabor, olor y apariencia. (Meléndez, 2003).

d. Estudio sobre la formulación de helados funcionales para pacientes con cáncer tratados con quimioterapia o radioterapia. Godoy en 2007 realizó dos helados especialmente diseñados para disminuir la intensidad de los efectos secundarios más comunes de la quimioterapia y radioterapia, que afectan el tracto digestivo. Se formuló un helado de mango con jengibre y un helado de canela con salsa de guayaba; para combatir síntomas específicos como la mucositis, deshidratación, anorexia y desnutrición en los pacientes con cáncer (Godoy, 2007).

Los resultados obtenidos de este producto funcional indican que es posible obtener un producto para combatir la anorexia y desnutrición causadas por la quimioterapia y radioterapia, que es aceptado por los pacientes con cáncer en relación a las características sensoriales de apariencia, olor, sabor y textura, tal como lo es el helado de canela con salsa de guayaba. Este estudio demuestra una vez más los beneficios de la preparación o fortificación de un producto alimenticio para la población guatemalteca (Godoy, 2007).

e. Formulación de un condimento a base de sodio para vegetales cocidos.

En el 2008, Rivera formuló un condimento bajo en sodio con el fin de ser usado en la preparación de vegetales cocidos, utilizando hierbas, especias y diferentes porcentajes de sal agregada (10, 15 y 20%). Los resultados fueron que se puede reducir en un 5% el sodio contenido en un condimento sin que afecte sus características organolépticas. Además, este estudio nos demuestra que la formulación de productos nuevos pueden ser utilizados en diferentes dietas como en dietas con restricción de sodio (Rivera, 2008).

3. Desarrollo de alimentos nutricionalmente mejorados en Guatemala.

La diferencia entre un alimento comercial y un alimento nutricionalmente mejorado es que este último ha sido modificado para complementar la dieta y posee características específicas en cuanto al contenido proteico y como fuente de micronutrientes. (INCAP, 2001).

Dentro de las características principales de los alimentos nutricionalmente mejorados están:

- Su composición básica debe ser de mezclas de ingredientes, especialmente harinas de origen vegetal, cuyas características organolépticas sean adecuadas a los hábitos alimentarios de la población objetivo.
- Nutricionalmente balanceados
- Son industrializados, es decir, que las materias primas se han modificado por la acción de procesos de fabricación (INCAP, 2001).

Asimismo, estos alimentos deben cumplir con ciertos requerimientos para poder ser llamados “alimentos nutricionalmente mejorados”:

- Una calidad proteínica superior al 80% de la calidad proteica neta de la leche de vaca.
- Tendrán una composición de aminoácidos similar al patrón FAO y Organización Mundial de la Salud (OMS).
- El aporte de micronutrientes permitirá suministrar el 75% de la recomendación dietética diaria del INCAP en términos de vitamina A, hierro y 50% de la recomendación dietética diaria del INCAP para zinc y vitaminas del complejo B (INCAP, 2001).

Algunos de los ejemplos de alimentos nutricionalmente mejorados que actualmente se utilizan en diversos países de la región centroamericana incluyen:

- Bebidas: harinas para atoles o cremas, refrescos, horchata, pinol

- Productos de panificación: pan, galletas de diversos tipos, muffins, bizcochos, pastelitos.
- Harina para tortillas y pupusas nutricionalmente mejoradas
- Galleta nutricionalmente mejorada: utilizada en varios de los programas de alimentación escolar (INCAP, 2001).

a. Estudios relacionados con la mejora nutricional de sopas instantáneas en Guatemala. Existen varios proyectos para formular sopas nutritivas instantáneas en el país, sin embargo, estas se han quedado en la investigación y no se han pasado a la práctica debido a los altos costos. El mercado que actualmente tienen las empresas que producen sopas instantáneas comerciales son las empresas que producen las marcas Knorr, Maggi y Malher. La variedad de sabores es amplia, varía de marca en marca, por lo general va desde cremas hasta sopas en diferentes sabores: crema de hongos, de espárragos, de marisco, de cebolla, de tomate, entre otras; hasta una amplia variedad de sopas criollas y de pollo de res. Ahora bien, en cuanto a sopas con papa solamente se encontró una sopa de papa con vegetales que produce la marca Maggi. El tiempo de cocción de todas las sopas varía entre 5 a 7 minutos y su rendimiento generalmente es de 4-6 platos.

Actualmente, existen muy pocos estudios para mejorar nutricionalmente las sopas instantáneas en el país. Es importante conocer los estudios ya existentes puesto que están relacionados directamente con la investigación realizada, ya que toman en cuenta ingredientes nativos de Guatemala para su realización y la utilización de un bioensayo para controlar la eficiencia proteica de la misma. Dicho esto, cabe resaltar que solamente se encontraron tres formulaciones de sopas instantáneas nutricionalmente mejoradas. Los tres estudios demuestran que sí es posible realizar una sopa instantánea nutritiva hecha a base de ingredientes cultivados en Guatemala, Cabe resaltar que actualmente en países más industrializados la formulación de sopas instantáneas nutritivas posee un mayor auge, debido a nuevas regulaciones de alimentos comerciales con alto contenido de sodio y a la presente epidemia de obesidad, más marcada en estos países.

El primer estudio fue realizado en el 2007, el cual consistió en formular una sopa de alto valor nutritivo hecho a base de ingredientes cultivados en Guatemala. Se realizaron cuatro formulaciones de esta sopa en las que se utilizó de base maíz, piloy, soya y ajonjolí. Estas se fueron variando incluyendo legumbres como la arveja china, arveja dulce, haba tierna y ejote francés. El objetivo de este estudio fue ver cuál de las sopas poseía la mejor calidad proteica (Villatoro, 2007).

Para ello, cabe resaltar que se realizó un estudio biológico con ratas para determinar la calidad nutricional de las cuatro sopas. Esta se determinó por medio de la ganancia de peso

(PER) y la digestibilidad de la proteína. Se dividieron en cinco grupos de ocho ratas cada uno. Cuatro grupos fueron de las cuatro formulaciones de sopas y uno fue de caseína como control. Se monitoreó durante cuatro semanas, obteniendo ganancia de peso significativa. Los resultados fueron que la formulación que mejor calidad proteica y mejor digestibilidad obtuvo fue la de arveja dulce, seguida por la de ejote francés. Así mismo, según el panel sensorial realizado, se obtuvo una mayor aceptación con la sopa de arveja dulce, seguida por la de ejote francés (Villatoro, 2007).

Ahora bien, en ese mismo año (2007) se realizó un estudio para formular una sopa nutritiva a base de vegetales precocidos en trozos. En el cual se formularon cuatro sopas deshidratadas utilizando cereales como el trigo, arroz, maíz en forma de tortilla frita y maíz mezclado con proteína de soya. Estas se fueron alternando con leguminosas de grano inmaduras como la arveja comuna, haba tierna y vegetales como la zanahoria. Los resultados demostraron que la composición adecuada para obtener una sopa instantánea nutritiva es de 50% de cereales, 35% de leguminosas, 5% de vegetales (zanahoria) y 10% proteína de soya. Finalmente, la formulación que tuvo mayor aceptabilidad fue la sopa de tortilla a base de harina de maíz y soya (Alvarado, 2007).

Finalmente, en el año 2008, se realizó un estudio para la obtención de una sopa de zanahoria semi instantánea con el fin de proporcionar fibra dietética y carotenoides al consumidor. Como base en la formulación de la sopa se encuentra la harina precocida de zanahoria, ya que según los resultados esta le da una consistencia cremosa con buen sabor y apariencia. Para su realización se diseñó un proceso industrial viable para la obtención de una harina precocida de zanahoria, aplicando conocimientos técnicos y prácticos de operaciones unitarias. Finalmente, este estudio obtuvo un plato de sopa cremosa que se genera al reconstituir 20 g de la formulación, con 250 mL de agua y proporciona al consumidor 2,292.53 μg de retinol y 0.87 g de fibra; los cuales representan el 286.56% y el 4.35% de la recomendación diaria alimentaria (Herrera, 2008)

3. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala el 49% de los menores de 5 años sufren desnutrición. Asimismo, la inseguridad alimentaria y nutricional se ha agravado en los últimos años que inclusive han reaparecido poblaciones con desnutrición aguda y severa (OMS, 2007).

Por esta causa, es necesario el empleo de soluciones innovadoras y de gran cobertura para lograr mejorar esta situación. Una de estas soluciones es elaborar productos nutritivos, principalmente de alto valor proteico, que se incluyan en la alimentación regular de la población guatemalteca.

Existen muchos productos comerciales que se hacen llamar nutritivos, sin embargo, no lo son ya que estos productos carecen de un alto valor proteico y poseen un elevado porcentaje de calorías vacías. Tal es el caso de algunos cereales con demasiada azúcar, condimentos con mucho glutamato de sodio y las sopas instantáneas comerciales, las cuales tienen un alto contenido de sodio y las cuales tienen también una alta preferencia de consumo por parte de la población.

El principal problema con este tipo de sopas es su contenido de sodio, ya que contienen aproximadamente 1.2 gramos por sopa y la recomendación diaria es de 2.4 g de sodio para la población adulta saludable, es decir, el 50% de sodio recomendado para todo el día se encuentra contenido en una porción de sopa instantánea. Un consumo alto en sodio provoca retención de líquidos en el organismo, afecta a los riñones y agrava la hipertensión arterial (PROFECO, 2006).

Con este proyecto de investigación se busca el desarrollo de dos sopas instantáneas hechas a base harina de papa mezclada con harina de chaya y harina de maíz mezclada con harina de chaya que sí sea nutritiva. Entre los beneficios que se obtienen de la sopa será una larga duración (mayor vida de anaquel), fácil preparación y mayor preservación debido al proceso de deshidratación y principalmente su alto valor nutricional debido a la relación proteica entre chaya-papa y chaya-maíz (Krische, 2007).

Finalmente, debido a su fácil transporte, alto contenido nutritivo, y bajo costo se podría distribuir a diferentes instituciones tales como asistencia social, familias, escuelas, ONG'S, gobiernos, comunidades afectadas, entre otros. Siendo esta una buena colaboración para fomentar la buena alimentación en la población guatemalteca e inclusive podría llegar a ser la primera sopa de alto valor nutritivo en el mercado.

IV. OBJETIVOS

A. General

Desarrollar dos sopas nutritivas instantáneas de alto valor proteico, la primera a base de harina de papa y harina de chaya en diferentes proporciones y la segunda a base de harina de maíz y harina de chaya en diferentes proporciones.

B. Específicos

1. Evaluar las propiedades químicas de las sopas nutritivas instantáneas hechas a base de harina de papa, harina de maíz y harina de chaya por medio del análisis químico proximal.
2. Evaluar las propiedades nutricionales de las sopas instantáneas hechas a base de harina de papa, harina de maíz y harina de chaya por medio de un bioensayo con ratas, PER.
3. Determinar la aceptación sensorial y preferencia de las formulaciones de sopas instantáneas nutritivas hechas a base de harina de papa, harina de maíz, y harina de chaya.

V. METODOLOGÍA

Fase I. Formulación de la sopa nutritiva y análisis químico proximal.

A. Enfoque, tipo y diseño

Enfoque: cuantitativo

Tipo: descriptivo

Diseño: experimental, variables

B. Ubicación.

Laboratorio de Operaciones Unitarias, Universidad del Valle de Guatemala

C. Materiales

1. Materia prima. Para el análisis proximal, bioensayo y formulación del producto se utilizó harina de maíz marca Maseca y harina de papa marca Malher.

Las hojas de chaya utilizadas provinieron de las plantaciones ubicadas en la Universidad del Valle de Guatemala –Campus Sur, ubicado en Santa Lucía Cotzumalguapa. Se utilizó la variedad Estrella, cortadas de la parte media de la planta de chaya. A continuación se muestran los ingredientes a usar en la preparación y la cantidad para ambas formulaciones.

Cuadro 5. Materia Prima para ambas formulaciones de sopa nutritiva

Ingredientes	Cantidad
Papa	10 libras
Harina de Maíz	10 libras
Chaya	10 libras

Ambas formulaciones se realizaron en diferentes proporciones para reconocer en qué porcentaje la relación proteica papa-chaya y maíz-chaya es la mejor. A continuación se muestran las distintas proporciones usadas para encontrar la óptima relación proteica entre papa-chaya y maíz-chaya.

Cuadro 6. Formulaciones con las distintas proporciones a usar para encontrar la proporción proteica óptima entre papa-chaya y maíz-chaya

No. de formulación	Formulación para la proporción proteica entre papa-chaya		Formulación para la proporción proteica entre maíz-chaya	
	Porcentaje de harina de papa	Porcentaje de harina de chaya	Porcentaje de harina de maíz	Porcentaje de harina de chaya
1	90%	10%	90%	10%
2	80%	20%	80%	20%

2. Equipo. Se utilizó el equipo de los laboratorios del Centro de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CECTA) de la Universidad del Valle de Guatemala, de la Planta Piloto y del Laboratorio de Operaciones unitarias

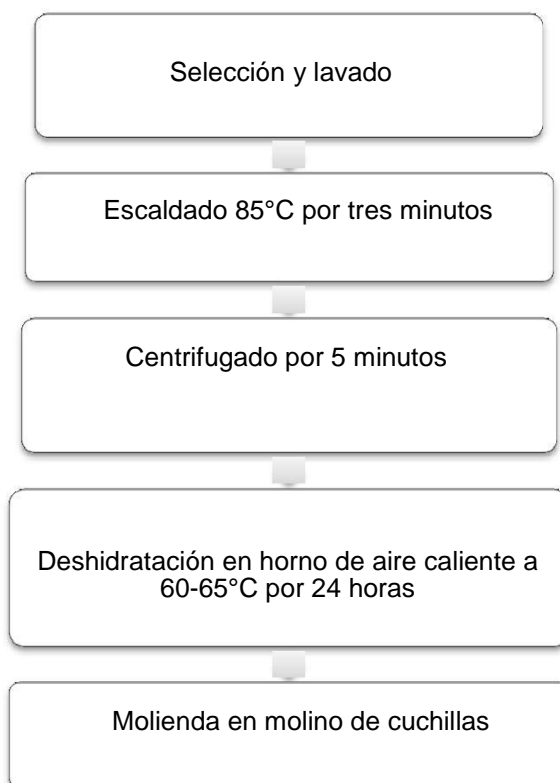
Cuadro 7. Material utilizado para la deshidratación de las hojas de chaya

Material utilizado para la deshidratación de las hojas de chaya
Horno de aire caliente
Escaldadora industrial
Centrifuga industrial
Molino de cuchillas
Balanza analítica
Termómetro
Ollas de cocimiento
Tablas de picar
Pelador
Cuchillos

3. Métodos

a. Elaboración de harina de chaya. Para la elaboración de la harina de chaya fue necesario escaldar las hojas en una escaldadora industrial, para luego ser centrifugadas, deshidratadas en horno de aire caliente y molidas en un molino de cuchillas.

Diagrama de flujo 1: Procedimiento para la elaboración de la sopa a base harina de maíz y harina de chaya



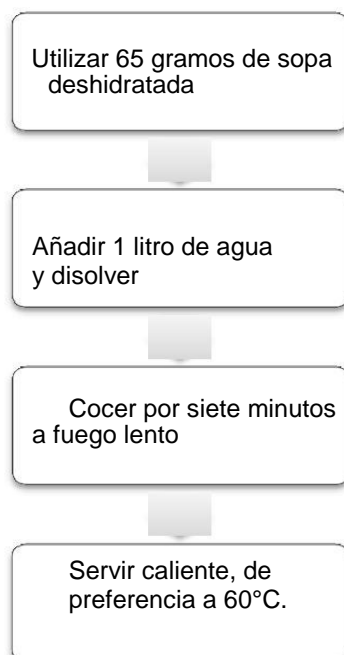
b. Desarrollo de la sopa. Se elaboró la mezcla seca de acuerdo a la siguiente formulación:

Cuadro 17. Formulación de las mezclas secas de sopa nutritiva.

Ingredientes	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
	Maíz +Chaya (90/10) (g)	Maíz +Chaya (80/20) (g)	Papa +Chaya (90/10) (g)	Papa +Chaya (80/20) (g)
Harina de maíz (Maseca)	37.35	33.2	--	--
Harina de papa (Mahler)	--	--	37.35	33.2
Harina de chaya	4.15	8.3	4.15	8.3
Cilantro	0.5	0.5	0.5	0.5
Cebolla	5	5	5	5
Sazón de pollo	8	8	8	8
Consomé de pollo sin glutamato	5	5	5	5
Sal	5	5	5	5
TOTAL	65	65	65	65

c. Elaboración de la sopa líquida. La receta para la elaboración de la sopa líquida es la siguiente:

Diagrama de flujo 2: Receta para la preparación de la sopa líquida lista para consumirse



d. Análisis químico proximal. El análisis químico proximal se realizó en la materia prima utilizada, en las proporciones a utilizar para la formulación de las sopas y en la formulación final del producto. Este análisis se realizó en el Centro de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala Los métodos usados fueron los siguientes:

- i. Método oficial de la AOAC para determinación de porcentaje de humedad en harinas (No. 14.004, horno de aire)
- ii. Método oficial de la AOAC para determinación de porcentaje de cenizas en harinas (No. 14.006, método directo)
- iii. Método oficial de la AOAC para determinación de grasa en harinas (No. 14.018, extracto etéreo).
- iv. Método oficial de la AOAC para la determinación de porcentaje de proteína en harinas (No. 14.026, Kjeldahl).
- v. Método oficial de la AOAC para determinación de porcentaje de fibra dietética total para harinas (Sigma Aldrich basado en AOAC No. 45.4.07, 16 edición).
- vi. Método de determinación del porcentaje de carbohidratos totales (Método por diferencia).
- vii. Método oficial de la AOAC para determinación de glucósidos cianogénicos (No. 915.03, Kjeldahl), el cual indica la cantidad de HCN que posee el alimento, si es menor a 0.025mg HCN/g alimento es apta para consumo, según la Agencia de Protección Ambiental de E.U. A. (Ver Anexo 7) (Molina, 1999).
- viii. Método de Análisis de Oxalatos por titulación con permanganato de cobre. (Ver Anexo 7)

Fase II. Bioensayo

A. Población.

Se realizó un estudio biológico con ratas para determinar el índice de eficiencia proteica (PER) y la digestibilidad proteica de las proporciones a utilizar en las formulaciones de las sopas nutritivas. Para ello, se seleccionaron 5 grupos de 8 ratas (mitad machos y mitad hembras) de la raza Wistar de la colonia animal del Bioterio del CECTA ubicado en el INCAP, recién destetadas de una sola cepa, de 20 a 23 días de edad. Los grupo se dividieron de la siguiente manera: 4 grupos experimental y 1 grupo control.

B. Dietas

Las dietas para cada grupo fueron distintas, teniendo la siguiente distribución:

Cuadro No 9. Relación de los ingredientes como fuente de proteína para el estudio biológico (PER)

Ingredientes	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Harina de maíz (Maseca)	90	--	80	--	--
Harina de papa (Mahler)	--	90	--	80	--
Harina de chaya	10	10	20	20	--
Leche descremada	--	--	--	--	100

El PER fue calculado en base a los registro de peso semanal de las ratas, determinando el peso ganado en función de la cantidad de proteína ingerida. Ahora bien, la digestibilidad proteica se determinó por medio del balance de nitrógeno, tomando en cuenta el nitrógeno excretado en las heces y el nitrógeno ingerido en el alimento. para ello, se realizaron dos análisis de heces, uno a la mitad del bioensayo (a las dos semanas) y el otro al final del bioensayo (4 semanas).

Las dietas fueron calculadas con el objetivo que tuvieran 10% de proteína. Y se le administro 100 gramos semanales, aumentando gradualmente cada semana dependiendo de la cantidad ingerida.

Cuadro No. 10. Composición de dietas para el bioensayo PER (%).

Ingredientes	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Harina de maíz (Maseca)	84	--	78	---	--
Harina de papa (Mahler)	--	84		78	--
Harina de chaya	6	6	12	12	--
Leche descremada (Control)	--	--	--	--	32
Vitaminas	1	1	1	1	1
Minerales	4	4	4	4	4
Aceite	5	5	5	5	5
Almidón	0	0	0	0	58
TOTAL	100	100	100	100	100
% Proteína en Dieta (CHON)	10.32	9.06	11.00	10.56	10

C. Enfoque, tipo y diseño

- Enfoque: cuantitativo
- Tipo: descriptivo
- Diseño: experimental

D. Ubicación

Bioterio del CECTA, ubicado en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), sede Guatemala.

E. Instrumentos de medición

- Instrumento A: para la recolección de mediciones de peso en gramos de las ratas, (Ver Anexo 6)
- Instrumento B: para la recolección de peso en gramos de heces frescas y secas de las ratas de estudio y el cálculo de los patrones de digestibilidad. (Ver Anexo 6)

F. Procedimiento

1. Se dividió a las ratas en cinco grupos: 4 grupos experimentales y un grupo control y se distribuyeron aleatoriamente en jaulas individuales.
2. Se les suministró a cada rata 100 g iniciales de alimento (leche descremada al grupo control y una de las proporciones a utilizar en la formulación de las sopas a cada uno de los grupos experimentales) en comederos que reducen al mínimo el derrame de alimentos y se colocó su respectiva agua en cada una de las jaulas.
3. Se registró cada semana la cantidad de alimento consumido y el peso corporal, los cuales se apuntaron en un cuadro de registro. Así mismo, cada dos días se cambiaba el agua de las ratas y el periódico donde se encontraban las excretas.
4. Se incrementó cada semana la cantidad de alimento dada, según la ingesta de cada rata, teniendo el bioensayo una duración de 4 semanas.
5. Al finalizar las cuatro semanas se calculó el PER (Aumento de peso en gramos/ Proteína ingerida en gramos) y la digestibilidad proteica por medio del análisis de nitrógeno en heces cada dos semanas.

