

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN



Evaluación sensorial de tres formulaciones de un tamal a base de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*) y la estabilidad térmica de la fibra alimenticia (F.A.) post cocción.

**Ana María del Rosario Castañeda Santiz
Carné: 200841283**

Mazatenango, Suchitepéquez febrero 2023

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Edín Aníbal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

MSc. José Norberto Thomas Villatoro
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Sergio Román Espinoza Antón
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.S. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIAS

1. A DIOS:

Por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de mi estudio.

2. A MIS PADRES:

Rudy Abraham Castañeda Barrios y Rosa María Santiz Berrios, por ser el soporte que he necesitado a lo largo de mi vida, por el apoyo incondicional y por creer en mí.

Mamá, estuviste conmigo en cada etapa de mi carrera, lloraste y reíste conmigo me alentabas a seguir cuando yo sentía que no podía más. Gracias por ser el hombro que me sostiene en mis momentos de debilidad.

Papá: recuerdo que en mi época de estudios cuando salía temprano te llamaba para que me vinieras a traer y siempre me contestabas claro hija ahorita voy y no te importaba dejar tu cena servida en la mesa siempre estabas para mí. Gracias por el servicio que siempre has tenido para tu familia.

3. A MIS HERMANOS:

Rudy Abraham, Rosa María y María José Castañeda Santiz ya que siempre me alentaron a seguir adelante, porque con sus palabras las cuales yo tomaba como presión me hicieron tener las fuerzas para poder cumplir mi sueño de graduarme. Le agradezco a Dios por haberme dado unos hermanos maravillosos que siempre me han apoyado en todo.

4. A MIS HIJOS:

Mario Roberto y Ana Camila García Castañeda, por ser el motor que me impulsa a seguir adelante para no rendirme y poder llegar a ser un ejemplo de perseverancia para ellos.

5. A MI ESPOSO:

José Roberto García Godoy por el apoyo brindado durante toda mi etapa de estudiante.

6. A MIS AMIGOS:

Shirley Robles Lau, Ricardo Estrada, porque siempre me decían échele ganas, ya casi lo logras, y siempre me escuchaban cuando algo no salía como yo quería. Gracias por la paciencia que me tuvieron.

AGRADECIMIENTO

- 1.** Al centro universitario del suroccidente por ser mi casa de estudio durante todos estos años.
- 2.** A mis docentes, quienes con paciencia y dedicación contribuyeron en mi formación académica; en especial al Ing. Ángel Alfonso Solórzano y el Dr. Marco Antonio del Cid Flores.

INDICE

Contenido	Página
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. JUSTIFICACIÓN	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
4 MARCO TEÓRICO	8
4.1 Antecedentes de la Investigación	8
4.2 La chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>) en la alimentación	9
4.2.1 Composición química de las hojas de chaya	10
4.2.2 Contenido de glucósido cianogénico en la hoja de chaya	10
4.2.3 Procesamiento de la chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	11
4.2.4 Usos y propiedades de la hoja de chaya	12
4.2.5 Importancia de la fibra cruda o fibra dietética en los alimentos	14
4.2.6 Tipos de fibra	15
4.2.7 Fibra alimenticia, salud y cantidades recomendadas	15
4.2.8 Cómo afecta a la fibra la temperatura en los alimentos	16
4.2.8.a Efectos de la cocción en la fibra en los alimentos	17
4.3 El Maíz (<i>Zea mays</i>) en la alimentación	18
4.3.1 Composición química del maíz (<i>Zea mays</i>)	18

4.3.2	Uso del maíz en los tamales	19
4.3	Tamales en la industria de alimentos	20
5.	OBJETIVOS	21
5.1	General	21
5.2	Específicos	21
6.	HIPÓTESIS	22
7.	MARCO OPERATIVO DE LA INVESTIGACIÓN	23
7.1	RECURSOS	23
7.1.1	Humanos	23
7.1.2	Institucionales	23
7.1.3	Físicos	23
7.1.4	Económicos	23
7.2	Procedimiento de elaboración del tamal envasado al vacío	24
7.2.1	Proceso de obtención de la harina de chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	24
7.2.2.	Metodología para establecer el grado de aceptación del tamal	26
7.2.3.	Metodología para determinar la estabilidad de la fibra alimenticia en el tamal	27
8	RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS	27
8.1	Resultados de la elaboración del tamal de chaya	27