Fase III. Análisis sensorial

A. Participantes

El panel sensorial estuvo conformado por dos grupos: 70 estudiantes, docentes y personal administrativo de la Universidad del Valle de Guatemala a quienes se les invitó a participar a través de diferentes medios. Y 20 líderes comunitarias del proyecto del capacitación a líderes comunitarias del INCAP en San Juan Sacatepéquez. Participaron las personas interesadas que hubieran firmado el consentimiento informado.

B. Ubicación

El análisis sensorial con los estudiantes, docentes y personal administrativo de la Universidad del Valle de Guatemala fue realizado en el Laboratorio de Análisis Sensorial, E-106, de la Universidad del Valle de Guatemala. El análisis sensorial con las líderes comunitarias fue realizado en la finca del INCAP, ubicada en San Juan Sacatepéquez

C. Instrumentos

- Boleta para prueba de aceptabilidad con escala hedónica de 9 para el panel de la Universidad del Valle de Guatemala y de 5 valores para el panel de líderes comunitarias. (Ver Anexo 2 y 3)
- Consentimiento informado (Ver Anexo 1)

D. Materiales

Los materiales que se usaron para realizar el panel sensorial fueron:

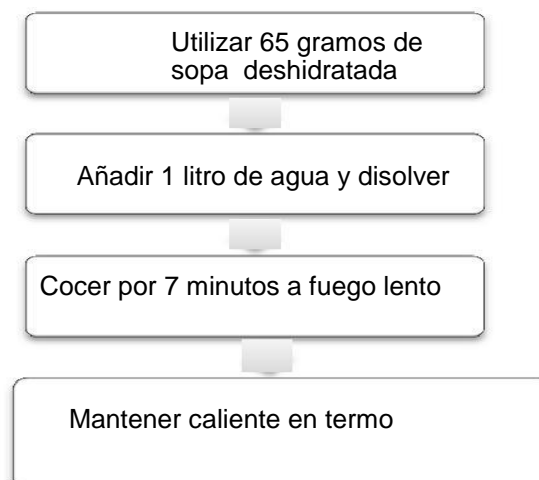
Cuadro No. 11. Materiales utilizados en el análisis sensorial

Materiales utilizados en el panel sensorial	
Boletas para prueba de aceptabilidad y de preferencia	Ollas
Estufa eléctrica	Estufa eléctrica
Vasos de duroport	Masking tape
Vasos de plástico	Picheles
Cucharas	Bandejas
Servilletas	Termos
Cucharones	Lápices

E. Preparación de las muestras.

Se prepararon las cuatro formulaciones de sopas nutritivas. La receta a utilizar para preparar la sopa líquida en ambas muestras se muestra a continuación:

Diagrama de flujo No. 4: Preparación de las muestras para análisis sensorial



Cada muestra se presentó en una bandeja con un vaso de muestra identificado, su respectiva cuchara desechable, vaso desechable para agua, servilletas, la boleta respectiva y un lápiz.

F. Análisis estadístico

1. Prueba de aceptación: Se utilizará un análisis simple de frecuencias, en el cual a mayor puntaje será mejor la calificación de la característica evaluada. Y se utilizará una prueba de ANOVA para determinar diferencias significativas entre las formulaciones.

2. Prueba de preferencia: se utilizará una prueba binomial de dos colas, en la cual se localiza el número de jueces que intervinieron en la prueba y se encuentra el número mínimo de respuestas coincidente para que haya diferencia significativa utilizando la prueba binomial de dos colas. El nivel de significancia con el que se trabajará será del 5%. El valor encontrado en tabla indica cuantos jueces deben haber preferido una cierta muestra para que en realidad haya preferencia significativa.

VI. RESULTADOS

A. Materia prima

En el Cuadro 12 se presenta los resultados de la composición proximal de las materias primas: harina de papa, harina de maíz y harina de chaya. Estos resultados se presentan en base seca y son promedio de dos determinaciones.

Cuadro 12. Composición proximal promedio de las materias primas en base seca (%).

Harina	Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra cruda	Humedad	Carbo hidratos*
Chaya	33.48±1.6	10.76±0.23	1.80±0.01	10.98±1.09	3.63±0.25	39.35±0.34
Maíz	9.99±0.81	3.95±0.23	1.79±0.02	2.03±0.04	9.23±0.12	73.01±0.54
Papa	8.47±0.28	1.29±.23	1.73±0.01	1.05±0.80	16.44±0.27	71.02±0.12

*Calculados por diferencia

Para la harina de chaya de la variedad estrella se encontró un 33.48% de proteína, 10.76% de grasas, 1.80% de cenizas, 10.98% de fibra, 3.63% de humedad, 39.35% de carbohidratos, 0.0324mg HCN por gramo de alimento y 1.09% de oxalatos. Para la harina de maíz se encontró un 9.99% de proteína, 3.95% de grasa, 1.79% de cenizas, 2.03% fibra, 9.23% de humedad y 73.01% de carbohidratos. Para la harina de papa se encontró un 8.47% de proteína, 1.29% de grasa, 1.73% de cenizas, 1.05% fibra, 16.44% de humedad y 71.02% de carbohidratos.

En el cuadro 13 se encuentra el análisis de glucósidos cianogénicos realizados para la harina de chaya y las distintas proporciones utilizadas en la formulación de las sopas.

Cuadro 13. Análisis de Glucósidos Cianogénicos en harina de chaya y proporciones

Proporciones	HCN (glucósidos cianogénicos)
Chaya	0.0324g HCN/g de alimentos
Maíz + Chaya (90-10%)	0.0108mg HCN/g de alimento
Maíz + Chaya (80-20%)	0.0108mg HCN/g de alimento
Papa + Chaya (90-10%)	0.0108mg HCN/g de alimento
Papa + Chaya (80-20%)	0.0108mg HCN/g de alimento

En el Cuadro 14 se presenta el análisis de oxalatos realizados a la harina de chaya y a las distintas proporciones a utilizar en las formulaciones de sopas, así como a diversas hojas verdes comestibles a modo de comparación.

Cuadro 14. Análisis de oxalatos en harina de chaya y sus proporciones y diversas hojas verdes

Hoja verde	Oxalatos
Chaya	1.09 ± 0.33%
Maíz + Chaya (90-10%)	0.19 ± 0.00%
Maíz + Chaya (80-20%)	0.29 ± 0.05%
Papa + Chaya (90-10%)	0.19 ± 0.01%
Papa + Chaya (80-20%)	0.23 ± 0.05%
Chipilín	0.33 ± 0.09%
Moringa	3.37 ± 1.76%
Quixtan	2.78 ± 0.18%
Ramie	1.39 ± 0.27%
Bledo	4.74 ± 0.32%
Macuy	1.45 ± 0.00%
Berro	3.59 ± 2.25%

En el Cuadro 15 se presentan los valores de proteína real utilizados en las dietas del estudio biológico

Cuadro 15. Análisis de proteína real en las dietas utilizadas en el estudio biológico

Dieta	Descripción	Proteína (%)
Dieta 1	Maíz y Chaya (90-10%)	11.118 ± 0.28%
Dieta 2	Papa-Chaya (90-10%)	9.74 ± 0.53%
Dieta 3	Maíz-Chaya (80-20%)	11.90 ± 0.30%
Dieta 4	Papa-Chaya (80-20%)	11.57 ± 0.54%

En el Cuadro 16 se presentan los resultados obtenidos del estudio biológico PER donde se obtuvo el índice de eficiencia proteica y la digestibilidad proteica aparente. El estudio biológico tuvo una duración de 4 semanas, donde se trabajó con 5 grupos, cada uno conformado por ocho ratas raza Wistar (4 machos y 4 hembras) de 20 a 23 días de edad.

A cuatro grupos experimentales se les administró una de las cuatro proporciones a utilizar en las formulaciones de sopas y a un grupo control se les administró una dieta control a base de leche descremada. El PER se obtuvo por medio de la media de la ganancia de peso registrada semanalmente y la digestibilidad se obtuvo por medio del peso y análisis de heces registrados cada dos semanas.

El grupo experimental que obtuvo un mayor PER fue el grupo 3 (maíz-chaya 80/20) con 2.498, en orden decreciente le sigue el grupo 4 (papa-chaya 80/20) con 2.216; seguido del grupo 2 (papa-chaya 90/10) con 2.008 y finalmente el grupo 1 (maíz-chaya 90/10) con 2.006. El grupo control presentó un PER de 2.95. Por consiguiente, el valor relativo del PER siguió el mismo orden de clasificación.

Los análisis de digestibilidad se realizaron cada dos semanas registrando el peso de las heces y determinando la cantidad de proteína en estas.

El grupo que obtuvo una mayor digestibilidad fue el grupo 1 (maíz-chaya 90/10) con 85.62 %, seguido del grupo 2 (maíz-chaya 90/10) con 81.52%; le sigue el grupo 4 (papa-chaya 80/20) con 80.80% y finalmente el grupo 3 (maíz-chaya 80/20) obtuvo la menor digestibilidad con 78.48%. El grupo control obtuvo una digestibilidad de 82.62%

Cuadro No. 16. Índice de eficiencia proteica (PER) y digestibilidad para las dietas experimentales con las cuatro proporciones a utilizar en las formulaciones de sopas

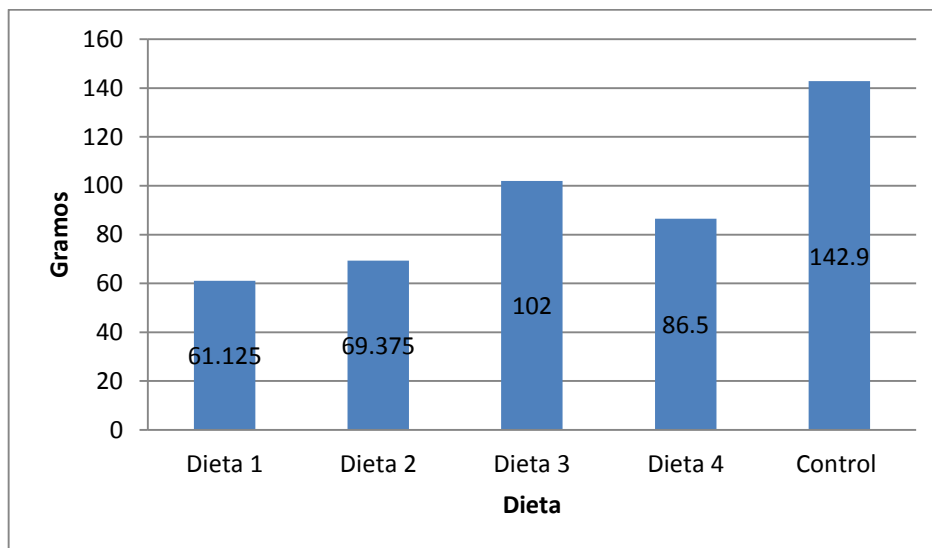
Se realizó un análisis de ANOVA para determinar diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el PER de los grupos experimentales y el grupo control. Todos los anovas obtenidos

Dieta	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	Aumento de peso (g)	PER	Valor relativo del PER (%)	Digestibilidad (%)
Grupo 1 Maíz-Chaya (90/10)	45.5 ± 1.77	106.63± 9.78	61.125± 8.37	2.004±0.67	67.93	85.62±1.21
Grupo 2 Papa-Chaya (90/10)	45.75± 1.67	115.21± 9.76	69.375± 9.30	2.008±0.67	68.07	81.52±1.69
Grupo 3 Maíz-Chaya (80/20)	45.5± 1.77	129.88± 13.40	102± 12.3	2.498±0.30	84.68	78.48±3.84
Grupo 4 Papa-Chaya (80/20)	45.5± 1.77	132± 7.21	86.5± 7.59	2.216±0.52	75.12	80.80±2.20
Grupo Control	47± 1.07	117± 9.58	70.63±5.74	2.95±0.30	--	83.91±3.1

fueron mayores que 0.05 por lo que no existe diferencia significativa entre el grupo experimental y el grupo control. (Ver Anexo 15)

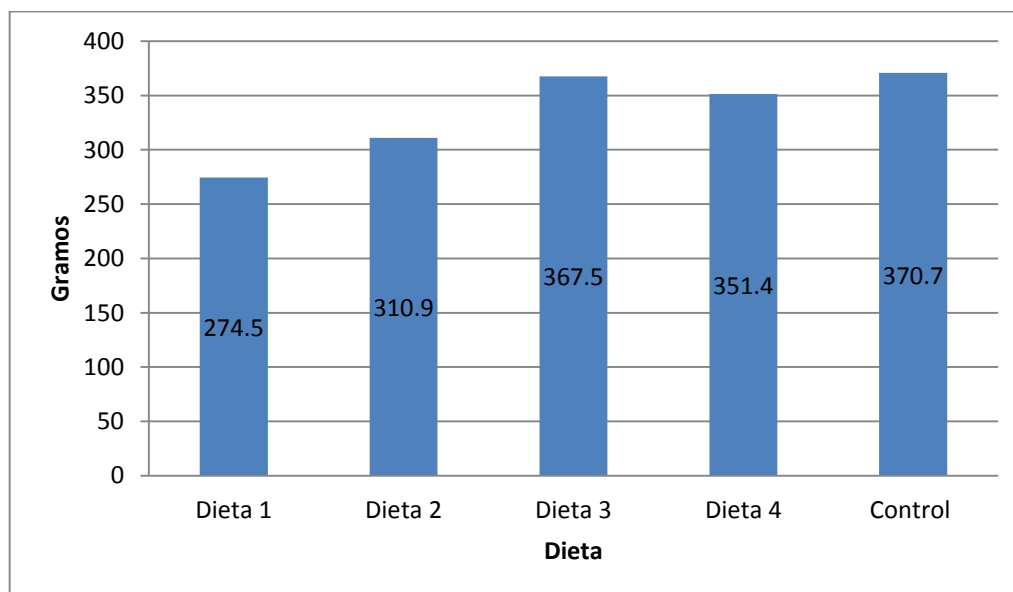
En la Gráfica 2 se muestra la ganancia de peso obtenida durante las cuatro semanas de duración del estudio biológico. La dieta que obtuvo más ganancia de peso fue la dieta 3 (Maíz-Chaya, 80/20) con 102 gr, seguido de la dieta 4 (Papa-Chaya, 80/20) con 86.5 gr, seguido de la dieta 2 (Papa-Chaya, 90/10) con 69.38 gr y finalmente la dieta 1 (Maíz-Chaya, 90/10) con 61.13 gramos.

Gráfico No. 2. Ganancia de peso total al final del bioensayo, INCAP, 2014



En la Gráfica 3 se muestra la ingesta total obtenida durante las cuatro semanas de duración del estudio biológico. La dieta que obtuvo más ganancia de peso fue la dieta 3 (Maíz-Chaya, 80/20) con 367.5 gramos, seguido de la dieta 4 (Papa-Chaya, 80/20) con 351.4 gramos, seguido de la dieta 2 (Papa-Chaya, 90/10) con 310.9 gramos y finalmente la dieta 1 (Maíz-Chaya, 90/10) con 274.5 gramos.

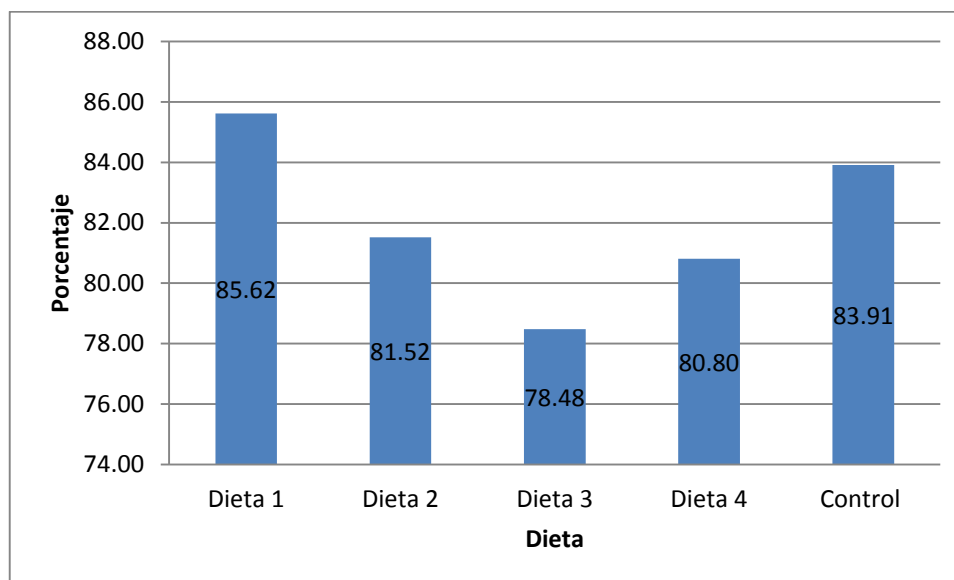
Gráfico 3. Ingesta total en gramos al finalizar el bioensayo, INCAP, 2014



En la Gráfica 4 se muestra la digestibilidad de las formulaciones obtenida durante las cuatro semanas de duración del estudio biológico. La dieta que obtuvo una mayor digestibilidad fue la dieta 1 (Maíz-Chaya, 90/10) con 85.62%, seguido de la dieta 2 (Papa-

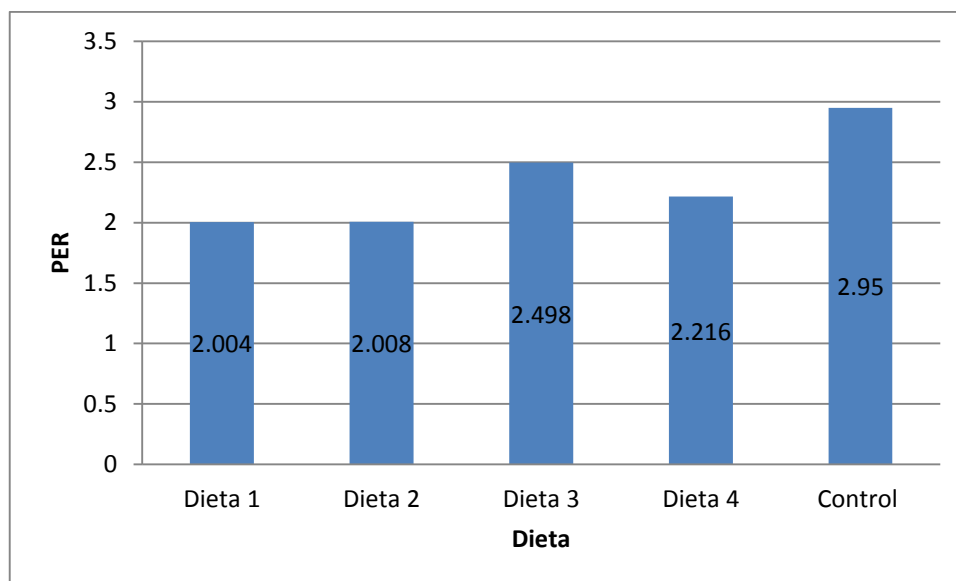
Chaya, 90/10) con 81.52%, seguido de la dieta 4 (Papa-Chaya, 80/20) con 80.80% y finalmente la dieta 3 (Maíz-Chaya, 80/20).

Gráfico 4. Digestibilidad aparente de cada una de las dietas del ensayo biológico, INCAP, 2014



En la Gráfica 5 se muestra el índice de eficiencia proteica (PER) obtenido durante las cuatro semanas de duración del estudio biológico. La dieta que obtuvo una mayor PER fue la dieta 3 (Maíz-Chaya, 80/20) con 2.498, seguido de la dieta 4 (Papa-Chaya, 80/20) con 2.216, seguido de la dieta 2 (Papa-Chaya, 90/10) con 2.008 y dieta 1 (Maíz-Chaya, 90/10) con 2.004.

Gráfico 5. Índice de Eficiencia Proteica (PER), Bioensayo, INCAP, 2014



B. Formulación final de las sopas nutritivas

Las sopas nutritivas se formularon a base de la harina de papa o harina de maíz y se suplemento con harina de chaya como fuente proteica vegetal en las proporciones indicadas en el estudio biológico. Así mismo, se utilizó como condimento cilantro, cebolla, sazón de pollo, consomé de pollo sin glutamato y sal. En la Tabla 8 se puede apreciar las diversas formulaciones de las 4 sopas nutritivas para 65 gramos (4 porciones).