8.1.1 Análisis de resultados del tamal de chaya (<i>Cnidoscolus- aconitifolius</i>)	27
8.2 Resultados del panel sensorial	28
8.2.1 Primer panel piloto de evaluación sensorial	28
8.2.2 Segundo panel piloto de evaluación sensorial	30
8.2.3 Determinación de la aceptabilidad, según escala hedóni- ca de siete puntos	31
8.2.4 Comparación de medias según escala hedónica de siete puntos en resultados del primero y segundo panel senso rial	34
8.3 Resultados bromatológicos de la fibra alimentaria (F.A) en el tamal de chaya	35
8.3.1 Análisis de resultados de la determinación de fibra alimentaria en el tamal de chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	36
9. CONCLUSIONES	37
10. RECOMENDACIONES	38
11 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	39
12. APÉNDICE	42
13. ANEXOS	57
10. GLOSARIO	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Composición química de la chaya, respecto a otras hojas comestibles	9
Tabla No. 2 Formulación de la elaboración del tamal de chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	25
Tabla No. 3 Distribución de códigos para análisis sensorial de aceptación	26
Tabla No. 4 Resultados del secado de la hoja de chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	28
Tabla No. 5 Resultados estadísticos de los atributos de la primera evaluación sensorial al tamal de chay (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	29
Tabla No. 6 Resultados del segundo panel sensorial aplicado al tamal de chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	30
Tabla No. 7 Resultados del primer panel sensorial del tamal de chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	32
Tabla No. 8 Resultados del segundo panel sensorial del tamal de chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	33
Tabla No. 9 Comparación de tablas del primero y segundo panel sensorial	34
Tabla No. 10 Contenido de fibra cruda en el tamal sin cocinar y cocinado	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Estructura de la molécula de la linamarina (glucósido cianogénico)	11
Figura No. 2 Conformación molecular de la fibra dietética	16

ÍNDICE DE APÉNDICES

No.1	Escala hedónica de 7 pts	42
No. 2	Boleta de evaluación sensorial de un tamal de chaya y harina de maíz	43
No. 3	Primer panel sensorial atributo OLOR, tamal de chaya	47
No 4	Atributo COLOR, tamal de chaya	48
No. 5	Atributo SABOR, tamal de chaya	49
No. 6	Atributo TEXTURA, tamal de chaya	50
No. 7	Segundo panel sensorial atributo OLOR, tamal de chaya	51
No. 8	Atributo COLOR, tamal de chaya	52
No. 9	Atributo SABOR, tamal de chaya	53
No. 10	Atributo TEXTURA, tamal de chaya	54
No. 11	Fotografía de la harina de chaya	55
No. 12	Fotografía de la muestra de masa para tamal de chaya	55
No. 13	Fotografía de la muestra de masa para tamal de chaya	56
No. 14	Fotografía de los tamales de chaya	56

INDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1	Informe de laboratorio de bromatología USAC	57
Anexo No. 2	Cronograma de actividades de la presente investigación	57

RESUMEN

Existen diversas formas de conservación de alimentos, tanto deshidratados, con líquidos de cobertura, así como al vacío empleando diversas condiciones controladas y diferentes empaques, con el propósito de proporcionarles vida útil y vida comercial a los alimentos como frutas, vegetales y cárnicos. La fibra alimenticia en frutas, verduras y hierbas comestibles, es importante en la alimentación humana, tanto para la salud, como para la calidad de los mismos, debido a esto se realizó el presente estudio evaluando la estabilidad térmica de la fibra alimenticia (F.A.) de un tamal a base de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*).

En la presente investigación se realizaron tres formulaciones empleando diferentes mezclas de harina de chaya y harina de maíz de la siguiente manera: formulación No. 1 (937) 50% de harina de chaya y 25% de harina de maíz, fórmula No. 2 (678) 37,5% de harina de chaya y 37,5% harina de maíz, fórmula No. 3 (487) 25% de harina de chaya y 50% de harina de maíz, donde a dichas formulaciones se les practicó un test de evaluación sensorial empleando el método subjetivo de aceptación para establecer la fórmula con mayor puntuación en la escala hedónica, donde se encontró que fue la fórmula No. 3 (487) con una puntuación de 6 puntos obtenido de dos test de evaluación sensorial efectuadas a las tres formulaciones; también se determinó por medio de un diseño estadístico ANDEVA (Análisis de varianza) que existió diferencia estadísticamente significativa para los atributos olor sabor y color pero menos para el atributo textura que no existió diferencia estadísticamente del atributo textura en ambos test sensoriales.

Para el caso de la evaluación bromatológica de la fibra alimentaria (F.A), de la fórmula No. 3 (487) se obtuvieron los resultados siguientes: antes de la cocción del tamal se reportó 7,53% de F.A. y después de la cocción 4,74% de F.A. con una pérdida de 2,79% de F.A. lo que indica que si presenta el tamal de chaya elaborado con mezcla de harina de chaya y harina de maíz una alta termoestabilidad en la fibra alimentaria.

ABSTRACT

There are multiple ways to preserve both dehydrated and vacuum foods using various controlled conditions and different packages, weights and various presentations with the purpose of providing shelf life and commercial life to foods such as fruits, vegetables and meat.

In the present investigation, three formulations were made using different mixtures of chaya flour and corn flour as follows: formulation No. 1 (937) 50% chaya flour and 25% corn flour, formula No. 2 (678) 37.5% chaya flour and 37.5% corn flour, formula No. 3 (487) 25% chaya flour and 50% corn flour, where a test of sensory evaluation using the subjective acceptance method to establish the formula with the highest score on the hedonic scale, where it was found to be formula No. 3 487 with a score of 6 points obtained from two sensory evaluation tests carried out on the three formulations; It was also determined through an ANDEVA (Analysis of Variance) statistical design that there was a statistically significant difference for the odor, flavor and color attributes, less for the texture attribute than if there was a statistical difference for the texture attribute in both sensory tests.

In the case of the bromatological evaluation of dietary fiber (F.A) of formula No. 3 (487), the following results were obtained: before cooking the tamale, 7.53% of F.A. and after cooking 4.74% F.A. with a loss of 2.79% of F.A. which indicates that if the chaya tamale made with a mixture of chaya flour and corn flour presents high thermostability in crude or dietary fiber.

1. INTRODUCCIÓN

El tamal es el nombre genérico dado a varios platillos de origen indígena preparados generalmente con masa de maíz rellena de carnes, vegetales, chiles, frutas, salsas y otros ingredientes, envuelta en hojas de mazorca de maíz o de plátano, bijao, maguey, aguacate, canak, e incluso papel de aluminio o plástico, y cocida en agua o al vapor. Los tamales pueden tener sabor dulce o salado dependiendo el grado de preferencia de la región de origen. (gastronomia.nutricion.gdl › posts 2013)

Existen diferentes técnicas de conservación de alimentos envasados, dentro de las que se encuentran, conservación en medios líquidos de cobertura dulces, salados y ácidos, empleando materias primas de distinto origen ya sea vegetales, frutas y cárnicos, con diferentes características sensoriales y microbiológicas.

En la presente investigación se realizaron tres formulaciones porcentuales, (ver tabla No.2, Pág 25) de un tamal elaborado a partir de incorporar harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) de maíz (*Zea mays*), con el propósito de formular un tamal donde se procedió a evaluar la estabilidad térmica de la fibra alimenticia (F.A) que se encuentra como constituyente en la composición química del tamal, que fue incorporada en forma de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*). Posteriormente se le practicó un análisis sensorial al producto de cada una de las tres formulaciones del tamal, para evaluar el grado de aceptación por medio de la escala hedónica de 7 pts, aplicando el diseño estadístico ANDEVA (análisis de Varianza) y se determinó que existe diferencia de atributos sensoriales (olor, color, sabor) pero no existe diferencia estadística en el atributo textura, también, se determinó subjetivamente que la formulación más aceptable fue la formula No. 3 (487) y se determinó que se conservó la fibra alimenticia presente 7, 53% antes de la cocción y después de la cocción 4,74%, en el análisis bromatológico en las fracciones finales de fibra alimenticia, aportada por la harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea Mays*), dichos análisis se realizaron en la Facultad de Veterinaria y zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el trabajo de formulación y

elaboración del tamal de chaya (*Cnidocolus aconitifolius*) en la planta piloto de la carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario de Suroccidente, de la ciudad de Mazatenango, Suchitepéquez.