Cuadro No.17. Formulaciones finales de las sopas nutritivas elaboradas

Ingredientes	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
	Maíz +Chaya (90/10) (g)	Maíz +Chaya (80/20) (g)	Papa +Chaya (90/10) (g)	Papa +Chaya (80/20) (g)
Harina de maíz (Maseca)	37.35	33.2	--	--
Harina de papa (Mahler)	--	--	37.35	33.2
Harina de chaya	4.15	8.3	4.15	8.3
Cilantro	0.5	0.5	0.5	0.5
Cebolla	5	5	5	5
Sazón de pollo	8	8	8	8
Consomé de pollo sin glutamato	5	5	5	5
Sal	5	5	5	5
TOTAL	65	65	65	65

En el Cuadro 18 se presenta el análisis proximal de las formulaciones de sopas nutritivas, los valores se determinaron en base a 65 gramos de sopa nutritiva. La formulación que obtuvo una mayor cantidad de proteína fue la formulación 2 (Maíz –Chaya, 80/20) con 13.15%, seguido en forma decreciente con la formulación 4 (Papa-Chaya, 80/20) con 12.02%, la formulación 3 (Papa-Chaya, 90/10) con 10.70% y finalmente la formulación 1 (Maíz-Chaya, 90/10) con 10.32%.

Ahora bien, la mayor cantidad de grasa se encuentra en la formulación 1 (Maíz-Chaya, 90/10) con 3.95%, seguido en forma decreciente de la formulación 2 (Maíz-Chaya, 80/20) con 2.87%, la formulación 3 (Papa+Chaya, 90/10) con 1.28% y la formulación 4 (Papa-Chaya, 80/20) con 1.15%.

En cuanto a carbohidratos, la formulación 3 (Papa-Chaya, 80/20) obtuvo la mayor cantidad con 66.08%, seguido decreciente mente con la formulación 1 (Maíz-Chaya, 90/10) con 61.29% , la formulación 4 (Papa-Chaya, 80/20) con 59.69% y finalmente la formulación 2 (Maíz-Chaya, 80/20) con 53.59%.

En cuanto a fibra dietética, la formulación 2 (Maíz-Chaya, 80/20) obtuvo la mayor cantidad con 16.02 g, seguido decrecientemente con la formulación 4 (Papa-Chaya, 80/20) con 12.42 g la formulación 1 (Maíz-Chaya, 90/10) con 8.91 g y finalmente la formulación 3 (Papa-Chaya, 80/20) con 8.24 g.

Cuadro 18. Análisis proximal de las sopas nutritivas elaboradas en % de formulación.

	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
	Maíz +Chaya (90/10) (%)	Maíz +Chaya (80/20) (%)	Papa +Chaya (90/10) (%)	Papa +Chaya (80/20) (%)
Humedad	13.97	12.17	12.06	14.15
Cenizas	1.56	1.60	1.64	1.57
Proteína	10.32	13.15	10.70	12.02
Grasa	3.95	3.87	1.28	1.15
Fibra dietética	8.91	16.02	8.24	12.418
Carbohidratos	61.29	53.59	66.08	59.69
Kilocalorías	321.49	300.15	318.68	293.18

En el Cuadro 19 se presentan los contenidos de nutrientes por porción. Por lo tanto sigue el mismo comportamiento para proteína, grasa, ceniza, carbohidrato, fibra dietética, cenizas y humedad que en la Tabla 9. Tomando en cuenta que la porción es de 16.25g.

Cuadro 19 Contenido de nutrientes por porción (16.25g)

	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
	Maíz +Chaya (90/10) (g)	Maíz +Chaya (80/20) (g)	Papa +Chaya (90/10) (g)	Papa +Chaya (80/20) (g)
Calorías	52.24	48.77	51.79	47.64
Calorías de Grasa	5.77	5.66	1.87	1.68
Grasa	0.64	0.63	0.21	0.19
Carbohidratos	9.96	8.64	10.74	9.54
Fibra dietética	1.45	2.60	1.34	2.02
Proteína	1.68	2.14	1.74	1.95

Del Cuadro 20 al 23 se presenta el etiquetado nutricional de las diversas formulaciones elaborando por porción (16.25g), brindando el valor de requerimiento de nutrientes (VRN). Cabe resaltar que la porción se determinó dividiendo el total de los gramos presentes en la sopa dentro de su rendimiento que son 4 porciones (65g /4 porciones).

Cuadro 20. Información nutricional por porción para la Formulación 1 Maíz-Chaya, 90/10

Información nutricional		
Tamaño por porción	16.25g	
Porciones por paquete	4	
Cantidad por porción		
Energía	52.24 (kcal)	
Energía de grasa	5.77 (kcal)	
		%VRN
Grasa total	0.64 g	0.99%
Carbohidratos	9.96 g	3.32%
Fibra dietética	1.45 g	5.79%
Proteína	1.68 g	3.35%
Sodio	10.08mg	0.42%
Zinc	8.16mg	54.41%
Hierro	6.88mg	38.19%

Cuadro 21. Información nutricional por porción para la Formulación 2 Maíz-Chaya, 80/20

Información nutricional		
Tamaño por porción	16.25g	
Porciones por paquete	4	
Cantidad por porción		
Energía	48.77(kcal)	
Energía de grasa	5.66 (kcal)	
		%VRN
Grasa total	0.63 g	0.97%
Carbohidratos	8.64 g	2.88%
Fibra dietética	2.6 g	10.42%
Proteína	2.14 g	4.27%
Sodio	9.66mg	0.40%
Zinc	8.61mg	57.38%
Hierro	8.09mg	44.97%

Cuadro 22. Información nutricional por porción para la Formulación 3
Papa-Chaya, 90/10

Información nutricional		
Tamaño por porción	16.25g	
Porciones por paquete	4	
Cantidad por porción		
Energía	51.79(kcal)	
Energía de grasa	1.87(kcal)	
		%VRN
Grasa total	0.21 g	0.32%
Carbohidratos	10.74 g	3.58%
Fibra dietética	1.34 g	5.35%
Proteína	1.74 g	3.48%
Sodio	9.84mg	0.41%
Zinc	7.62mg	50.80%
Hierro	6.03mg	33.72%

Cuadro 23. Información nutricional por porción para la Formulación 4
Papa-Chaya, 80/20

Información nutricional		
Tamaño por porción	16.25g	
Porciones por paquete	4	
Cantidad por porción		
Energía	47.64 (kcal)	
Energía de grasa	1.68 (kcal)	
		%VRN
Grasa total	0.19 g	0.29%
Carbohidratos	9.54 g	3.18%
Fibra dietética	2.02 g	8.07%
Proteína	1.95 g	3.91%
Sodio	10.07mg	0.42%
Zinc	6.57mg	43.78%
Hierro	7.83mg	43.50%

C. Análisis Sensorial

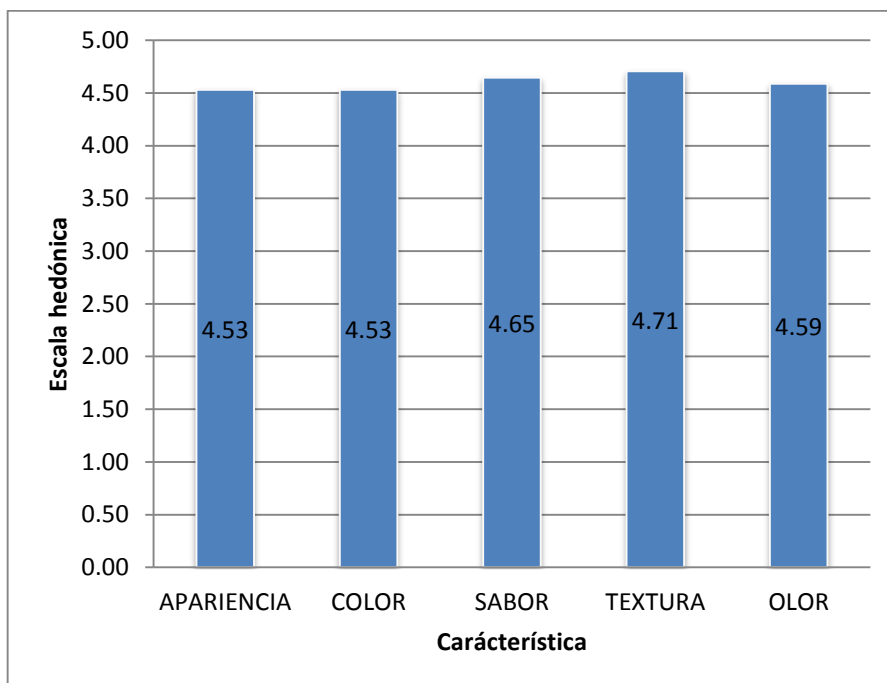
1. Capacitación y análisis sensorial a líderes comunitarias.

Se realizó el 11 de febrero del 2014 una capacitación para las líderes comunitarias acerca de la caracterización química de la chaya y se realizó un análisis sensorial con líderes comunitarias en la finca del INCAP, ubicada en San Juan Sacatepéquez. La capacitación constó de 20 minutos donde se les presentó la caracterización química de las hojas de chaya, el proceso de elaboración de la harina de chaya y algunos productos alimenticios elaborados con la misma. (Ver Anexo 16)

Las personas que participaron en la capacitación fueron los panelistas (20 líderes comunitarias) provenientes de diversas áreas del país. Se realizó una prueba de aceptación utilizando una escala hedónica de 5 niveles y se realizó una prueba de preferencia. (Ver Anexo 3)

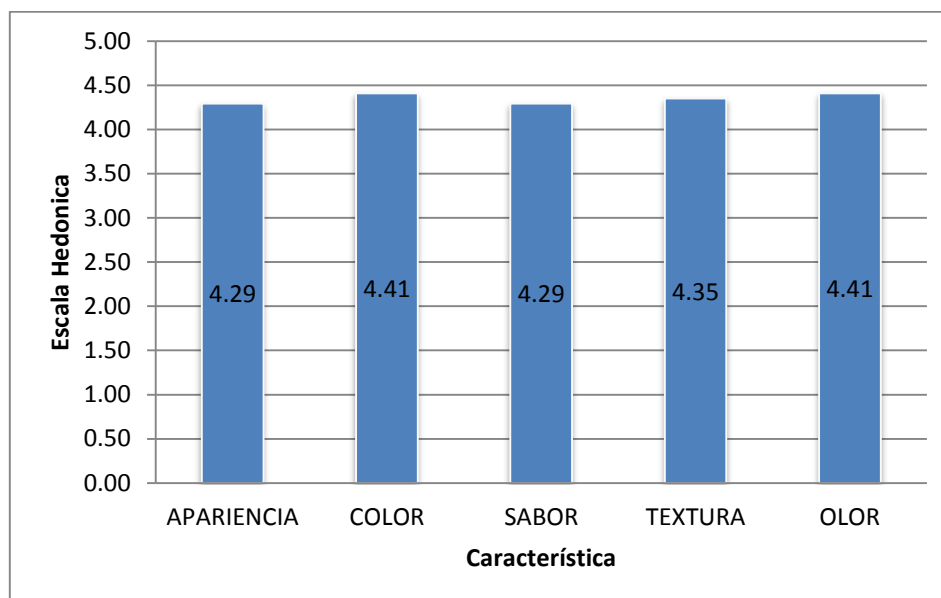
En el Gráfico 6 se presenta la aceptabilidad de la formulación de maíz-chaya (90/10), en orden decreciente la característica con mayor aceptación fue la textura con un promedio de 4.71, después la característica de sabor (4.65); olor (4.59) y apariencia y color (4.53). Todas las características sensoriales se encuentran en el nivel 4 de escala hedónica, me gusta poco.

Gráfico 6. Prueba de Aceptabilidad Maíz-Chaya (90/10). INCAP. 2014



En la Gráfica 7 presenta la aceptabilidad de la formulación de maíz-chaya (80/20), en orden decreciente la característica con mayor aceptación fue el color y olor (4.41); textura (4.35) y finalmente sabor y apariencia (4.29). Todas las características sensoriales se encuentran en el nivel 4 de escala hedónica, me gusta poco.

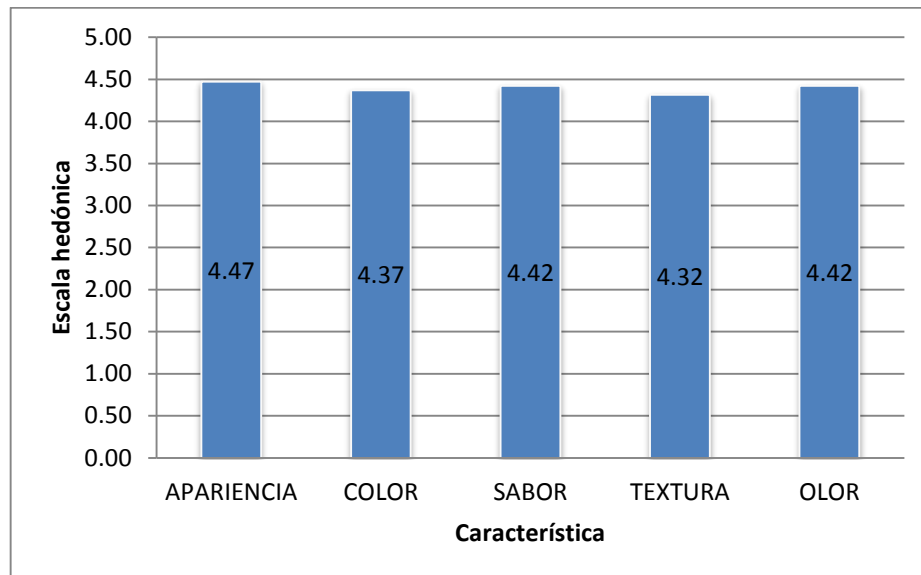
Gráfico 7. Prueba de aceptabilidad Maíz-Chaya (80/20). INCAP. 2014



El análisis de ANOVA no reveló diferencias significativas entre la formulación 1 y 2 para las distintas características evaluadas. (Se obtuvo un $p > 0.05$, por lo que no existen diferencias significativa en las características sensoriales entre ambas formulaciones, a excepción de la característica de textura). (Ver Anexo 11)

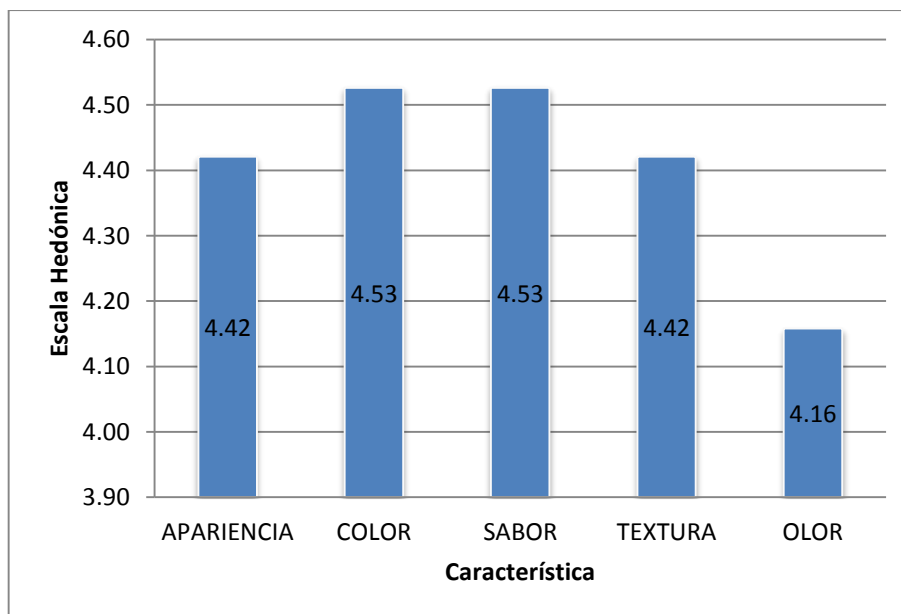
En la Gráfica 8 se presenta la aceptabilidad para formulación papa-chaya (90/10), donde la característica con mayor aceptación fue apariencia (4.47); seguido de sabor y olor (4.42); color (4.37) y textura (4.32).

Gráfico 8. Prueba de aceptabilidad Papa-Chaya (90/10).INCAP. 2014



En la Gráfica 9 se presenta la aceptabilidad para formulación papa-chaya (80/20), donde la característica con mayor aceptación fue el color y sabor (4.53), seguido de apariencia y textura (4.42) y finalmente olor (4.16).

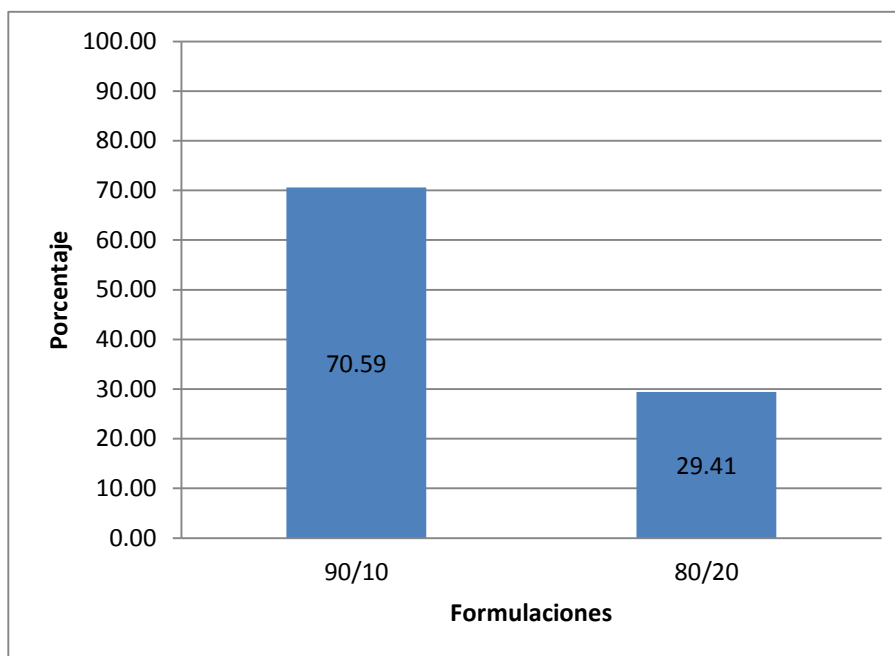
Gráfico 9. Prueba de aceptabilidad Papa-Chaya (80/20). INCAP.2014



El análisis de ANOVA no reveló diferencias significativas entre la formulación 3 y 4 para las distintas características evaluadas. (Se obtuvo un $p > 0.05$, por lo que no existen

diferencias significativa en las características sensoriales entre ambas formulaciones. (Ver Anexo 12)

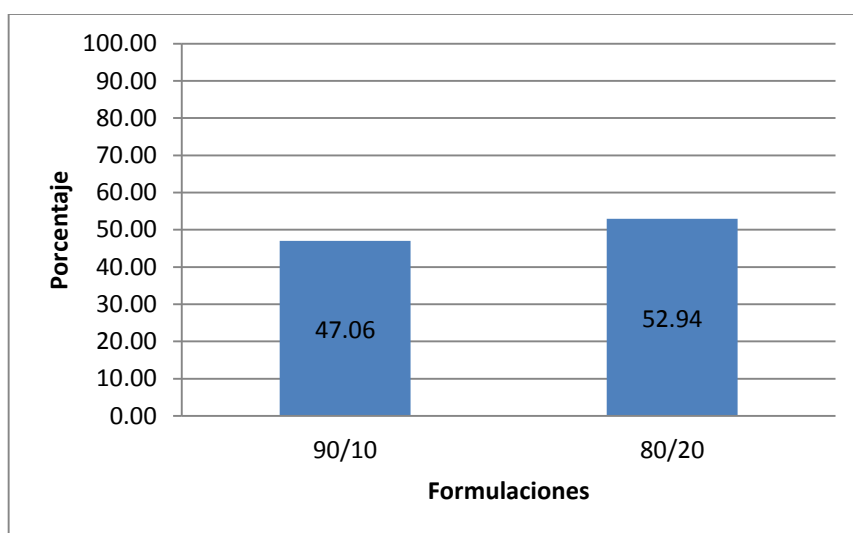
Gráfico 10. Prueba de preferencia Maíz-Chaya (90/10) vs. (80/20). INCAP. 2014.



En la Gráfica 10 se presenta la prueba de preferencia para las formulaciones de maíz-chaya en distintas proporciones. El 70.59% de las líderes comunitarias prefirieron la formulación de sopa elaborada con la proporción de maíz-chaya (90/10). Y el 29.41% de ellas prefirieron la formulación con la proporción maíz-chaya (80/20). La prueba binomial de dos colas, afirma que no hay diferencia significativa entre la preferencia de la formulación 1 y 2, ya que se necesitan 13 juicios para una diferencia significativa y se tiene 9. (Ver Anexo 13 y Anexo 20, Tabla binomial de dos colas)

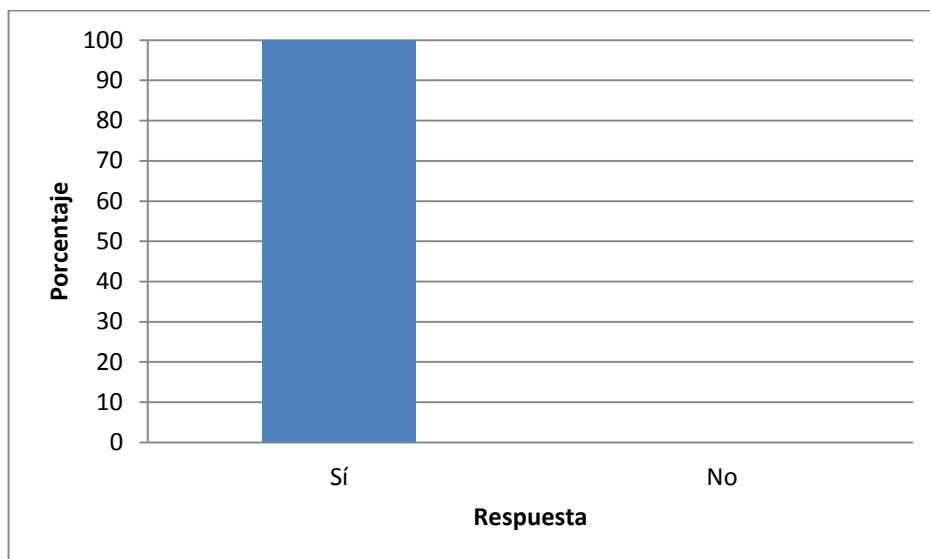
En la Gráfica 11 se presenta la prueba de preferencia para las formulaciones de maíz-chaya en distintas proporciones. El 70.59% de las líderes comunitarias prefirieron la formulación de sopa elaborada con la proporción de maíz-chaya (90/10). Y el 29.41% de ellas prefirieron la formulación con la proporción maíz-chaya (80/20). La prueba binomial de dos colas, afirma que no hay diferencia significativa entre la preferencia de la formulación 3 y 4, ya que se necesitan 13 juicios para una diferencia significativa y se tiene 12. (Ver Anexo 13 y Anexo 20, Tabla binomial de dos colas)

Gráfico 11. Prueba de preferencia. Papa-Chaya (90/10) vrs. (80/20).INCAP. 2014



En la Gráfica 11.1 se presenta la aceptación del tamalito elaborado a base de harina de maíz y harina de chaya con las proporciones 90-10.

Gráfica 11.1 ¿Le gustó el tamalito hecho a base de harina de maíz y harina de chaya?

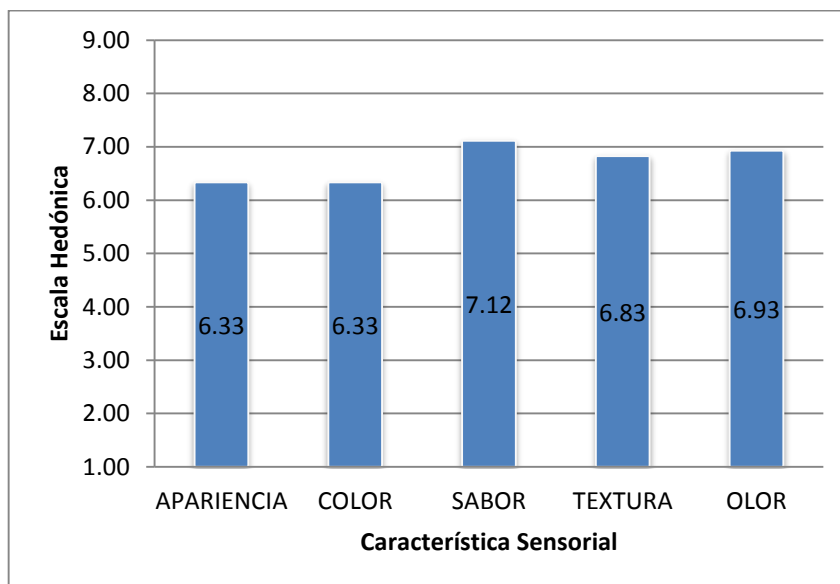


2. Análisis sensorial a estudiantes, docentes y personal de UVG.

El análisis sensorial se llevó a cabo los días 24,25 y 26 de marzo de 15:00-18:30 horas en el Laboratorio de Análisis Sensorial, E-106, de la Universidad del Valle de Guatemala.

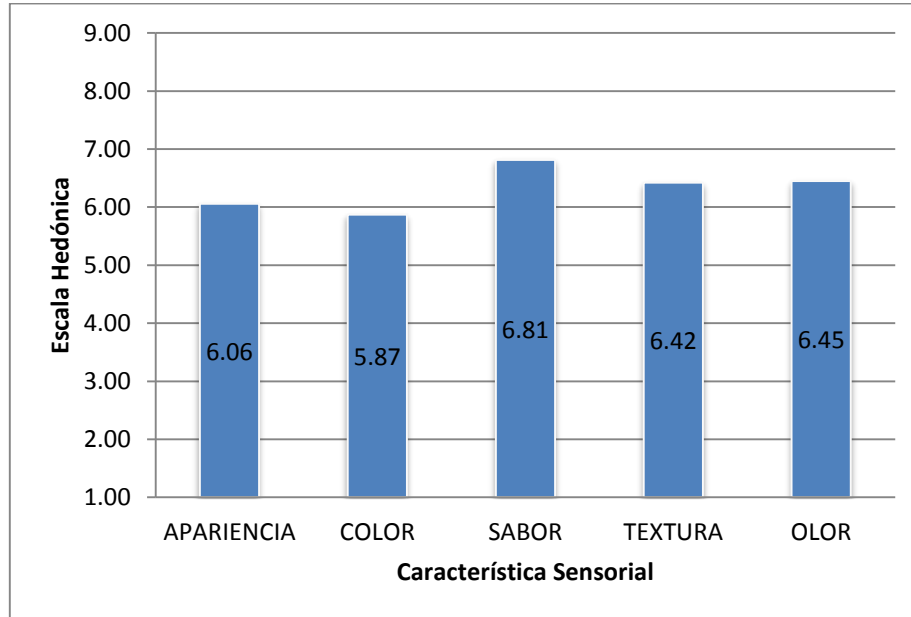
En la Gráfica 12 presenta la aceptabilidad de la formulación de maíz-chaya (90/10), en orden decreciente la característica con mayor aceptación fue sabor con una aceptación de 7.12, seguido de la característica de olor (6.93), textura (6.83) y finalmente apariencia y color con 6.33. Todas las características sensoriales se encuentran en el nivel 6 de escala hedónica, me gusta poco, a excepción del sabor que se ubica en la categoría de me gusta moderadamente.

Gráfico 12. Prueba de aceptabilidad. Maíz-Chaya (90/10). UVG.2014



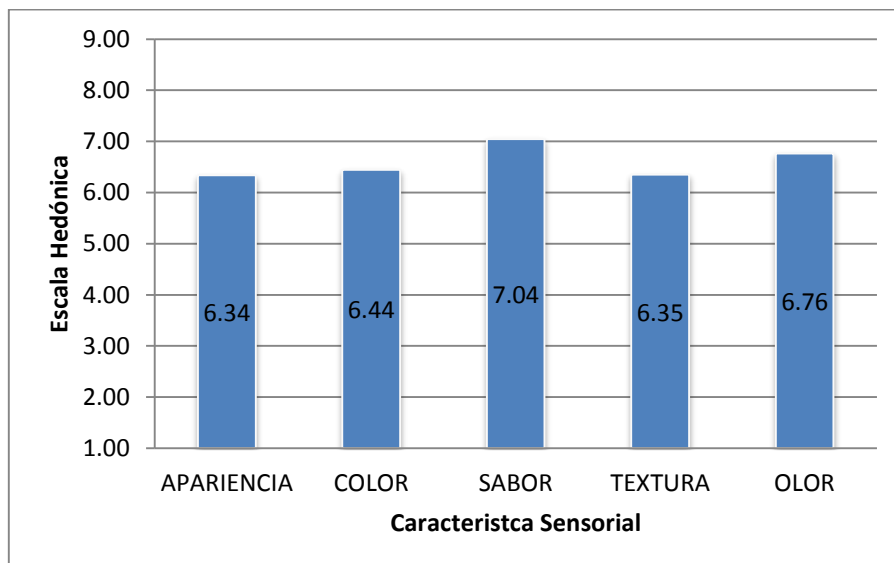
En la Gráfica 13 se presenta la aceptabilidad de la formulación de maíz-chaya (80/20), en orden decreciente la característica con mayor aceptación fue sabor con una aceptación de 6.81, seguido de la característica de olor (6.45), textura (6.42), apariencia (6.06) y finalmente color con 5.87. Todas las características sensoriales se encuentran en el nivel 6 de escala hedónica, que la ubica en me gusta poco. El análisis de ANOVA no reveló diferencias significativas entre la formulación 1 y 2 para las distintas características evaluadas. (Se obtuvo un $p > 0.05$, por lo que no existen diferencias significativas en las características sensoriales entre ambas formulaciones, a excepción del olor donde sí hubo diferencia significativa). (Ver Anexo 9)

Gráfico 13. Prueba de aceptabilidad Maíz-Chaya (80/20) UVG.2014



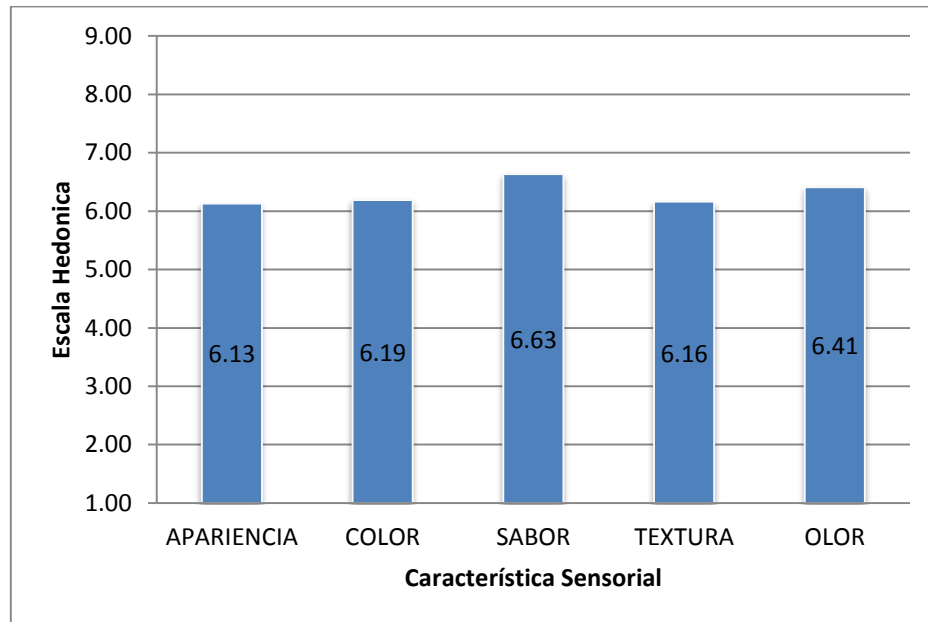
En la Gráfica 14 se presenta la aceptabilidad de la formulación de papa-chaya (90/10), en orden decreciente la característica con mayor aceptación fue sabor con una aceptación de 7.04, seguido de la característica de olor (6.76), textura (6.35), color (6.44) y finalmente apariencia con 6.34. Todas las características sensoriales se encuentran en el nivel 6 de escala hedónica, que la ubica en me gusta poco, a excepción de la característica de sabor que se ubica en me gusta moderadamente.

Gráfica 14. Prueba de aceptabilidad Papa-chaya (90/10).UVG.2014



En la Gráfica 15 presenta la aceptabilidad de la formulación de papa-chaya (80/20), en orden decreciente la característica con mayor aceptación fue sabor con una aceptación de 6.63, seguido de la característica de olor (6.41), color (6.19), textura (6.16 y finalmente apariencia con 6.13.

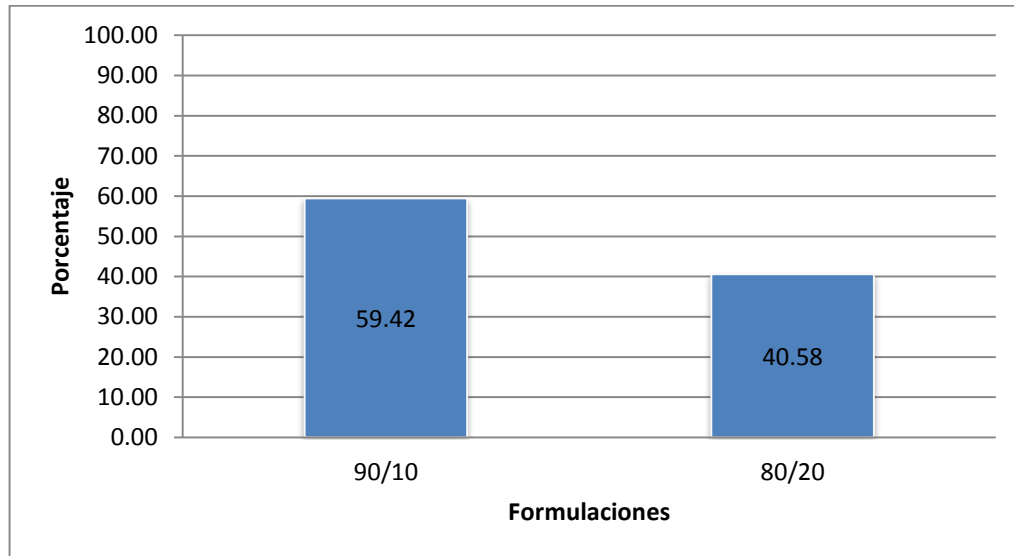
Gráfica 15. Prueba de aceptabilidad Papa-Chaya (80/20).UVG. 2014



El análisis de ANOVA no reveló diferencias significativas entre la formulación 3 y 4 para las distintas características evaluadas. (Se obtuvo un $p > 0.05$, por lo que no existen diferencias significativa en las características sensoriales entre ambas formulaciones). (Ver Anexo 10)

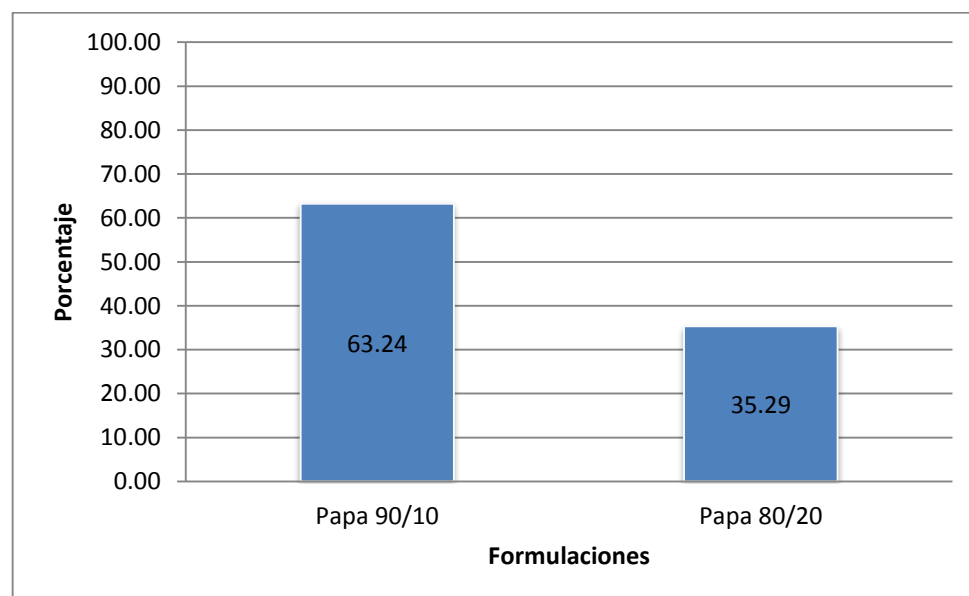
En la Gráfica 16 presenta la prueba de preferencia entre la formulación de maíz-chaya (90/10) y maíz-chaya (80/20). El 59.42% de los panelistas prefirieron la formulación de maíz –chaya (90/10) y el 40.58% prefirieron la formulación de maíz-chaya (80/20). La prueba binomial de dos colas, afirma que no hay diferencia significativa entre la preferencia de la formulación 1 y 2, ya que se necesitan 44 juicios para una diferencia significativa y se tiene 41. (Ver Anexo 14 y Anexo 20, Tabla binomial de dos colas)

Gráfica 16. Prueba de preferencia Maíz-Chaya 90/10 vrs. 80/20.UVG. 2014



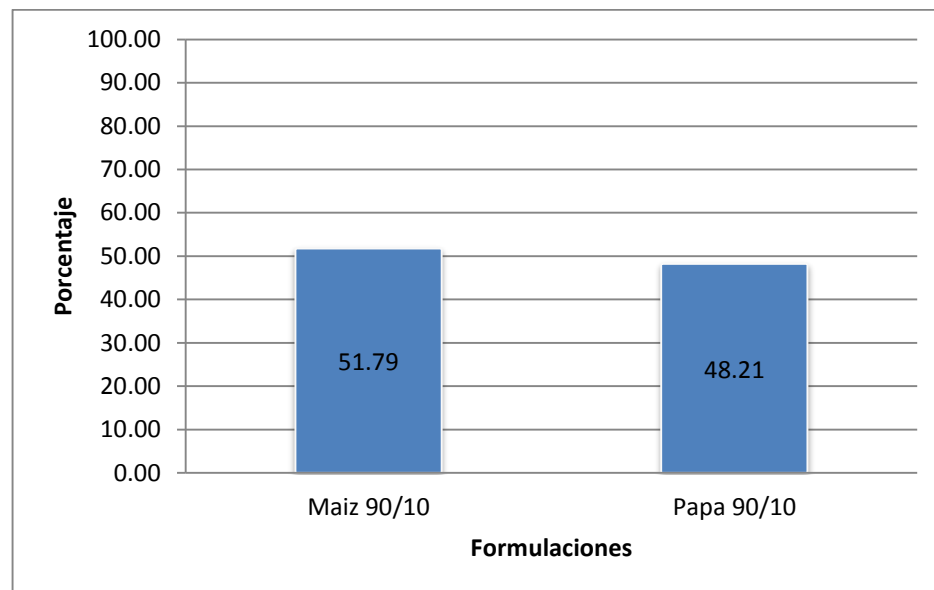
En la Gráfica 17 se presenta la prueba de preferencia entre la formulación de Papa-Chaya (90/10) y Papa-Chaya (80/20). El 63.24% de los panelistas prefirieron la formulación de papa-chaya (90/10) y el 35.29% prefirieron la formulación de papa-chaya (80/20). . La prueba binomial de dos colas, afirma que no hay diferencia significativa entre la preferencia de la formulación 3 y 4, ya que se necesitan 44 juicios para una diferencia significativa y se tiene 43. (Ver Anexo 14 y Anexo20, Tabla binomial de dos colas)

Gráfica 17. Prueba de preferencia Papa-Chaya 90/10 vrs. 80/20.UVG.2014



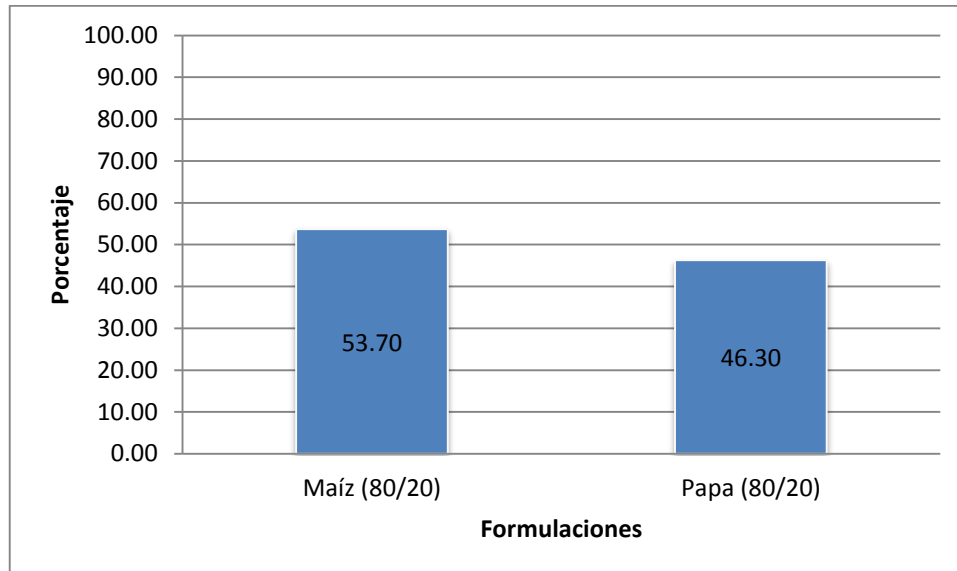
En la Gráfica 18 se presenta la prueba de preferencia entre la formulación de papa-chaya (90/10) y papa-chaya (90/10). El 51.79% de los panelistas prefirieron la formulación de maíz-chaya (90/10) y el 48.21% prefirieron la formulación de papa-chaya (90/10). La prueba binomial de dos colas, afirma que no hay diferencia significativa entre la preferencia de la formulación 1 y 3, ya que se necesitan 33 juicios para una diferencia significativa y se tiene 29. (Ver Anexo 14 y Anexo 20, Tabla binomial de dos colas)

Gráfica 18. Prueba de preferencia, Maíz-Chaya (90/10) vrs. Papa-Chaya (90/10).UVG.2014



En la Gráfica 19 se presenta la prueba de preferencia entre la formulación de Maíz-Chaya (80/20) y Papa-Chaya (80/20). El 53.70% de los panelistas prefirieron la formulación de papa-chaya (90/10) y el 46.30% prefirieron la formulación de papa-chaya (80/20). La prueba binomial de dos colas, afirma que no hay diferencia significativa entre la preferencia de la formulación 2 y 4, ya que se necesitan 33 juicios para una diferencia significativa y se tiene 29 (Ver Anexo 14 y Anexo 20, Tabla binomial de dos colas). Así mismo, los comentarios de los panelistas respecto a las preferencias de ambas pruebas se encuentra en el Anexo 22.