2. JUSTIFICACIÓN

Los procesos de alimentos en la industria conllevan una serie de operaciones unitarias y controles de calidad, que van desde la postcosecha en el campo hasta la fase de producto terminado y distribución a nivel campo, donde el factor importante es la trazabilidad de las materias primas, el procesamiento de un tamal debe cumplir con estos lineamientos desde su condición nutricional como la estabilidad de estos. Las conservas (alimentos envasados) o productos no perecederos son principalmente una alternativa de comercialización de la mayoría de industrias de este entorno productivo, dentro de ellos se mencionan a los tamales, almibares, jaleas, tamales, encurtidos y escabeches, pero algunos en números reducidos, que presente o que contribuya en un estudio sobre el aporte de fibra natural alimenticia de materias primas vegetales y que contribuya a un aporte benéfico a la salud, específicamente como información técnica sobre la estabilidad térmica de ésta, en su composición química.

En razón a lo anterior expuesto, resulta importante abordar la presente investigación en donde, en principio pretende presentar un tamal producido a partir de tres formulaciones de mezclas de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) incorporada a la harina de maíz (*Zea mays*) con el fin principal de establecer la estabilidad térmica de la fibra alimenticia, que se encontrará presente en el tamal de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*), y harina de maíz (*Zea mays*), todo esto con el propósito de conservarlo para presentar un producto que contribuya en alguna medida a desarrollar un producto nuevo al consumidor y que permita producir canales de comercialización .

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La creciente demanda de materias primas procesadas y conservadas en la industria de los alimentos toma mayor auge en Guatemala, sin embargo la mayoría de ellas no presenta alternativas innovadoras tanto tecnológicamente como benéficas a la salud, esto representa en el extenso campo de la ciencia de los alimentos diversas alternativas de procesamiento y conservación, donde intervienen diversas reacciones bioquímicas que finalicen en la repercusión del sabor olor, textura y la comercialización de los alimentos en conserva, por esto que confiere al presente trabajo un compromiso técnico investigativo, el de establecer parámetros que permitan crear un alimento de consumo instantáneo e inocuo.

En la actualidad es muy poco probable encontrar hortalizas y frutas que aporten características nutricionales en medios de conservación, más que únicamente lo típico como carbohidratos, proteínas y en algún momento vitaminas, sin embargo, muy pocos con el aporte de fibra alimenticia y que sobre todo que tenga una presentación diferente con características sensoriales aceptables.

La mayoría de procesos en alimentos considerados como procesados no perecederos, especialmente los cocinados sufren deterioro en su composición química, especialmente los nutrientes importantes como las vitaminas y la fibra alimenticia, inclusive la condición sensorial del alimento envasado como el sabor, olor y textura aún si han sido sometidos a tratamientos térmicos y conservados al vacío para su posterior vida de anaquel.

El presente trabajo determinó si durante el procesamiento de elaboración de un tamal de chaya (*Cnidocolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*) se logra mantener estable la fibra alimenticia, debido a que se le aplicó calor y se analizó tanto estadísticamente como bromatológicamente, es por esto, importante considerar la siguiente interrogante, aplicada a la presente investigación.

¿Cuál es el porcentaje de pérdida de la fibra alimenticia (F.A.) posterior al proceso de cocción de un tamal a base de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*)?

4. MARCO TEÓRICO

4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

“La fibra puede, durante el procesamiento de alimentos, agregar volumen, aumentar viscosidad, formar geles (por su capacidad de retención y enlace de agua) y reemplazar o imitar a las grasas

El tipo de procesamiento utilizado para producir ingredientes con alto contenido de fibra influye en gran medida en la funcionalidad del ingrediente final. Procesos como molienda, blanqueado, refinado, tratamientos enzimáticos, procedimientos de estabilización, extrusión, deshidratación o secado y tostado son algunos de los que se utilizan en la producción de ingredientes ricos en fibra”. (Nelson, 2002).

Un mismo tipo de tratamiento térmico puede tener efectos diferentes en el contenido de fibra dietética de los alimentos y señalaron que la cocción promueve el rompimiento de sus componentes (celulosa, hemicelulosa, lignina, pectina, gomas), además de propiciar la interacción y enlace de estas sustancias con proteínas y lípidos, así como la generación de cambios cualitativos y/o cuantitativos sustanciales que varían la composición total de la fibra dietética al comparar el alimento crudo con el cocido. Asimismo, puede observarse contradicción entre autores, al reportar unos el incremento y otros la disminución de la fibra dietética posterior a la cocción (16). (Carnovale y Lintas 2008).