Gráfica 19. Prueba de preferencia Maíz (80/20) vrs. Papa (80/20).UVG.2014



VII. DISCUSIÓN

A. Materia Prima

El principal objetivo de este estudio fue la elaboración de dos sopas nutritivas de alto valor nutritivo elaboradas a partir de harina de papa, harina de maíz y harina de chaya en diferentes proporciones. Para el desarrollo de las sopas nutritivas deshidratadas, se dividió la investigación en cuatro partes principales: elaboración de materia prima (harina de chaya), estudio biológico, formulación de las sopas nutritivas y análisis sensorial.

La elaboración de las sopas inició con la elaboración de la harina de chaya, para ello, se seleccionó la variedad estrella puesto que esta no contiene pelos urticantes y es la que contiene mayor cantidad de proteína en base seca (Cifuentes, 2007). Se eliminaron los tallos de las hojas, se lavaron con agua y se escaldaron a 85°C por 3 minutos en una escaldadora industrial. Posteriormente, se procedió a centrifugar para eliminar el exceso de agua y así acortar el tiempo de secado, posteriormente se procedió a deshidratarla a 60-65°C por 16-24 horas en un horno de aire caliente. El tiempo de deshidratado depende de la cantidad de agua que se logre eliminar con el centrifugado. Finalmente, se molió la chaya seca en un molino de cuchillas para obtener la harina. El rendimiento de la harina de chaya fue del 10% puesto que la humedad de las hojas de chaya es alta (96%).

Se le realizó un análisis químico proximal a la materia prima en base seca, como se puede observar en el cuadro 9, la cantidad de proteína de la chaya es superior a la de la harina de papa y harina de maíz por lo que se utilizó este alimento para suplementar los otros dos tipos de harina.

Para la harina de chaya de la variedad estrella se encontró un 33.48% de proteína. Esta cantidad de proteína de la harina de chaya supera a la cantidad presente en la harina de maíz (9.99%) y la harina de papa (8.47%). (Cuadro 12). Es importante resaltar que la proteína proveniente de la chaya es rica en aminoácidos azufrados, lisina y triptófano y deficiente en metionina. Ahora bien, la harina de maíz es rica en metionina y la harina de papa es rica en lisina, leucina e isoleucina. Tanto la harina de papa como la harina de chaya son deficientes en aminoácidos azufrados y triptófano, lo que hace que la complementación proteica entre estos alimentos sea de una mejor calidad.

Es importante hacer notar que la cantidad de HCN en la harina de chaya (0.0324 mgHCN/g alimento) es mayor de lo permitido por la Protección Ambiental de Estados

Unidos donde el máximo de glucósidos cianogénicos es de 0.025mg HCN/g de alimento (Molina, 1999). Por lo que la harina de chaya sola no es apta para consumo. Si se quisiera reducir más el contenido de glucósidos cianogénicos se podría escaldar las hojas de chaya a una mayor temperatura a un mayor tiempo que el aquí presentado.

Se realizaron análisis de HCN a las proporciones utilizadas en las formulaciones de las sopas, con los cuales se obtuvo 0.0108mg HCN/g alimento, lo cual es menor a lo indicado por la Protección Ambiental de Estados Unidos por lo que son aptas para el consumo (Cuadro 13)

Así mismo, se realizó un análisis de oxalatos (Cuadro 14) a la harina de chaya, a sus respectivas proporciones y a distintas hojas verdes muy usadas en Guatemala puesto que estos son componentes anti nutritivos en los alimentos, principalmente en las hojas verdes, que pueden formar iones con el calcio y formando oxalatos de calcio que pueden precipitar en órganos como riñones, vasos sanguíneos, corazón, pulmón e hígado. (Córdoba, 2012)

La hoja de chaya obtuvo un 1.09% de oxalatos y las distintas proporciones debajo de 0.30% lo que indicia un bajo contenido de oxalatos en comparación con otras hojas verdes muy comestibles de nuestro país como la moringa (3.37%) y el berro (3.59%). Con lo que se puede concluir que las hojas de chaya no tienen tantos componentes anti nutritivos como las hojas de moringa, bleo y berro. (Córdoba, 2012)

B. Estudio biológico

Para comprobar la relación óptima de complementación proteica entre la mezcla maíz-chaya y papa-chaya se realizaron proporciones de 90/10 y 80/20 para cada una de las dos formulaciones de sopas. Así mismo, se realizó un estudio biológico de 4 semanas de duración en donde se determinó por medio de la ganancia de peso, el índice de eficiencia proteica (PER) y la digestibilidad aparente de la proteína.

El grupo con mayor eficiencia proteica (PER) fue el Grupo 3 (Maíz-Chaya 80/20) con 2.498, seguido en forma descendente del grupo 4 (Papa-Chaya 80/20) con 2.216, el grupo 2 (Papa-Chaya 90/10) con 2.008 y el grupo 1 (Maíz-Chaya 90/10) con 2.006. Para el grupo control se obtuvo un PER de 2.95. Como se puede apreciar en el Cuadro 16, el comportamiento del PER estuvo determinado por la cantidad de chaya presente en la dieta, por lo que a mayor cantidad de chaya, mejor es la calidad proteica.

Es importante resaltar que el PER indica la calidad proteica del alimento, sin embargo, este debe ser comparado con la digestibilidad aparente de las ratas, en especial con los alimentos altos en fibra como lo es la chaya, ya que esta puede disminuir la digestibilidad del alimento. A pesar que se obtuvieron mezclas de alta calidad proteica, esto no es un indicador exacto para determinar el comportamiento y absorción del mismo en el organismo.

Se realizó un análisis de varianza ANOVA para determinar la significancia entre las dietas experimentales y el grupo control. El análisis de varianza ANOVA fue de 0.054 ($p > 0.05$) solamente para un grupo; ahora bien, por lo que no existe diferencia significativa entre cada una de las dietas y el control.

Ahora bien, en el Cuadro 16, se puede apreciar que los datos obtenidos respecto a la digestibilidad aparente fueron inversamente proporcionales a los del índice de eficiencia proteica (PER), una de las razones es la cantidad de chaya presente en la mezcla y por lo tanto a la cantidad de fibra presente. Con los datos del cuadro 16 se puede concluir que a mayor cantidad de chaya (mayor cantidad de fibra) la digestibilidad aparente disminuye.

Este comportamiento se puede comprobar con el grupo 4 (papa-chaya, 80/20) cuyo PER es el segundo más alto con 2.216 y una digestibilidad de 80.80%. En cambio el grupo 1 (maíz-chaya 90/10) tuvo un PER de 2.004 y una digestibilidad del 85.62%, lo cual se debe a la menor cantidad de chaya presente en la dieta y por lo tanto a la menor cantidad de fibra en la dieta. La leche descremada obtuvo un valor de 2.95 de PER y un 83.91% de digestibilidad, el cual fue el esperado puesto los alimentos de origen animal presentan una digestibilidad aparente mayor que los de origen vegetal. La OMS clasifica a la digestibilidad de alimentos de origen animal como alta digestibilidad y va en de un rango de 93%-100% y los alimentos de origen vegetal tales como el maíz, leguminosas y tubérculos una digestibilidad baja que va de un rango de 70-85%. Estas diferencias en los alimentos de origen vegetal, se deben principalmente a la composición de la pared celular, la formación de complejos de almidón-proteína y la presencia de otros componentes como la hemicelulosa. (Drago, 2011)

Tanto la ganancia de peso en la ratas como la ingesta total alimentaria fue mayor en la dieta 3 (maíz-chaya, 80/20). Seguido en orden decreciente de la dieta 4 (papa-chaya, 80/20), la dieta 2 (papa-chaya, 90/10) y finalmente la dieta 1 (maíz-chaya, 90/10). (Grafico 2 y 3), esto se debe a la calidad proteica de las dietas, lo cual concuerda con el PER obtenido en el Cuadro 16.

Durante el estudio biológico no se presentaron anomalías en el comportamiento de las ratas, en su ingesta alimentaria o en la excreción de heces, a excepción del grupo 2, quienes presentaron una pérdida leve de pelo en la parte superior del lomo de la rata. Eso se pudo haber debido principalmente al alto contenido de almidón en la dieta con papa y su deficiencia en metionina.

C. Formulación de las sopas

Las sopas nutritivas se formularon a base de la harina de papa o harina de maíz suplementadas con harina de chaya como fuente proteica en las proporciones indicadas en el estudio biológico (90/10 y 80/20).

Los condimentos utilizados fueron el cilantro en hoja, cebolla en polvo, sazón de pollo en polvo, consomé de pollo sin glutamato y sal. Se realizaron pruebas previas incluyendo apio en polvo, sin embargo, este fue eliminado posteriormente puesto que agregaba un sabor amargo a las preparaciones. Las formulaciones se realizaron en base a 65 gramos (4 porciones) de sopa nutritiva.

El análisis proximal de las formulaciones de sopas nutritivas, determinaron que la formulación que obtuvo una mayor cantidad de proteína fue la formulación 2 (maíz –chaya, 80/20) con 13.15%, seguido en forma decreciente con la formulación 4 (papa-chaya, 80/20) con 12.02%, la formulación 3 (papa-chaya, 90/10) con 10.70% y finalmente la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10) con 10.32%. Estos valores está directamente relacionados con la cantidad de chaya (fuente de proteína) presente en la formulación.

Ahora bien, la mayor cantidad de grasa encontrada fue en la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10) con 3.95%, seguido en forma decreciente de la formulación 2 (maíz-chaya, 80/20) con 2.87%, la formulación 3 (papa-chaya, 90/10) con 1.28% y la formulación 4 (papa-chaya, 80/20) con 1.15%. Estos valores indican que la mayor cantidad de grasa se encuentra en las formulaciones de mezclas con maíz-chaya. Cabe resaltar que los valores de grasa se encuentran dentro de los parámetros normales para un producto alimenticio (no debe exceder el 10%).

En cuanto a carbohidratos, la formulación 3 (papa-chaya, 80/20) obtuvo la mayor cantidad con 66.08%, seguido decreciente mente con la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10) con 61.29%, la formulación 4 (papa-chaya, 80/20) con 59.69% y finalmente la formulación

2 (maíz-chaya, 90/10) con 53.59%. Estos valores están relacionados directamente con la cantidad de proteína presente en la formulación.

La fibra dietética obtuvo valores muy positivos en cada una de las cuatro formulaciones. La formulación 2 (maíz-chaya, 80/20) obtuvo la mayor cantidad de fibra con 16.02%, seguido decrecientemente con la formulación 4 (papa-chaya, 80/20) con 12.42%, la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10) con 8.91% y finalmente la formulación 3 (papa-chaya, 80/20) con 8.2%. Estos valores indican que las cuatro formulaciones de sopas son una adecuada fuente de fibra dietética.

En cuanto a la información nutricional de las formulaciones, se puede observar que en todas las formulaciones se logró alcanzar el mínimo de proteína deseada (3% del requerimiento diario) para que fuera comparable con las sopas comerciales. La formulación con un mayor aporte de proteína fue la formulación 2 maíz-chaya, 80/20, con 2.14 g por porción. Esto es el doble de la cantidad encontrada en diversas sopas comerciales: Crema Espinaca Maggi (1g), Crema de Brócoli Maggi (1.3g), Pollo con fideos Maggi (1.3g). Seguido de la formulación 4 papa-chaya, 80/20; formulación 3 papa-chaya, 80/20 y por último la formulación 1 maíz-chaya, 90/10.

A pesar que la formulación 1 no obtuvo un mayor porcentaje del requerimiento diario fue la sopa que tuvo la mejor digestibilidad en el bioensayo. Es necesario resaltar que el % de requerimiento diario no es un indicador de la calidad proteica, únicamente de la cantidad del producto, por eso es tan importante la realización de un estudio biológico para determinar si la fuente proteica es de alto calidad como en el caso de las formulaciones de sopas.

Ahora bien, el análisis de minerales fue realizado por espectrofotometría de absorbancia atómica, donde se obtiene mg mineral/g alimento, por medio de una regresión lineal y curvas de calibración de las concentraciones medidas (Ver Anexo 21). Los valores fueron convertidos a % de VRD (Valor de Referencia Diario) para verificar el aporte de minerales de la sopa al requerimiento dietético diario. El % VRD del sodio estuvo entre 0.40-0.42% de aporte al requerimiento diario, cabe resaltar que este % es de suma importancia para la investigación puesto que se pretendía elaborar las sopas con un contenido menor de la mitad del sodio utilizado en las sopas comerciales que oscila entre 27% (Crema de Espinaca, Maggi) y 33% (Crema de Mariscos, Maggi y Sopa de Pollo con fideos, Maggi).

Así mismo, es importante mencionar que el % VRD de zinc y hierro cubren casi del 40 al 50% del requerimiento diario. Este hallazgo es muy importante debido a que la población

del país de escasos recursos presenta deficiencia de hierro y zinc, por lo que la sopa puede ser utilizada como un vehículo adecuado para la complementación de hierro y zinc en la dieta. Finalmente, es necesario resaltar que los porcentajes de hierro y zinc son totales por lo que se recomienda realizar un estudio biológico para determinar el porcentaje exacto de mineral que se absorbe en el organismo y es biodisponible.

D. Análisis Sensorial

1. Capacitación y Análisis sensorial a líderes comunitarias, INCAP. El panel Sensorial y la capacitación a líderes comunitarias se realizaron el 11 de febrero del 2014, en la finca del INCAP, ubicada en San Juan Sacatepéquez. La capacitación abarcó temas sobre la cantidad de proteína en las hojas de chaya y su diferencia en las distintas variedades y el proceso de elaboración de la harina de chaya y productos elaborados a partir de las hojas de chaya y harina de chaya. Cabe resaltar que se realizó el análisis sensorial a dos distintos grupos (líderes comunitarios en INCAP y estudiantes, docentes y personal administrativo en UVG) debido a que ambos poseen distintos rasgos socioeconómicos y tradiciones que podrían influir en la aceptación sensorial del producto.

El panel estuvo conformado por 19 líderes comunitarias provenientes de diversas áreas del país. Se realizó una prueba de aceptabilidad de cada una de las formulaciones con una boleta de escala hedónica de 5 niveles y una prueba de preferencia para determinar cuál de las formulaciones era la más aceptada.

La prueba de aceptabilidad de la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10) tuvo un promedio entre 4-4.7 para todas las características sensoriales evaluadas (textura, sabor, olor, apariencia y color), este promedio la ubica en una aceptación de me gusta poco. Los comentarios más frecuentes fueron acerca de su agrado por la textura (el cual tuvo el promedio más alto de aceptación), seguido del olor.

La prueba de aceptabilidad de la formulación 2 (maíz-chaya, 80/20) tuvo un promedio entre 4.29 y 4.41 para todas las características sensoriales evaluadas antes descritas. Este promedio la ubica en una aceptación de me gusta poco. Los comentarios más frecuentes fueron acerca del sabor fuerte de la formulación y la textura con muchos sólidos.

La prueba de análisis Anova demuestra que no existen diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas para cada uno de sus atributos. A excepción del olor, que obtuvo una diferencia significativa. (Ver Anexo 9)

Para la prueba de preferencia entre las formulaciones de maíz-chaya, las líderes comunitarias prefirieron la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10) con un porcentaje de 70.29 y la formulación 2 (maíz-chaya, 80/20) con un 29.41%. Los comentarios más frecuentes acerca de su elección fueron debido a un buen sabor y a una textura no tan espesa. La prueba binomial determino que no existe diferencia significativa entre las formulaciones.

Ahora bien, en la prueba de aceptabilidad respecto a las mezclas con papa. Para la formulación 3 (papa-chaya, 90/10) la característica con mayor aceptación fue apariencia (4.47); seguido de sabor y olor (4.42); color (4.37) y textura (4.32). Todas las características sensoriales se encuentran en el nivel 4 de escala hedónica, me gusta poco.

En la prueba de aceptabilidad de la formulación 4 (papa-chaya, 80/20) la característica con mayor aceptación fue el color y olor (4.41), seguido de textura (4.31): sabor y apariencia (4.29). Nuevamente en esta formulación todas las características sensoriales se encuentran en el nivel 4 de escala hedónica, me gusta poco. Sin embargo, el análisis de Anova demuestra que no hay diferencias significativas entre muestras. A excepción de la textura que si obtuvo diferencia significativa, la cual se pudo haber debido a las costumbres alimenticias del área rural, principalmente al gusto por los atoles ralos o muy diluidos.

En la prueba de preferencia se vio marcada la elección de la formulación 3 (papa-chaya, 90/10) con un 52.94% y la formulación 4 (papa-chaya, 80/20) con un 47.06%. Entre los comentarios acerca de su elección, la prefirieron debido a que esta presentaba mejor apariencia. La prueba binomial de dos colas demuestra que no existe una diferencia significativa entre ambas.

Finalmente, se decidió elaborar un tamalito hecho a base de harina de maíz y harina, 90/10, para verificar la aceptación de las mezclas vegetales incluidas en otras preparaciones alimenticias, principalmente autóctonas de la región. La encuesta realizada solamente poseía una pregunta dicotómica: "¿Le gustó el tamalito elaborado a base de harina de maíz y chaya?" R/ Sí o No. A lo que el 100% de las líderes comunitarias contesto que sí les había gustado el tamalito, por lo que las mezclas vegetales pueden tener una mejor aceptación en otros sistemas alimenticios diversos a la preparación de sopa. (Gráfica 11.1)

Todos los resultados de las características sensoriales evaluadas se ubicaron en la clasificación de me gusta poco. Así mismo, se eligieron las formulaciones con menos cantidad de chaya en su composición. Los comentarios fueron muy importantes para determinar que a mayor cantidad de chaya, mayor espesor en las formulaciones. Por lo que

se puede inferir a partir de este análisis sensorial que una textura muy espesa en las sopas no es una característica deseada por el consumidor. Finalmente, cabe resaltar que tanto en la aceptabilidad como en la preferencia influyó el gusto personal de las personas por las sopas, principalmente en lo que respecta a la característica de textura y apariencia.

2. Análisis sensorial a estudiantes, docentes y personal administrativo, UVG.

El análisis sensorial realizado en la Universidad del Valle de Guatemala-Campus Central se llevó a cabo los días 24,25 y 26 de marzo de 15:00-18:30 horas en el Laboratorio de Análisis Sensorial, E-106, de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG).

El panel estuvo conformado por 70 personas entre los cuales se encontraban estudiantes, docentes y personal administrativo de la UVG. Se realizó una prueba de aceptabilidad para cada formulación de sopa con una boleta con una escala hedónica de 9 niveles y se realizó una prueba de preferencia entre ellas para determinar cuál de las formulaciones era la preferida por el panel.

Para la prueba de aceptabilidad de la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10), se obtuvo un promedio entre 6.33 y 7.12 para las características evaluadas, ubicándolas en la clasificación de aceptación de me gusta poco, a excepción del sabor que tuvo un promedio de 7.12 que la ubica en me gusta moderadamente.

En la prueba de aceptabilidad para la formulación 2 (maíz-chaya, 80/20) se obtuvo un promedio entre 5.87 y 6.81 para las características sensoriales evaluadas, que la ubica en me gusta poco, a excepción de la característica de color que obtuvo un promedio de 5.87, que la ubica en la clasificación de “no me gusta ni me disgusta”.

En la prueba de aceptabilidad para la formulación 3 (papa-chaya, 90/10), se obtuvo un promedio entre 6.34 y 7.04 para las características evaluadas, que la ubica en la clasificación de “me gusta poco”, a excepción de la característica de sabor, que obtuvo un promedio de 7.04 que la ubica en la clasificación de “me gusta moderadamente”.

En la prueba de aceptabilidad de la formulación 4 (papa-chaya, 80/20), se obtuvo un promedio entre 6.13 y 6.63 para las características sensoriales evaluadas, que la ubica en la clasificación de “me gusta poco”.

Cabe resaltar que tanto la prueba de preferencia como en la de aceptabilidad, las mezclas con maíz como en las mezclas con papa, se obtuvo una mayor aceptabilidad en las formulaciones con menor cantidad de chaya (90/10).

En la prueba de preferencia entre la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10 vrs. la formulación 2 (Maíz-Chaya, 80/20) se obtuvo que el 59.42% de los panelistas prefirieron la formulación 1 (Maíz –Chaya, 90/10) y el 40.58% prefirieron la formulación 2 (maíz-chaya, 80/20) lo cual concuerda con los resultados obtenidos en la prueba de aceptabilidad.

En la prueba de preferencia entre la formulación 3 (papa-chaya, 90/10) vrs. la formulación 4 (papa-chaya, 80/20) se obtuvo que el 63.24% de los panelistas prefirieron la formulación 3 (papa-chaya, 90/10) y el 35.29% prefirieron la formulación 4 (papa-chaya, 80/20), lo cual concuerda con los resultados obtenidos en la prueba de aceptabilidad.

Finalmente, se realizaron dos pruebas de preferencia adicionales para determinar qué sabor era el preferido por los panelista respecto al ingrediente base, independientemente de las proporciones.

La prueba de preferencia entre la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10) y formulación 3 (papa-chaya, 90/10), se obtuvo que el 51.79%% de los panelistas prefirieron la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10) y el 48.21% prefirieron la formulación (papa-chaya, 90/10).

Finalmente en la prueba de preferencia entre la formulación 2 (maíz-chaya, 80/20) y la formulación 4 (papa-chaya, 80/20) se obtuvo que el 53.70% de los panelistas prefirieron la formulación 4 (maíz-chaya, 80/20) y el 46.30% prefirieron la formulación 2 (papa-chaya, 80/20).

Es importante resaltar que tanto el análisis sensorial realizado en el INCAP como en la UVG se obtuvo un promedio de aceptación general de “me gusta poco”. Por ello, se recomienda seguir realizando pruebas en la formulación para mejorar principalmente las características que obtuvieron un promedio menor de aceptación como la textura y apariencia.

VIII. CONCLUSIONES

1. Por medio del estudio biológico se pudo determinar que la proporción óptima entre la harina de maíz y harina de chaya, en cuanto a índice de eficiencia proteica (PER) y digestibilidad, fue de la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10).
2. La proporción óptima entre harina de papa y harina de chaya, en cuanto a índice de eficiencia proteica (PER) y digestibilidad, fue la formulación 2 (papa-chaya, 90/10).
3. Existe una mejor digestibilidad en las mezclas que poseen una menor cantidad de harina de chaya: Formula 1 (maíz-chaya, 90/10) y Formula 2 (papa-chaya, 90/10).
4. La digestibilidad está fuertemente influida por la cantidad de fibra presente en el alimento: a mayor cantidad de fibra en el alimento, menor digestibilidad.
5. Las formulaciones finales de sopas nutritivas obtuvieron un porcentaje de proteína entre el 10 y 13%, lo que indica que son una buena fuente proteica.
6. Por medio del análisis sensorial realizado a las líderes comunitarias, se pudo determinar que entre las formulaciones de maíz, la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10) obtuvo el mayor puntaje. Y entre las formulaciones con papa, la formulación 4 (papa-chaya, 80/20) obtuvo el mayor puntaje. Sin embargo, ninguna de estas formulaciones fue aceptada completamente puesto que ambas se encuentran en la clasificación “me gusta poco”.
7. Por medio del análisis sensorial realizado a estudiantes, docentes y personal administrativo de la Universidad del Valle se pudo determinar que entre las formulaciones de maíz, la formulación 1 (maíz-chaya, 90/10) obtuvo el mayor puntaje. Y entre las formulaciones con papa, la formulación 3 (papa-chaya, 90/10) obtuvo el mayor puntaje. Sin embargo, ninguna de estas formulaciones fue aceptada puesto que ambas se encuentran en la clasificación “me gusta poco”.
8. Existe una preferencia por las formulaciones con menor cantidad de chaya, debido a que esta posee un sabor fuerte y le brinda mayor espesor a las sopas.
9. Las cuatro formulaciones de sopas nutritivas obtuvieron la clasificación final de me gusta poco, tanto para la apariencia, color, textura y olor a excepción del sabor que se clasificó en me gusta moderadamente.
10. La sopa puede ser usada como un vehículo adecuado para la complementación de hierro y zinc en la dieta por el gran aporte que brinda en cada porción (30-48% del requerimiento diario).

IX. RECOMENDACIONES

1. Determinar el perfil de aminoácidos de la chaya para poder caracterizar de manera más exacta la calidad proteica de la harina de chaya y sus proporciones.
2. Evaluar sensorialmente las proporciones de maíz-chaya y papa-chaya en diversas preparaciones alimentarias autóctonas de Guatemala y en otros sistemas alimenticios.
3. Evaluar sensorialmente una adición del 5% de chaya a las diferentes proporciones.
4. Evaluar el uso de las sopas nutritivas elaboradas en comunidades que presenten inseguridad alimentaria del país.
5. Desarrollar un manual de recetas utilizando las proporciones de maíz-chaya y papa-chaya descritas en el presente trabajo, tanto para base seca como para base fresca.
6. Usar enzimas para mejorar la característica de textura.
7. Evaluar la biodisponibilidad del aporte de hierro y zinc para determinar la cantidad exacta absorbida por el organismo.
8. Realizar un grupo focal con líderes comunitarias para determinar los parámetros exactos a mejorar para que se dé una mayor aceptación sensorial en el producto.

X. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, Geraldine. 2007. *Formulación de sopas nutritivas a base de vegetales precocidos en trozos*. Tesis Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 72pags.

Anderson, Sweeney, Williams. 2008. *Estadística para administración y economía*. Cengage learning. México. Págs. 1061

Association of American Feed Program. 2014. Estados Unidos. Visitado el 9 de junio del 2014 en: <http://www.aafco.org/>

Braham, J. *et al.* 1969. *Mejoramiento del valor nutritivo de dietas de consumo humano: suplementación con mezcla vegetal Incap-9 y leche*. Archivo Latinoamericano Nutricional 19 (3): 253-263.

Bressani, R. *et al.* 1962. *Efecto de la mezcla vegetal Incap-9 en diversos animales de experimentación*. Archivo Venezolano Nutricional (12): 229-244.

Carrillo Meléndez, María Fernanda. 2003. *Fortificación de una galleta nutritiva evaluación de su valor nutricional y aceptabilidad en mujeres embarazadas*. Tesis Universidad del Valle de Guatemala. 70 págs.

Córdoba, A. 2012. *Plantas tóxicas caseras en la ciudad de Manizales*. Universidad de Caldas. Revista de Ciencias Básicas (2): 15-29

Curley Wohlers, Luisa María. 1996. *Caracterización química y nutricional de hojas de chaya (Cnidoscolus aconitifolius) presentes en Guatemala*. Trabajo de graduación Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 54 págs.

Godoy Gaitán, Rita María. 2007. *Formulación de helados funcionales para pacientes con cáncer tratados con quimioterapia o radioterapia*. Tesis Universidad del Valle de Guatemala. 88 págs.

Herrera Gutiérrez, Gisel Susana. 2008. *Desarrollo de una sopa semi instantánea fortificada*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 36 págs.

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). 2007. *Tabla de Composición de alimentos*. 2nda. Edición. 128 págs.

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. 1969. Organización Panamericana de la salud. 50 págs.

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. 1969. *Evaluación Nutricional de la población de Centro América y Panamá*. Editado por INCAP. Oficina de Investigaciones Internacionales de los Institutos Nacionales de Salud, EEUU. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. 50 págs.

Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 2001. *Los alimentos nutricionalmente mejorados: una alternativa para los programas de alimentación complementaria*. Guatemala PP/NT 028:02

Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. 2001. *Situación de la seguridad alimentaria y nutricional de Guatemala*. Organización Panamericana de la Salud. Guatemala. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá, 143 págs.

Ixcamparij Tujab, Muchay. 2005. *Desarrollo de un producto de panificación tipo muffin, nutricionalmente mejorado, por sustitución parcial con harina de maíz opaco 2*. Tesis Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 97 págs.

Martin F.W. y R. Ruberté. 1978. *Vegetables for the Hot Humid Tropics*. Part 3. Chaya *Cnidoscolus chayamansa*.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS. *V Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2008-2009*. Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, MSPAS. 58 págs.

Molina Cruz, A. y Rolando Cifuentes. 2003. *Evaluación de cuatro selecciones de chaya y dos niveles de defoliación en cuatro regiones de Guatemala, y aceptabilidad de hojas y cogollos en humanos*. Proyecto FONDECYT. Instituto de investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala. UVG. 45- 99.

Molina Cruz, A., Curley Wholers, L. y Bressani, R. 1997. «*Redescubriendo el valor nutritivo de las hojas de chaya (Cnidoscolus aconitifolius: Euphorbiaceae)*». Ciencia en Acción No. 3. Universidad del Valle de Guatemala.

Molina, Álvaro, 1999. «*Procesamiento de las hojas de chaya (Cnidoscolus aconitifolius: Euphorbiaceae) para consumo humano: I. Cocción en agua hirviendo y almacenamiento de hojas frescas*». Ciencia en Acción No. 6. Universidad del Valle de Guatemala.

Molina, Álvaro, 1999. «*Procesamiento de las hojas de chaya (Cnidoscolus aconitifolius: Euphorbiaceae) para consumo humano: II. Cocción al vapor, en olla de presión, con microondas y frita en aceite*». Ciencia en Acción No. 7. Universidad del Valle de Guatemala.

OPS-ILSI. 1991. *Conocimientos actuales sobre nutrición*. 6ª ed. Organización Panamericana de la Salud-Instituto internacional de Ciencias de la Vida, OPS-ILSI, Washington, D.C.

Organización Mundial de la Salud, OMS. *Estrategia de cooperación*. http://www.who.int/countryfocus/cooperation_strategy/ccsbrief_gtm_es.pdf. Consultado el 1 de agosto de 2012

Pérez, H. 2010. *Evaluación de la Hoja del árbol de Cauilote (Guazuma ulmifolia, como alimento para humanos*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Págs. 44

Pinto, Y. 2010. *Los Complementos Alimenticios en América Latina*. Mysphere. España. pags. 69

Procuraduría del Consumidor, PROFECO. *Evaluación de Sopa Maruchan*. <http://www.profeco.gob.mx/>. Consultado el 1 de agosto de 2012

Quevedo Estrada, Irene Cristina. 2009. *Contenido de vitamina A y aceptabilidad de la chaya (Cnidoscolus aconitifolius Mill) fresca y deshidratada*. Tesis Universidad Rafael Landívar. Guatemala. 36 págs.

Rivera Lam, Brenda María. 2008. *Formulación de un condimento bajo en sodio para vegetales cocidos*. Tesis Universidad del Valle de Guatemala. 79 págs.

Solórzano Leal, Mash. 1997. *Efectos de diversos proceso de cocción y almacenamiento de las hojas de chaya (Cnidosculus aconitifolicus) en su contenido de vitamina C y glucósidos cianogénicos*. Tesis Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 58 Págs.

Velasco Rodríguez, José Armando. 1972. *Efecto de la incaparina en la recuperación de un niño desnutrido*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 65 págs.

Villatoro Kriche, Claudia María. 2007. Desarrollo de sopas de alto valor nutritivo hecho a base de ingredientes cultivados en Guatemala. Tesis Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 62 págs.

XI. ANEXOS

- Anexo 1. Consentimiento informado para análisis sensorial
- Anexo 2. Boleta de análisis sensorial. UVG
- Anexo 3. Boleta de análisis sensorial. INCAP
- Anexo 4. Boleta de análisis sensorial. Prueba de preferencia.
- Anexo 5. Guía de Análisis Sensorial
- Anexo 6. Tablas de registro de peso de las ratas
- Anexo 7. Métodos químicos para análisis proximal (AOAC)
- Anexo 8. Material para promover el panel sensorial.
- Anexo 9. Análisis de Varianza ANOVA. Análisis Sensorial. Maíz. UVG.
- Anexo 10. Análisis de Varianza ANOVA. Análisis Sensorial. Papa. UVG.
- Anexo 11. Análisis de Varianza ANOVA. Análisis Sensorial. Maíz. INCAP
- Anexo 12. Análisis de Varianza ANOVA. Análisis Sensorial. Papa. INCAP
- Anexo 13. Prueba Binomial de dos Colas (nivel de probabilidad del 5%). Análisis sensorial, INCAP.
- Anexo 14. Prueba Binomial de dos Colas (nivel de probabilidad del 5%). Análisis sensorial, UVG.
- Anexo 15. Análisis de ANOVA del índice de eficiencia proteica (PER).(Nivel de probabilidad del 5%) de los grupos experimentales contra el control en bioensayo.
- Anexo 16. Capacitación dada a las líderes comunitarias e imágenes
- Anexo 17. Fotos del análisis sensorial en Sacatepéquez
- Anexo 18. Fotos del análisis sensorial en Universidad del Valle de Guatemala
- Anexo 19. Fotos del Ensayo biológico en ratas
- Anexo 20, Tabla binomial de dos colas con nivel de probabilidad del 5%
- Anexo 21. Cálculo de Minerales Sodio, Hierro y Zinc

Anexo 1. Consentimiento informado para análisis sensorial

Universidad del Valle de Guatemala
 Facultad de Ciencias y Humanidades
 Departamento de Nutrición

Guatemala, _____ del 2013

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado participante

Soy estudiante de *Licenciatura en Nutrición* de la *Facultad de Ciencias y Humanidades* y estoy llevando a cabo mi estudio de Tesis, cuyo objetivo es *formular y comparar dos tipos de sopas nutritivas hechas a base de harina de papa, harina de maíz y harina de chaya*. Para ello, necesito realizar un *análisis sensorial* con de 100 personas de ambas formulaciones de sopas nutritivas para verificar la aceptabilidad de las mismas en la población.

Solicito su autorización para participar en este estudio, el cual consiste en *probar las preparaciones de sopa y calificarlas según sus características de acuerdo a una boleta que le entregaré*. Le tomará aproximadamente *10 minutos*. El proceso es *confidencial*.

La participación es *voluntaria*. Usted tiene el derecho de *retirar el consentimiento para la participación en cualquier momento*. *El estudio no conlleva ningún riesgo ni algún beneficio*. *No recibirá ninguna compensación por participar*. Finalmente, es importante que responda a la siguiente pregunta:

¿Es usted alérgico a la papa, al maíz o a la chaya? Sí _____ No _____

Cualquier pregunta favor comunicarse al teléfono *41743628*, al correo electrónico *andreapao24@hotmail.com* o a los teléfonos que se adjuntan al final de este consentimiento.

Atentamente,

 Andrea Paola Guzmán Abril

AUTORIZACIÓN

He leído el procedimiento descrito arriba. El (la) investigador(a) me ha explicado el estudio y ha contestado mis preguntas. Voluntariamente doy mi consentimiento para participar en el estudio de *Andrea Guzmán* sobre *Formulación y comparación de dos sopas nutritivas hechas a base de harina de papa con harina de chaya y harina de maíz con harina de chaya*.

 Firma del Participante

 Firma del Entrevistador

 Firma del Testigo

Lcda. Lucia Castellanos de Rodríguez
 Directora del Departamento de Nutrición
 Tel: 23688338, 23640528
 Universidad del Valle de Guatemala
 18 avenida 11-95 zona 15 Vista Hermosa II

Dr. Rolando López
 Presidente del Comité de Ética
 Tel: 23640336 al 40, Ext. 346
 Universidad del Valle de Guatemala
 18 avenida 11-95 zona 15 Vista Hermosa II

Anexo 2. Boleta de análisis sensorial. UVG

Universidad del Valle de Guatemala

Análisis Sensorial: Sopa de harina de chaya, harina de maíz y harina de papa

A continuación se presentan dos muestras de sopas. Prueba las muestras y marque con una X en el cuadro que corresponda a su opinión sobre el producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

APARIENCIA

Puntaje	Descripción	Código	Código
9	Me gusta muchísimo		
8	Me gusta mucho		
7	Me gusta moderadamente		
6	Me gusta poco		
5	Ni me gusta ni me disgusta		
4	Me disgusta poco		
3	Me disgusta moderadamente		
2	Me disgusta mucho		
1	Me disgusta muchísimo		

SABOR

Puntaje	Descripción	Código	Código
9	Me gusta muchísimo		
6	Me gusta poco		
5	Ni me gusta ni me disgusta		
4	Me disgusta poco		
3	Me disgusta moderadamente		
1	Me disgusta muchísimo		

COLOR

Puntaje	Descripción	Código	Código
9	Me gusta muchísimo		
8	Me gusta mucho		
7	Me gusta moderadamente		
6	Me gusta poco		
5	Ni me gusta ni me disgusta		
4	Me disgusta poco		
3	Me disgusta moderadamente		
2	Me disgusta mucho		
1	Me disgusta muchísimo		

TEXTURA O CONSISTENCIA

Puntaje	Descripción	Código	Código
9	Me gusta muchísimo		
8	Me gusta mucho		
7	Me gusta moderadamente		
6	Me gusta poco		
5	Ni me gusta ni me disgusta		
4	Me disgusta poco		
3	Me disgusta moderadamente		
2	Me disgusta mucho		
1	Me disgusta muchísimo		

Anexo 3. Boleta de análisis sensorial. INCAP

Universidad del Valle de Guatemala

Análisis Sensorial: Sopa de harina de chaya, harina de maíz y harina de papa

A continuación se presentan dos muestras de sopas. Prueba las muestras y marque con una X en el cuadro que corresponda a su opinión sobre el producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

APARIENCIA

Puntaje	Descripción	Código	Código
5	Me gusta mucho		
4	Me gusta poco		
3	Ni me gusta ni me disgusta		
2	Me disgusta poco		
1	Me disgusta mucho		

COLOR

Puntaje	Descripción	Código	Código
5	Me gusta mucho		
4	Me gusta poco		
3	Ni me gusta ni me disgusta		
2	Me disgusta poco		
1	Me disgusta mucho		

SABOR

Comentarios: _____

Puntaje	Descripción	Código	Código
5	Me gusta mucho		
4	Me gusta poco		
3	Ni me gusta ni me disgusta		
2	Me disgusta poco		
1	Me disgusta mucho		

TEXTURA O CONSISTENCIA

Puntaje	Descripción	Código	Código
5	Me gusta mucho		
4	Me gusta poco		
3	Ni me gusta ni me disgusta		
2	Me disgusta poco		
1	Me disgusta mucho		

OLOR

Puntaje	Descripción	Código	Código
5	Me gusta mucho		
4	Me gusta poco		
3	Ni me gusta ni me disgusta		
2	Me disgusta poco		
1	Me disgusta mucho		

Anexo 4. Boleta de análisis sensorial. Prueba de preferencia.

Después de haber probado las dos muestras de sopa, se le pedirá que escriba en la línea el código de la sopa que más le gustó. Escriba porqué eligió ese código en la línea de comentarios

COMENTARIOS:

Anexo 5. Guía de Análisis Sensorial

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Nutrición
Análisis Sensorial de Alimentos

Evaluador:
Andrea Paola Guzmán Abril

GUÍA**ANÁLISIS SENSORIAL DE CUATRO SOPAS NUTRITIVAS DESHIDRATADAS****A BASE DE HARINA DE PAPA, HARINA DE MÁIZ Y HARINA DE CHAYA EN DIFERENTES PROPORCIONES****I. INTRODUCCIÓN**

La chaya es una planta conocida por sus propiedades nutricionales, siendo su mayor aporte nutritivo la gran cantidad de proteína, vitamina C y hierro que posee. Su consumo es mayor en las poblaciones del área rural, principalmente en la Costa Sur. Sin embargo, la chaya ha sido subutilizada por no ser tan conocida a nivel nacional.

Las sopas instantáneas han tomado auge los últimos años, sin embargo, este alimento a pesar de su practicidad, poseen un alto porcentaje de sodio que puede repercutir negativamente a la salud. Es por ello, que se formularon cuatro sopas nutritivas deshidratadas a base de harina de maíz, harina de papa y harina de chaya en diferentes proporciones con el fin de crear un alimento práctico y de un alto valor nutritivo.

Este producto está dirigido principalmente, a las regiones rurales donde existen escasos recursos en cuanto a la alimentación. Por su valor nutritivo puede ser promovido en poblaciones que son afectadas por inseguridad alimentaria y nutricional, fenómenos ocasionados por el cambio climático. Así mismo, puede ser distribuido a organizaciones nacionales e internacionales que ofrecen su apoyo en seguridad alimentaria y nutricional en distintas comunidades.

Hacer el perfil sensorial de las formulaciones de sopa de harina de chaya ayudará a evaluar los atributos sensoriales de ésta y determinar los descriptores que la caracterizan.

II. OBJETIVOS

Prueba de Aceptabilidad: Determinar la aceptabilidad de las características sensoriales de sabor, olor, color, apariencia y textura de las distintas formulaciones de sopas.

Prueba de Preferencia: Determinar qué sopa y en qué proporción es la preferida por el consumidor.

III. MATERIALES Y EQUIPO

**CUADRO 1: MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LA SOPA
DE HARINA DE MÁIZ CON HARINA DE CHAYA (65g)**

Proporción 90-10%	
Ingrediente	Peso ($\pm 0.05g$)
Harina de maíz	54.54
Harina de chaya	6.06
Cilantro	0.1
Cebolla	0.7
Sazón de pollo	1.6
Consomé de pollo sin glutamato	1.0
Sal	1.0

**CUADRO 2: MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LA SOPA
DE HARINA DE MÁIZ CON HARINA DE CHAYA (65g)**

Proporción 80-20%	
Ingrediente	Peso ($\pm 0.05g$)
Harina de maíz	48.48
Harina de chaya	12.12
Cilantro	0.1
Cebolla	0.7
Sazón de pollo	1.6
Consomé de pollo sin glutamato	1.0
Sal	1.0

**CUADRO 3: MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LA SOPA
DE HARINA DE PAPA CON HARINA DE CHAYA (65g)**

Proporción 90-10%	
Ingrediente	Peso ($\pm 0.05g$)
Harina de papa	54.54
Harina de chaya	6.06
Cilantro	0.1
Cebolla	0.7
Sazón de pollo	1.6
Consomé de pollo sin glutamato	1.0
Sal	1.0

**CUADRO 4: MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LA SOPA
DE HARINA DE PAPA CON HARINA DE CHAYA (65g)**

Proporción 80-20%	
Ingrediente	Peso ($\pm 0.05g$)
Harina de papa	48.48
Harina de chaya	12.12
Cilantro	0.1
Cebolla	0.7
Sazón de pollo	1.6
Consomé de pollo sin glutamato	1.0
Sal	1.0

CUADRO 5: EQUIPO NECESARIO PARA HACER EL ANÁLISIS SENSORIAL

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Estufas eléctricas	2
Ollas grandes	4
Paletas de madera	4
Cucharas de metal	4
Probetas	3
Termos	8
Vasos desechables pequeños para la sopa	110
Vasos desechables para agua	110
Cucharas desechables	110
Bandejas	20
Picheles	8
Rollo de papel mantequilla	1
Rollo de masking tape	1
Marcador	1
Servilletas	110
Termómetro	1
Lápices	25
Boletas de análisis sensorial	110

IV. METODOLOGÍA

1. Preparación de las muestras

Ambas formulaciones serán preparadas el día de la prueba manteniéndose a temperatura de 60-66°C en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad del Valle de Guatemala.