El incremento en el contenido de la FDT (Fibra dietética total) en alimentos de origen vegetal procesados térmicamente, fue descrito desde hace más de una década. Ranhontra y cols, observaron este aumento en el proceso de elaboración del pan, reportaron un incremento en más del 20% en el contenido de FDT, en comparación con la harina cruda. Lintas y Cappelloni, reconocieron un fenómeno similar cuando sometieron a cocción los vegetales de consumo más frecuente en Italia. Asimismo, Phillips y Palmer señalaron lo mismo cuando al cocer zanahorias en agua encontraron un aumento sustancial en la fracción soluble y una disminución en la fracción insoluble.

4.2 La chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) en la Alimentación

Es un arbusto perenne domesticado por los pueblos mesoamericanos en la época precolombina, las hojas son altamente nutritivas, conteniendo cantidades significativamente más altas de proteína, fibra, calcio, potasio, hierro, ácido ascórbico y β -caroteno que las espinacas y otras hojas comestibles. La chaya puede mejorar la calidad de la dieta de los guatemaltecos rurales y urbanos, puesto que la planta produce hojas durante todo el año. (noticiasibo 2018)

La chaya realmente puede considerarse como un "súper alimento" y como una opción viable para un suministro de alimentos económicos para la población guatemalteca. Sin embargo, paradójicamente, actualmente su producción, consumo y comercialización han sido poco estudiados y promovidos. Durante el 2017, Bioversity International y la –UVG- Universidad del Valle de Guatemala, llevaron a cabo una evaluación de la cadena de valor de la chaya, con el fin de contribuir a llenar este vacío de conocimiento e identificar oportunidades y limitantes para desarrollar el mercado de la chaya en Guatemala. Este estudio implementó una metodología de Evaluación Rápida de Mercado para recopilar datos cualitativos a través de entrevistas semiestructuradas de diferentes actores involucrados en la cadena de valor de la chaya, incluyendo a productores, proveedores, consumidores, actores indirectos y otros participantes informados. (Cadena amayo 2018)

Tabla No. 1 Composición química de la chaya, respecto a otras hojas comestibles

	% Humedad	% Proteína	% Grasa	% Fibra cruda
Chaya (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	76.36	5.30	1.51	2.35
Espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>)	90	2.8	0.7	0.7
Lechuga (<i>Lactus sativa</i>)	96	1.0	0.1	0.5

Fuente: cienciamx.2019

La Chaya posee un gran valor nutritivo por lo cual puede ser considerada como fuente alimenticia tanto para el consumo humano (así como también para los animales), obviamente teniendo en cuenta las necesidades alimenticias de cada persona son diferentes. Tiene alto contenido en proteínas, y especialmente aminoácidos esenciales: alanina, arginina, cistina, glicina, isoleucina, ácido glutámico, ácido aspártico. Posee altas cantidades de vitaminas (especialmente A y C, lo que incrementa su valor como poderoso antioxidante natural), minerales (superando a las hortalizas verdes más conocidas como la alfalfa, espinaca y acelga).

4.2.1 Composición química de las hojas de chaya (*C. aconitifolius*)

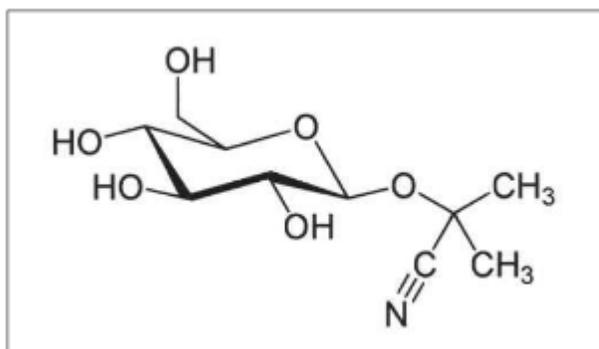
Es importante para la nutrición humana siendo el contenido de vitamina C de la hoja siete veces mayor que la naranja (59 mg/100 g de hoja fresca) y el limón (51 mg/100 g de hoja fresca) así como el contenido de proteína en base seca es superior al frijol (25 %). La vitamina C tiene un efecto protector, ya que reducen significativamente la probabilidad de padecer de cáncer de esófago, estómago, colon y de recto (Cifuentes, Molina-Cruz, Arias y Gómez, 1999). *C. aconitifolius* es una fuente rica de antioxidantes naturales especialmente en las hojas crudas, los principales flavonoides aislados de esta especie fueron kaempferol-3-O-glucosido y el glucósido-quercetina-3-O, teniendo *C. aconitifolius* mayor cantidad de glucósidos flavonoides en comparación con *C. chayamansa* (Kuti, & Konuro, 2004; Ohigashi & Murakami, 2008).