Previo al inicio de la prueba se dará el consentimiento informado a los participantes para su respectiva lectura y aceptación voluntaria en el análisis sensorial. En el momento de la prueba a cada uno se le proporcionará una bandeja con dos muestras de sopa con las formulaciones hechas a base de maíz, un vaso con agua para enjuague, una servilleta, una cuchara desechable, un lápiz, una boleta de prueba de aceptabilidad y una boleta de prueba de preferencia. Los códigos asignados se escribirán en los vasos desechables. Seguidamente, los panelistas evaluarán las muestras de izquierda a derecha y llenarán la boleta de acuerdo a la escala hedónica presentada. De esta misma manera, se realizará la prueba de aceptabilidad con las formulaciones hechas a base de papa.

2. Selección de atributos a evaluar

Se seleccionarán los atributos que se consideraron importantes para describir una sopa, que fueron: apariencia, aroma, textura, olor y sabor. Por ello, se realizará una prueba de aceptabilidad usando una escala hedónica de 9 valores para cada atributo. Así mismo, se realizará una prueba de preferencia para conocer cuál de las cuatro sopas es la preferida por los panelistas. Y se tomarán en cuenta los comentarios de porqué eligieron esta sopa.

3. Análisis de datos

Con los datos numéricos obtenidos se hará un cuadro con los resultados obtenidos según la calificación de los panelistas.. Al final de cada columna se obtendrá la sumatoria total para cada muestra y determinar qué grado de aceptación obtuvo la sopa. Los promedios se elaborará una gráficas de columnas para cada muestra por atributo. Las gráficas ayudarán a comparar los resultados encontrados en las diferentes muestras.

CUADRO 5: ORDEN DE PRESENTACION DE LAS MUESTRAS

BOLETA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
# 1	358	436	422	415
#2	386	408	431	462
#3	384	438	377	120
#4	152	166	319	445
#5	336	246	350	432
#6	117	160	228	237
#7	430	440	180	313
#8	228	445	370	123
#9	383	298	363	146
#10	342	145	307	454
#11	168	310	230	226
#12	222	194	167	290
#13	144	499	390	442
#14	428	131	384	182
#15	231	392	437	477
#16	104	163	411	402
#17	207	142	410	256

Continuación de Cuadro No. 5. Orden de presentación de muestras

BOLETA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
--------	-----------	-----------	-----------	-----------

#18	146	193	486	242
#19	412	473	380	475
#20	313	487	198	420
#21	144	488	495	455
#22	202	423	456	446
#23	277	263	204	424
#24	186	189	448	125
#25	265	174	396	443
#26	208	205	230	446
#27	194	444	483	252
#28	462	442	260	197
#29	155	110	108	473
#30	347	370	155	472
#31	137	495	367	172
#32	242	354	214	366
#33	352	465	320	306
#34	277	274	483	198
#35	129	341	268	123
#36	386	339	464	193
#37	424	279	220	391
#38	367	106	465	393
#39	396	380	135	479
#40	468	310	492	456

Anexo 7. Métodos químicos para análisis proximal (AOAC)

Métodos oficiales para análisis químicos de la AOAC**1. Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de humedad (No. 14 0004, Horno de Aire)**

- Equipo: crisoles, horno de aire, desecadores, balanza analítica
- Procedimiento:
 - Lavar y secar los crisoles en horno o mechero por 30 minutos a 100 C, enfriar en desecadora y tararlos cuando lleguen a temperatura ambiente.
 - Pesar un gramo de muestra en el crisol previamente tarado.
 - Secar el crisol con la muestra en horno a 130 C un mínimo de 2 horas o hasta llegar a masa constante.
 - Remover el horno y colocar en desecadora hasta que alcance temperatura ambiente.
 - Pesar crisoles en balanza y calcular el porcentaje de humedad. Reportar el residuo como sólidos totales y la pérdida de peso como humedad.

$$\%H = (\text{pérdida de peso} / \text{peso de muestra}) * 100$$

$$\% \text{ sólidos} = 100 - \% H$$

(Godoy, 2007)

2. Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de proteína (No. 14.026 Kjeldahl)

- Equipo: balanza analítica, equipo Kjeldahl, manto calentador, pHmetro, frascos Kjeldahl de 500 a 800 ml, bulbo depurador o trampa,
- Reactivos: ácido sulfúrico concentrado, sulfato de potasio, sulfato cúprico, hidróxido de sodio, indicador rojo de metilo, ácido bórico, ácido clorhídrico.
- Procedimiento:
 - Realizar un ensayo en blanco usando una sustancia orgánica sin nitrógeno (sacarosa) que sea capaz de provocar la reducción de los derivados nítricos y nitrosos eventualmente presentes en los reactivos.
 - Pesar al 0.1 mg alrededor de 1 g de muestra homogenizada en un matraz de digestión Kjeldahl.
 - Agregar tres perlas de vidrio, 10 gramos de sulfato de potasio, 0.5 gramos de sulfato cúprico y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado.
 - Conectar el matraz a la trampa de absorción que contiene 250 ml de hidróxido de sodio al 15%. El disco poroso produce la división de los humos en finas burbujas con el fin de facilitar la absorción y depósitos de sulfito sódico se eliminan con ácido clorhídrico.
 - Cuando la solución de hidróxido de sodio al 15% adicionada de fenolftaleína contenido en la trampa de absorción permanece incolora debe ser cambiada.

- Calentar en manta y una vez que la solución este transparente dejar en ebullición de 5 a 20 minutos más si la muestra tiende a formar espuma agregar ácido esteárico o gotas de silicona.
- Enfriar y agregar 200 ml de agua. Conectar el matraz al aparato de destilación, agregar lentamente 100 ml de NaOH al 30% por el embudo y cerrar la llave.
- Destilar no menos de 150 ml en un matraz que lleve sumergido el extremo del refrigerante o tubo colector en: 50 ml de una solución de ácido sulfúrico 0.1 N, 4 a 5 gotas de rojo de metilo y 50 mL de agua destilada. Asegurar un exceso de H₂SO₄ para que se pueda realizar la retrotitulación. Titular el exceso de ácido con NaOH 0.1 N hasta color amarillo.
- Cada cierto tiempo es necesario verificar la hermeticidad del equipo de destilación usando 10 mL de una solución de sulfato de amonio 0.1 N (6.6077 g/L), 100 ml de agua destilada y 1 a 2 gotas de hidróxido de sodio al 30% para liberar el amoníaco, así como también verificar la recuperación destruyendo la materia orgánica de 0.25 g de L (-)-Tirosina. El contenido teórico en nitrógeno de este producto es de 7.73%. Debe recuperarse un 99.7%
- Los cálculos y la expresión de los resultados serían los siguientes:

$$\% N = 14 * N * V * 100 / m * 1000$$

$$\% \text{ proteína} = 14 * N * V * 100 * \text{factor} / m * 1000$$

En donde:

V : 50 ml H₂SO₄ 0.1 N – gasto NaOH 0.1 N o gasto de HCl 0.1 N

m: masa de la muestra, en gramos

Factor: 6.38 para la leche y 6.25 para carne, pescado, huevo, leguminosas y proteínas en general

Repetitividad del método: La diferencia entre los resultados de dos determinaciones efectuadas una después de otra, por el mismo analista, no debe exceder 0.06 % de Nitrógeno o 0.38 % de proteína.

En la planilla de resultados se indicará método utilizado, identificación de la muestra, peso de muestra, gastos de titulación, factor utilizado y resultados obtenidos de la muestras en duplicado con 2 decimales.

(Godoy, 2007)

3. Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de grasa (No. 14.018 Extracto Etéreo)

Equipo: beaker de 200 ml, embudo con vacío, papel filtro.

Reactivos: éter anhídrido, NaOH, KOH

Procedimiento:

- Armar el extracto Soxhlet con condensador de reflujo y frascos de destilación que han sido previamente secados y tarados
- Pesar 2 a 3 gramos de la muestra y colocar en el tubo de extracción.
- Agregar éter hasta la marca en el frasco de extracción.

- Verificar que todo este ajustado y colocar en el calentador eléctrico ajustando el calor para que el solvente ebulle suavemente. El periodo de extracción es de 4 a 16 horas.
- Secar el extracto por 30 minutos a 100 C, enfriar y pesar.

(Godoy, 2007)

4. Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de carbohidratos por diferencia

$$\% \text{ carbohidratos} = 100 - \text{porcentaje de proteína} - \text{porcentaje de grasa}$$

(Godoy, 2007)

5. Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de ceniza (No, 14.0006, Método Directo)

- Equipo: balanza analítica, horno de alta temperatura (600 C) y desecadora
- Procedimiento:
 - Pesar 3 a 5 gramos de la muestra bien mezclada en un plato, el cual ha sido calentado y enfriado en desecador y pesado al alcanzar temperatura ambiente.
 - Calentar el horno a 550 C hasta que se observa una ceniza gris clara.
 - Dejar enfriar en la desecadora y pesar cuando la muestra alcanza la temperatura ambiente.

(Godoy, 2007)

6. Método oficial de la AOAC para determinación del porcentaje de fibra dietética (No. 45.407)

- Equipo: condensador, beaker de 600 ml, plato térmico, plato de cenizas, desecador, filtro de succión.
- Reactivos: ácido sulfúrico, hidróxido de sodio, alcohol, perlas de ebullición, fibra cerámica.
- Procedimiento:
 - Se tritura la muestra hasta obtener un polvo fino uniforme.
 - Extraer dos gramos de la muestra con éter o éter de petróleo. Se transfiere a un beaker de 600 ml. Se agrega aproximadamente 1.5 a 2 gramos de fibra cerámica seca, 200 ml. de ácido sulfúrico ebulliendo y una gota de antiespumante.
 - Se colocan perlas de ebullición. Se coloca el beaker en frasco de digestión y se calienta con una manta térmica por 30 minutos (se rota el beaker periódicamente para evitar que los sólidos se adhieran a las paredes). Se remueve el beaker y se filtra con un buchner.
 - El buchner se lava con 50 a 75 ml de agua caliente. Se repite con tres porciones de 50 ml de agua y se deja secar. Se agregan 200 ml de NaOH al 1.25% caliente y se deja ebullición por 30 minutos. Se filtra y luego se lava con porciones de 25 ml de ácido sulfúrico al 1.25% caliente, tres porciones de 50 ml de agua y 25 ml de alcohol.
 - Se coloca el residuo a 130 C por 2 horas. Se deja enfriar en el desecador y se pesa. Se coloca en la mufla a 600 C por 30 minutos. Se deja enfriar y se vuelve a pesar.

% fibra cruda: [(peso crisol muestra seca – peso crisol muestra calcinada) / peso inicial]
* 100

(Godoy, 2007)

**7. Método Oficial de la AOAC (1995) para la Determinación de Glucósidos Cianogénicos
(49.10.02). Método de Titulación Alcalina**

- Colocar 10-20 g de muestra en un frasco Kjeldahl de 800ml, agregar 200 ml de agua. Destilar hasta coleccionar 150-160 ml de destilado en una solución de NaOH (0.5g en 20ml agua), y diluir a un volumen determinado.
- Diluir el destilado a 250 ml con agua. A 100 ml de muestra agregar 8 ml de solución 0.02N NH₄OH y 2 ml de solución 5% KI y titular con la solución 0.02 N AgNO₃, usando microbureta. El punto final es indicado con una turbidez permanente.

1 ml 0.02N NAgNO₃ = 1.08 mg HCN

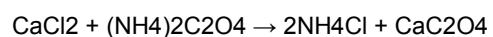
(Solórzano, 1997)

8. Determinación de calcio (Método AOAC 944.03). Titulación con permanganato

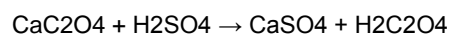
El Calcio se precipita a pH 4 como oxalato (si hay fosfato presente se puede eliminar con ácido acético), posteriormente el oxalato se disuelve en ácido sulfúrico liberando ácido oxálico el cual se titula con una solución valorada de permanganato de potasio. (James, 1999)

Las reacciones involucradas son:

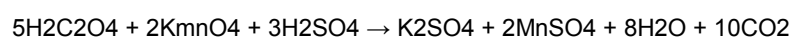
1. Precipitación del Calcio con Oxalato de Amonio.



2. Liberación del ácido oxálico por la acción del ácido sulfúrico sobre el oxalato de calcio



3. Titulación del ácido oxálico con permanganato de potasio



Anexo 8. Material para promover el panel sensorial.

»»» ¡Te invitamos a ser parte de un panel sensorial!

Se estarán evaluando las características de dos sopas nutritivas como parte de una tesis de la carrera de Nutrición.

Día:

Hora:

Lugar: Laboratorio de Análisis Sensorial, E-101
(enfrente del Laboratorio de Operaciones Unitarias)

¡Te esperamos!



Anexo 9. Análisis de Varianza ANOVA. Análisis Sensorial. Maíz. UVG.

Análisis de varianza de un factor**APARIENCIA****RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Maíz-Chaya, 90/10	69	437	6.33333333	2.54901961
Maíz-Chaya, 80/20	69	418	6.05797101	2.614237

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2.61594203	1	2.61594203	1.0132915	0.31590322	3.91074662
Dentro de los grupos	351.101449	136	2.5816283			
Total	353.717391	137				

Análisis de varianza de un factor**COLOR****RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Maíz-Chaya, 90/10	69	437	6.33333333	2.49019608
Maíz-Chaya, 80/20	69	405	5.86956522	2.93861893

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	7.42028986	1	7.42028986	2.73366834	0.10055989	3.91074662
Dentro de los grupos	369.15942	136	2.7144075			
Total	376.57971	137				

Análisis de varianza de un factor SABOR**RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Maíz-Chaya, 90/10	69	491	7.11594203	1.39812447
Maíz-Chaya, 80/20	69	470	6.8115942	2.36104007

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3.19565217	1	3.19565217	1.70019277	0.19446546	3.91074662
Dentro de los grupos	255.623188	136	1.87958227			
Total	258.818841	137				

Análisis de varianza de un factor TEXTURA**RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	69	471	6.82608696	2.11636829
Columna 2	69	443	6.42028986	2.54134697

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5.68115942	1	5.68115942	2.43946188	0.1206408	3.91074662
Dentro de los grupos	316.724638	136	2.32885763			
Total	322.405797	137				

Análisis de varianza de un factor OLOR**RESUMEN**

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Maíz-Chaya, 90/10	69	478	6.92753623	1.56820119
Maíz-Chaya, 80/20	69	445	6.44927536	2.04518329

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	7.89130435	1	7.89130435	4.3678188	0.03848603	3.91074662
Dentro de los grupos	245.710145	136	1.80669224			
Total	253.601449	137				

Anexo 10. Análisis de varianza de ANOVA. Análisis Sensorial. Papa. UVG
 Análisis de varianza de un factor APARIENCIA

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	68	431	6.33823529	3.0928446
Columna 2	68	417	6.13235294	3.81804214

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.44117647	1	1.44117647	0.41707426	0.51950495	3.91179473
Dentro de los grupos	463.029412	134	3.45544337			
Total	464.470588	135				

Análisis de varianza de un factor COLOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	68	438	6.44117647	2.87708516
Columna 2	68	421	6.19117647	2.9927568

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2.125	1	2.125	0.72403994	0.39633989	3.91179473
Dentro de los grupos	393.279412	134	2.93492098			
Total	395.404412	135				

Análisis de varianza de un factor

SABOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	68	479	7.04411765	2.16220369
Columna 2	68	451	6.63235294	2.83296752

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5.76470588	1	5.76470588	2.30811143	0.1310563	3.91179473
Dentro de los grupos	334.676471	134	2.4975856			
Total	340.441176	135				

Análisis de varianza de un factor

TEXTURA

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	68	432	6.35294118	3.36611062
Columna 2	68	419	6.16176471	4.04806848

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.24264706	1	1.24264706	0.33520827	0.56358021	3.91179473
Dentro de los grupos	496.75	134	3.70708955			
Total	497.992647	135				

Análisis de varianza de un factor

OLOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	68	460	6.76470588	1.91395961
Columna 2	68	436	6.41176471	2.90254609

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4.23529412	1	4.23529412	1.7586584	0.18704792	3.91179473
Dentro de los grupos	322.705882	134	2.40825285			
Total	326.941176	135				

Anexo 11. Análisis de Varianza ANOVA. Análisis Sensorial. Maíz. INCAP

Análisis de varianza de un factor

APARIENCIA

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	17	77	4.52941176	0.38970588
Columna 2	17	73	4.29411765	0.47058824

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.47058824	1	0.47058824	1.09401709	0.30341972	4.14909745
Dentro de los grupos	13.7647059	32	0.43014706			
Total	14.2352941	33				

Análisis de varianza de un factor

COLOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	17	77	4.52941176	0.26470588
Columna 2	17	75	4.41176471	0.25735294

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.11764706	1	0.11764706	0.45070423	0.50681842	4.14909745
Dentro de los grupos	8.35294118	32	0.26102941			
Total	8.47058824	33				

Análisis de varianza de un factor

SABOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	17	79	4.64705882	0.36764706
Columna 2	17	73	4.29411765	0.84558824

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.05882353	1	1.05882353	1.74545455	0.19581877	4.14909745
Dentro de los grupos	19.4117647	32	0.60661765			
Total	20.4705882	33				

Análisis de varianza de un factor

TEXTURA

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	17	80	4.70588235	0.22058824
Columna 2	17	74	4.35294118	0.24264706

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.05882353	1	1.05882353	4.57142857	0.04024535	4.14909745
Dentro de los grupos	7.41176471	32	0.23161765			
Total	8.47058824	33				

Análisis de varianza de un factor

OLOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	17	78	4.58823529	0.50735294
Columna 2	17	75	4.41176471	0.38235294

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.26470588	1	0.26470588	0.59504132	0.44613535	4.14909745
Dentro de los grupos	14.2352941	32	0.44485294			
Total	14.5	33				

Anexo 12. Análisis de Varianza ANOVA. Análisis Sensorial. Papa. INCAP

Análisis de varianza de un factor

APARIENCIA

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	19	85	4.47368421	0.26315789
Columna 2	19	84	4.42105263	0.25730994

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.02631579	1	0.02631579	0.1011236	0.7523228	4.11316528
Dentro de los grupos	9.36842105	36	0.26023392			
Total	9.39473684	37				

Análisis de varianza de un factor

COLOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	19	83	4.36842105	0.24561404
Columna 2	19	86	4.52631579	0.26315789

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.23684211	1	0.23684211	0.93103448	0.34103167	4.11316528
Dentro de los grupos	9.15789474	36	0.25438596			
Total	9.39473684	37				

Análisis de varianza de un factor

SABOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	19	84	4.42105263	0.36842105
Columna 2	19	86	4.52631579	0.37426901

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.10526316	1	0.10526316	0.28346457	0.59771042	4.11316528
Dentro de los grupos	13.3684211	36	0.37134503			
Total	13.4736842	37				

Análisis de varianza de un factor

TEXTURA

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	19	82	4.31578947	0.22807018
Columna 2	19	84	4.42105263	0.25730994

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.10526316	1	0.10526316	0.43373494	0.51435225	4.11316528
Dentro de los grupos	8.73684211	36	0.24269006			
Total	8.84210526	37				

Análisis de varianza de un factor

OLOR

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	19	84	4.42105263	0.36842105
Columna 2	19	79	4.15789474	0.3625731

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.65789474	1	0.65789474	1.8	0.18811467	4.11316528
Dentro de los grupos	13.1578947	36	0.36549708			
Total	13.8157895	37				

Anexo 13. Prueba Binomial de dos Colas (nivel de probabilidad del 5%). Análisis sensorial, INCAP.

Prueba binomial de dos colas (Nivel de probabilidad del 5%)			
Pruebas	Número de juicios necesarios	Número de juicios obtenidos	Diferencia significancia entre formulaciones
Maíz-Chaya, 90/10 vrs. Maíz Chaya, 80/20	13	9	No
Papa-Chaya, 90/10 vrs. Papa-Chaya, 80/20	13	12	No

Anexo 14. Prueba Binomial de dos Colas (nivel de probabilidad del 5%). Análisis sensorial, UVG.

Prueba binomial de dos colas (Nivel de probabilidad del 5%)			
Pruebas	Número de juicios necesarios	Número de juicios obtenidos	Diferencia significancia entre formulaciones
Maíz-Chaya, 90/10 vrs. Maíz Chaya, 80/20	44	41	No
Papa-Chaya, 90/10 vrs. Papa-Chaya, 80/20	44	43	No
Maíz-Chaya, 90/10 vrs. Papa Chaya, 90/10	33	29	No
Maíz-Chaya, 80/20 vrs. Papa Chaya, 80/20	33	29	No

Anexo 15. Análisis de ANOVA del índice de eficiencia proteica (PER). (Nivel de probabilidad del 5%) de los grupos experimentales contra el control en bioensayo.

ANÁLISIS DE VARIANZA PER

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.0814855	3	0.02716183	1	0.05432	9.27662815
Control	1.1811845	1	1.1811845	43.486921	0.00709741	10.1279645
Error	0.0814855	3	0.02716183			

Anexo 16. Capacitación dada a las líderes comunitarias e imágenes

Caracterización Química de las hojas de los Cultivares de Chaya



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Dr. Ricardo Bressani
Licda. Infiery Andrea Guzmán



Objetivo

- Caracterización química y nutricional de las hojas de Chaya colectadas en diferentes regiones de Guatemala.
- Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla
- La Gomera, Petén

El Procesamiento de las Variedades de Chaya



Tratamiento de la Muestra

Destallado y lavado	• Se destallan y lavan las hojas con agua para eliminar tierra e insectos
Escaldado	• Aproximadamente 5 -10 minutos
Deshidratación	• 85°C por 16 horas en horno de aire caliente
Molienda	• Molino de ciclón (mesh de 60-80) • Se almacena hasta el momento de su uso.
Glucósidos Cianogénicos y Oxalatos	• Se guarda una pequeña porción de hojas de chaya frescas para su análisis.

Retire los Pecíolos dejando sólo las Hojas



Tratamiento Térmico con Vapor de Agua (Escaldado)



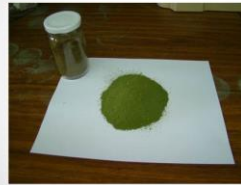
Escurreido



Deshidratación del Material



Moler las Hojas Secas para Obtener las Harinas



Caracterización Química

Hasta ahora el análisis de la hoja ha incluido:

- Humedad
- Cenizas
- Proteína
- Fibra Cruda
- Grasa
- Vitamina C
- Glicósidos Cianogénicos como HCN
- Oxalatos
- Minerales (Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn)

Caracterización Química Julio 2007

Muestra	Vitamina C mg/100g Muestra
Chaya Gloria	1.55
Chaya Mansa	1.89
Chaya Picuda	1.35

1. Rolando Cifuentes, Elfriede Pöhl, Ricardo Bressani y Sebastián Yurrita . 2007. Caracterización Botánica, Molecular, Agronómica y Química de los Cultivares de Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) de Guatemala. Revista 21 de la Universidad del Valle de Guatemala

Caracterización Química Julio 2007

Muestra	Peso Fresco g	Peso Seco g	% Humedad
Chaya Gloria	468	281	82
Chaya Mansa	610	64	84
Chaya Picuda	516	80	86

1. Rolando Cifuentes, Elfriede Pöll, Ricardo Bressani y Sebastián Yurrita . 2007. Caracterización Botánica, Molecular, Agronómica y Química de los Cultivares de Chaya (*Cnidioscotus acontifolius*) de Guatemala. Revista 21 de la Universidad del Valle de Guatemala

Diets experimentales en ratas

INGREDIENTES	1	2	3	4	5
HARINA DE MAÍZ	84		78		
HARINA DE PAPA		84		78	
HARINA DE CHAYA	6	6	12	12	
LECHE DESCREMADA	0	0	0	0	32
MINERALES	4	4	4	4	4
VITAMINAS	1	1	1	1	1
ACEITE VEGETAL	5	5	5	5	5
ALMIDÓN	0	0	0	0	0
TOTAL	100	100	100	100	100
Resultados					
Proteína en Dieta (%)	11.11	9.74	11.90	11.56	11.32
Aumento en Peso (g)	61.13	69.37	102	86.5	142.9
PER	2.04	2.08	2.49	2.21	2.06
Digestibilidad (%)	85.62	81.51	78.4	80.8	83.91

Bioensayo en ratas



Efecto de la suplementación del maíz con 10% de harina de chaya

Dieta	Ganancia de peso g	Ingesta de Alimentos g	PER
Chaya Estrella	86	354	2.35
Chaya Mansa	88	353	2.37
Aislado de Proteína de Soya	90	357	2.51
Harina de Maíz	30	235	1.89

Relación PER Chaya-Maíz

INGREDIENTE	1	2	3	4	5	6	7
MAÍZ AMARILLO	90	80	60	40	20	0	0
CHAYA	0	5,3	10,68	16,03	21,37	33,69	0
LECHE DESCREMADA	0	0	0	0	0	0	32
SUPLEMENTO	10	10	10	10	10	10	10
ALMIDÓN	0	4,7	19,32	33,97	48,63	56,31	58
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100
Resultados							
Proteína en Dieta (%)	7,78±0,04	8,87±0,00	8,97±0,00	8,53±0,00	9,32±0,00	11,32±0,26	10,70±0,00
Aumento en Peso (g)	37,1±4,4	71,3±9,9	93,4±12,9	89,6±9,3	91,0±8,9	100,8±15,5	142,9±21,8
PER	1,90±0,2	2,35±0,2	2,66±0,2	2,74±0,2	2,57±0,1	2,38±0,2	3,13±0,3
Digestibilidad (%)	80,13±0,4	78,66±3,3	78,61±3,6	71,22±4	73,74±3,8	68,64±3,0	83,91±3,1

Desarrollo de
Productos Nuevos

Extracto foliar de la hoja de chaya

Empleación de dos métodos para la obtención de extractos proteicos: uno de la licuadora y otro del extractor en dos variedades de chaya (estrella y mansa).



2. Lucía Spell y Ricardo Bressani. 2011. Preparación y Caracterización Química y Nutricional de la Proteína Foliar de la Chaya. Revista 23 de la Universidad del Valle de Guatemala.

Resultados

Tipo de chaya	Proteína	Método de extracción foliar	
Chaya Estrella	5.79 ±0.27%	Licuadora	31.6 ±7.6%
		Extractor	27.4 ±8.3%
Chaya Mansa	4.83 ±0.66%	Licuadora	35.6 ±0.59%
		Extractor	28.8 ±8.7%

2. Lucía Spell y Ricardo Bressani. 2011. Preparación y Caracterización Química y Nutricional de la Proteína Foliar de la Chaya. Revista 23 de la Universidad del Valle de Guatemala.

Forraje a base de chaya como alimento para cabras

- Evaluar la calidad de la leche de cabra al alimentar a las cabras con forraje de chaya.
- Se utilizaron diferentes proporciones de chaya mezcladas con marfalfa, afrecho, melaza y Pecutrín, entre otras.
- La composición química de la leche al alimentar a las cabras no varió significativamente, por lo tanto la calidad nutritiva de este alimento se logró mantener.

3. Maricarmen Estrada y Ricardo Bressani. 2011. Evaluación del efecto de la chaya sobre la producción, composición, valor nutritivo y características organolépticas de la leche de cabra. Tesis Ingeniería en Alimentos. Universidad del Valle de Guatemala

Sopa nutritiva deshidratada a base de harina de chaya, harina de maíz y harina de papa

Formulaciones			
Proporción 90-10%		Proporción 80-20%	
Dieta 1	Harina de maíz + harina de chaya	Dieta 3	Harina de maíz + harina de chaya
Dieta 2	Harina de papa + harina de chaya	Dieta 4	Harina de maíz + harina de chaya



4. Andrea Paola Guzmán y Ricardo Bressani. 2013. Formulación y comparación de sopas nutritivas deshidratadas hechas a base de harina de maíz, harina de papa y harina de chaya. Tesis Licenciatura en Nutrición. Universidad del Valle de Guatemala

Análisis químico de materia prima

	Humedad %	Cenizas %	Proteína %	Grasa %	Fibra Cruda %	HCN mg/g alimento
Harina de Chaya Estrella	2.19	1.8	33.4	10.76	11.65	0.0324
Harina de maíz	11.0	1.79	9.98	3.94	7.40	-
Harina de papa	6.51	1.72	8.46	1.28	6.90	-

*Los resultados para HCN fueron obtenidos de muestras secas.

4. Andrea Paola Guzmán y Ricardo Bressani. 2013. Formulación y comparación de sopas nutritivas deshidratadas hechas a base de harina de maíz, harina de papa y harina de chaya. Tesis Licenciatura en Nutrición.

Composición de ingredientes en las dietas experimentales

Ingredientes	Chaya Estrella	Chaya Mansa	Aislado de Proteína de Soya
Harina de Maíz	80.0	80.0	86.5
Harina de Chaya Estrella	10.0	-	-
Harina de Chaya Mansa	-	10.0	-
Aislado de Proteína de Soya	-	-	3.5
Mezcla de Minerales	4.0	4.0	4.0
Aceite vegetal	5.0	5.0	5.0
Mezcla de vitaminas	1.0	1.0	1.0
Total	100.0	100.0	100.0

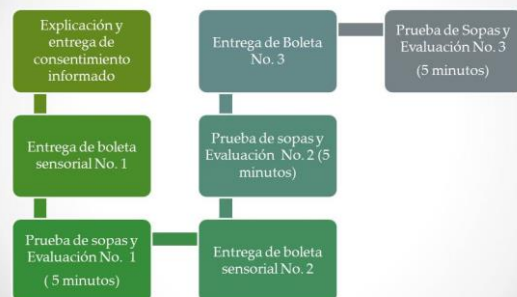
1. Rolando Cisuentes, Elnede Pöll, Ricardo Bressani y Sebastián Yurrita. 2007. Caracterización Botánica, Molecular, Agronómica y Química de los Cultivares de Chaya (*Cnidoecolus acrotyloides*) de Guatemala. Revista 21 de la Universidad del Valle de Guatemala

Oxalatos

Muestra	Promedio
Chaya	1.09%
Chaya+ Harina de maíz (90-10%)	0.19%
Chaya +Harina de papa (90-10%)	0.29%
Chaya +harina de maíz (80-20%)	0.19%
Chaya + harina de papa (80-20%)	0.23%
Chipilín	0.33%
Moringa	3.37%
Quixtán	2.78%
Ramie	1.39%
Bledo	4.74%
Macuy	1.45%
Berro 1	3.59%

4. Andrea Paola Guzmán y Ricardo Bressani. 2013. Formulación y comparación de sopas nutritivas deshidratadas hechas a base de harina de maíz, harina de papa y harina de chaya. Tesis. Licenciatura en Nutrición.

Análisis Sensorial



Anexo 17. Fotos del análisis sensorial en Sacatepéquez
Imagen No. 1: Sopa deshidratada de chaya y papa en polvo



Imagen No. 2: Sopa deshidratada de chaya y maíz cocida



Imagen No. 3: Participantes del panel sensorial



Anexo 18. Fotos del análisis sensorial en Universidad del Valle de Guatemala

Imagen 1. Área de preparación de muestras



Imagen 2. Área de análisis sensorial



Imagen 3. Panelistas en prueba sensorial



Anexo 19. Fotos del ensayo biológico en ratas

Imagen 1. Peso inicial de ratas



Imagen 2. Peso en la segunda semana de ensayo biológico



Imagen 3. Peso del alimento semanal

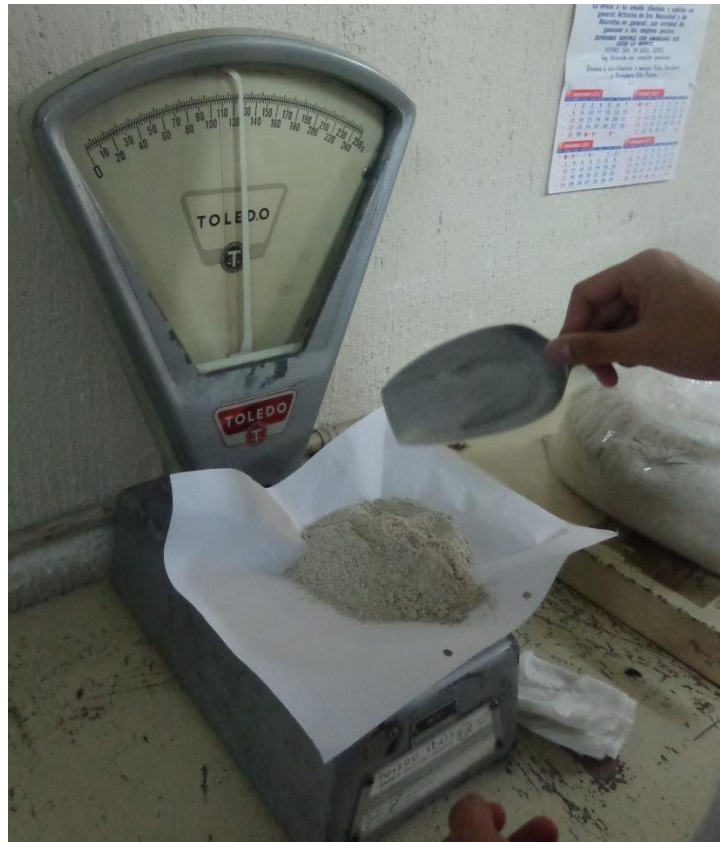


Imagen 4. Jaulas individuales para cada rata



Anexo 20, Tabla binomial de dos colas con nivel de probabilidad del 5%

Anexo 20, Tabla binomial de dos colas con nivel de probabilidad del 5%

APENDICE II

TABLA DE SIGNIFICANCIA PARA PRUEBAS DE DOS MUESTRAS

NUMERO DE JUICIOS	PRUEBAS DE «DOS COLAS»*			PRUEBAS DE «UNA COLA»**		
	Nivel de probabilidad			Nivel de probabilidad		
	5%	1%	0,1%	5%	1%	0,1%
5	-	-	-	5	-	-
6	-	-	-	6	-	-
7	7	-	-	7	7	-
8	8	8	-	7	8	-
9	8	9	-	8	9	-
10	9	10	-	9	10	10
11	10	11	11	9	10	11
12	10	11	12	10	11	12
13	11	12	13	10	12	13
14	12	13	14	11	12	13
15	12	13	14	12	13	14
16	13	14	15	12	14	15
17	13	15	16	13	14	16
18	14	15	17	13	15	16
19	15	16	17	14	15	17
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	19	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24

(continúa)

162

LA EVALUACION SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS

NUMERO DE JUICIOS	PRUEBAS DE «DOS COLAS»*			PRUEBAS DE «UNA COLA»**		
	Nivel de probabilidad			Nivel de probabilidad		
	5%	1%	0,1%	5%	1%	0,1%
31	22	24	25	21	23	25
32	23	24	26	22	24	26
33	23	25	27	22	24	26
34	24	25	27	23	25	27
35	24	26	28	23	25	27
36	25	27	29	24	26	28
37	25	27	29	24	27	29
38	26	28	30	25	27	29
39	27	28	31	26	28	30
40	27	29	31	26	28	31
41	28	30	32	27	29	31
42	28	30	32	27	29	32
43	29	31	33	28	30	32
44	29	31	34	28	31	33
45	30	32	34	29	31	34
46	31	33	35	30	32	34
47	31	33	36	30	32	35
48	32	34	36	31	33	36
49	32	34	37	31	34	36
50	33	35	37	32	34	37
60	39	41	44	37	40	43
70	44	47	50	43	46	49
80	50	52	56	48	51	55

* Número mínimo de juicios coincidentes necesario para establecer diferencia significativa.
 ** Número mínimo de respuestas correctas necesario para establecer diferencia significativa.
 Fuente: Roessler y col. (1956).

Anexo 21. Cálculo de Minerales, Sodio, Zinc y Hierro

Sodio (Na)	Absorbancia	Absorbancia Promedio	g muestra (cenizas)	mg Na/g alimento	mg por porción	% RVD	
1.1A	0.982			1.56	0.62	10.08	0.42
1.1B	0.953	0.9675					
1.2A	0.971			1.6	0.59	9.66	0.40
1.2B	0.931	0.951					
2.1A	1.013			1.64	0.61	9.84	0.41
2.1B	0.973	0.993					
2.2A	0.968			1.57	0.62	10.07	0.42
2.2B	0.978	0.973					

Zinc	Absorbancia	Absorbancia Promedio	g muestra (cenizas)	mg/g alimento	mg por porción	% RVD	
1.1A	0.758	0.7835		1.56	0.50224359	8.16	54.41
1.1B	0.809						
1.2A	0.747	0.8475		1.6	0.5296875	8.61	57.38
1.2B	0.948						
2.1A	0.96	0.769		1.64	0.46890244	7.62	50.80
2.1B	0.578						
2.2A	0.543	0.2715		1.57	0.17292994	2.81	18.73

Hierro	Absorbancia	Absorbancia Promedio	g de muestra/ cenizas	mg/g alimento	mg por porción	% RVD	
1.1A	0.614	0.66		1.56	0.42307692	6.88	38.19
1.1B	0.706						
1.2A	0.799	0.797		1.6	0.498125	8.09	44.97
1.2B	0.795						
2.1A	0.616	0.6125		1.64	0.37347561	6.07	33.72
2.1B	0.609						
2.2A	0.81	0.7565		1.57	0.48184713	7.83	43.50
2.2B	0.703						

Anexo 22. Comentarios en la prueba de preferencia. INCAP- UVG

Cuadro 22. Comentarios en la prueba de preferencia, Chaya- Maíz, 90/10 vrs. 80/20.
INCAP

Chaya-Maíz, 90-10	Chaya- Maíz, 80-20
<p>Me gusto por la consistencia. Es muy rica y deliciosa. Me gusto por el sabor y consistencia. Me gustó por la apariencia, el sabor y color.</p>	<p>Tenía mejor sabor. El sabor es muy fuerte, por eso me gusto poco. El sabor es rico. Tiene buen sabor y color.</p>

Cuadro 23. Comentarios en la prueba de preferencia, Chaya- Papa, 90/10 vrs. 80/20.
INCAP

Chaya-Papa, 90-10	Chaya- Papa, 80-20
<p>Me gusta mucho el color y el olor. Me gustó el sabor y el olor.</p>	<p>Considero que es el mismo olor, sabor y apariencia. Me gustó el sabor y olor.</p>

Cuadro 24. Comentarios en la encuesta del tamalito a base de Chaya- Maíz, 90/10.
INCAP

¿Le gustó el tamalito hecho a base de harina de chaya y harina de maíz?
<p>Me gustó mucho. Me gustó mucho porque esta delicioso. Me gustó porque tiene un buen sabor y con maíz. Me gustó mucho, tiene sabor a chipilín, estuvo muy rico. Me gusto por su sabor y su color. Está riquísimo. Tiene un sabor sabroso y que se antoja mucho, al verlo da hambre. Está muy delicioso. Está muy bueno. Rico. Está muy bueno el tamalito. Me encantó, la verdad está muy delicioso. Está muy pero muy delicioso. Excelente. Excelente sabor. El tamalito esta riquísimo y es muy importante que nos comparta las recetas para aplicarlas en las comunidades. Muy bueno pero creo que tenía margarina y mucha sal.</p>

Cuadro 24. Comentarios en la prueba de preferencia, Chaya- Maíz, 90/10 vrs. 80/20. UVG

Chaya-Maíz, 90-10	Chaya- Maíz, 80-20
<p>El sabor residual es agradable. El sabor es mejor. El sabor es más suave. Tiene más consistencia a sopa. Tiene más sabor. La textura es menos espesa. La consistencia es mejor. Es más ligera y tiene sabor a tortilla. Me gusta más por la textura. Tiene mejor consistencia, buen sabor y no era tan fuerte como la otra. Consistencia agradable. El color y sabor es mejor. Me agrada más ya que es menos espesa Apariencia más agradable Es menos viscosa. Mejor sabor y textura. El sabor es muy rico.</p>	<p>Es menos espesa. Olor más rico, sabia más rico. Sabor rico y buena textura. El sabor es más fuerte y más ricos, color más brillante. Tiene mejor sabor. Tiene sabor más fuerte. Es más espesa y se sienten las verduras. Mejor sabor, mejor olor, la textura no molesta y apariencia decente. Tiene mejor sabor y se percibe pulpa eso me agrada. El aroma de este me gusta mucho mas al igual que su color. Tiene buen sabor y es más espesa. Mejor olor y sabor, consistencia y apariencia Tiene más sabor y es más rico, consistencia si fuera un poco más liquida mejor. Sensación de llenura. Me gusta que se mas espesa. Color y olor agradable.</p>

Cuadro 25. Comentarios en la prueba de preferencia, Chaya- Papa, 90/10 vrs. 80/20. UVG

Chaya-Papa, 90-10	Chaya- Papa, 80-20
<p>El sabor a papa permanece agradable. Es rica pero la cantidad de vegetal me parece que debe ser menor. Mejor sabor. La consistencia y apariencia es mejor. Mejor consistencia, sabor más suave. Es un poco dulce, la otra es amarga. Es menos espesa. Mejor sabor y olor. Apariencia agradable. Textura agradable. No se siente tanto el sabor a hierba.</p>	<p>Mejor color. Me gusta el sabor pero no la textura. Mejor apariencia y olor. Mejor sabor pero disgusta la consistencia. Me gusta más por el sabor y la textura Consistencia más adecuada para sopa. Mejor sabor.</p>