4.2.2 Contenido de glucósido cianogénico en la hoja de Chaya (*C. aconitifolius*)

Linamarina es un glucósido cianogénico que se encuentra en las hojas y raíces de plantas como la yuca, habas y lino. En la Figura 1 se muestra la estructura química de este glucósido cianogénico. La fórmula de la linamarina es $C_{10}H_{17}NO_6$ y tiene un peso molecular de 247.24508 g/mol. Su punto de fusión es de 142 a 143°C. Es soluble en agua, alcohol frío y dimetil sulfóxido; ligeramente soluble en acetato de

etilo caliente, éter, benceno y cloroformo y prácticamente insoluble en éter de petróleo. (Rodríguez, 2014)

Fig. No. 1 Estructura molécula de la linamarina (glucósido cianogénico)



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Prunasina>

Las hojas de chaya contienen glucósidos cianogénicos que pueden formar ácido cianhídrico (HCN) al hidrolizarse, el cual es tóxico, este compuesto es eliminado con el vapor y no se retiene en el agua de cocción. (Orozco Andrade, 2013)

Esta planta (chaya) contiene un glucósido cianogénico, el cual es liberado por efectos enzimáticos (hidróxido cianogénico), capaz de afectar la cadena respiratoria. Este tóxico se elimina al hervir las hojas de la chaya por 5 minutos. Diversas plantas contienen metabolitos secundarios como los compuestos fenólicos. En la naturaleza se sabe que existen más de 10 mil de estos compuestos y se han identificado algunos de ellos. Asimismo, hay estudios que reportan sus diversos efectos biológicos relacionados con beneficios a la salud. La chaya contiene mayor cantidad de proteína, hierro (Fe) y fibra, por lo que es importante su revalorización y consumo en todo el país. (Cienciamx.2019)

4.2.3 Procesamiento de la chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*)

Su crecimiento y consumo en México se limita a la Península de Yucatán, donde es común que las hojas sean parte de tamales y otros guisos, o que crudas y molidas

sean el ingrediente principal del agua de chaya. Jeffrey Ross-Ibarra y Álvaro Molina-Cruz apuntan que la dieta tradicional incluye más de 70 recetas con ella. (laroussecocina.mx)

4.2.4 Usos y propiedades de la hoja de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*)

Ha sido utilizada como alimento desde la época precolombina, lo cual fue documentado por Diego de Landa; las hojas eran utilizadas por los mayas para mezclarlas con maíz (de Landa, 1982).

El interés en la hoja de chaya se debe a su excepcional composición química y nutricional, posee propiedades que permiten utilizarla como un alimento alternativo, por su excelente contenido de calcio, ácido ascórbico, hierro, retinol y proteína cruda, como medicina alternativa es utilizada en el tratamiento de enfermedades crónico degenerativas como la diabetes y el cáncer, de esto deriva su reconocimiento como “la planta maravillosa” (Montoya, 2005; Jimoh, Babalola & Yakubu, 2009; Sarmiento-Franco, Sandoval, Quijano y Reyes, 2003). La chaya tradicionalmente ha sido recomendada para una serie de enfermedades como obesidad, cálculos renales, hemorroides, acné, antiparasitario y problemas de los ojos; los brotes de chaya y las hojas se han tomado como laxante, diurético, lactógeno, estimulante de la circulación, de la digestión, y para endurecer las uñas, se emplea como protector hepático, ya que reduce en un 40 % el aumento de enzimas hepáticas (aspartato aminotransferasa AST, transaminasa glutámico pirúvica TGP), (Miranda-Velásquez, Oranday-Cardenas, Lozano-Garza, Rivas-Morales, Chamorro-Cevallos y Cruz-Vega, 2010; Palos-Suárez, 2005) también su látex es utilizado para eliminar verrugas. Se ha determinado que por su alto contenido en ácido ascórbico (vitamina C) actúa como un buen antioxidante, es por esto que se debe incluir entre el grupo de vegetales que proporcionan micronutrientes beneficiosos para la salud (Oboh, 2006; Kuti & Torres, 1996).

Actualmente se consumen la hoja tierna en la cocina tradicional, aun sabiendo científicamente que la edad del brote no es significativa en su composición química

(Jimoh et al., 2009), utilizando variadas formas de presentación, como ensaladas, guisos, sopas, infusiones y hasta refrescos (Palma, 2008). La concentración de vitamina C en el proceso de cocinado (fritura) no representa una baja significativa (Fillion & Henry, 1998).

En la industria alimentaria se utiliza para la elaboración de queso y como suavizante de carnes, debido a la enzima proteolítica (Galdámez, 1996), se presume que esta enzima puede ser muy parecida a la encontrada en la yuca (linamarasa) que permite la liberación de HCN, cuando las hojas por acción mecánica son trituradas o fragmentas la enzima entra en contacto con el cianuro ligado, produciéndose la liberación del tóxico (Alvarado y Nuñez, 2012). En Chiquimula la infusión del *C. aconitifolius* conocida como shatate, es utilizada para calmar la diarrea (Galdámez, 1996).

Dentro de las formas que comúnmente, a nivel culinario se preparan se encuentran:

1. Sopa de Chaya: Se cuecen las hojas tiernas y los retoños en caldo de res, de pollo o de "jute" (caracoles pequeños que se encuentran en ríos o lagos). Se condimenta con consomé.
2. Recado de Chatate: Se cuecen las hojas, se pican y se fríen en aceite junto con tomate y cebolla picada.
3. Verdura de Chaya: Se cuecen las hojas tiernas y se sacan del agua; se agrega sal y limón. Se come con tortillas y chile
4. Chaya con huevo: Se cuecen las hojas tiernas, se sacan del agua, se pican y luego se agregan huevos revueltos.
5. Chaya con "Pinol": Se prepara el pinol: se debe tostar el maíz, se muele, se agrega pimienta gorda molida, agua y un poco de achiote, y/o tomillo. Se cuecen las hojas, se sacan del agua, se pican y se agrega el pinol y la crema
6. Chaya o Chatate en arroz o frijol: Las hojas cocidas y picadas se agregan al arroz precocido o a los frijoles.

7. Tamalitos de Chaya: Se cuecen las hojas de chaya y se pican finamente y se agregan al recado. Se prepara el recado (tomate y cebolla picados y fritos con carne de pollo picado o carne molida), La masa se envuelve en hoja de plátano u hojas de mashán y luego se cuecen a vapor.

8. Té de Chaya (Refresco y medicinal): Se cuecen las hojas por poco más de 1 minuto, se sacan y el té es un refresco muy agradable y sano. Nota: Se toman 3 tazas por día para bajar la glucosa en la sangre. Ayuda también a bajar la presión y mejorar a la vista.

9. Boyas de Chaya: Se cuecen las hojas, se pican y se agregan a la masa de maíz, se envuelven en hojas de maíz (tuza) y se cuecen.

10. Tortillas y nachos de chaya: se pican las hojas de chaya, se cocinan, y se licuan con muy poca agua. Se agrega la mezcla a la masa de maíz y se tortea como normalmente se hace. También se pueden partir las tortillas en 4 y tostarlas en el comal para hacer nachos de chaya y acompañarlos con aguacate o frijoles (laroussecocina.mx)

4.2.5 Importancia de la fibra cruda o fibra dietética en los alimentos

La fibra es un componente vegetal que contiene polisacáridos y lignina y que es altamente resistente a la hidrólisis de las enzimas digestivas humanas. La fibra tiene un papel fundamental en la defecación y en el mantenimiento de la microflora del colon.

Además de ayudar a prevenir el estreñimiento, las dietas ricas en fibra se consideran preventivas de enfermedades como la diverticulosis colónica, y ayudan a controlar la diabetes mellitus, la obesidad o el cáncer de colon.

4.2.6 Tipos de fibra

La fibra soluble atrae el agua y hace que el proceso digestivo sea lento. Además, reduce el colesterol. Se encuentra en el salvado de avena, la cebada, las nueces, las semillas, las lentejas y algunas frutas y verduras.

La fibra insoluble está en el salvado de trigo, las verduras y los granos integrales. Este tipo de fibra acelera el paso de los alimentos en el estómago y en los intestinos. (alanrevista 2017)

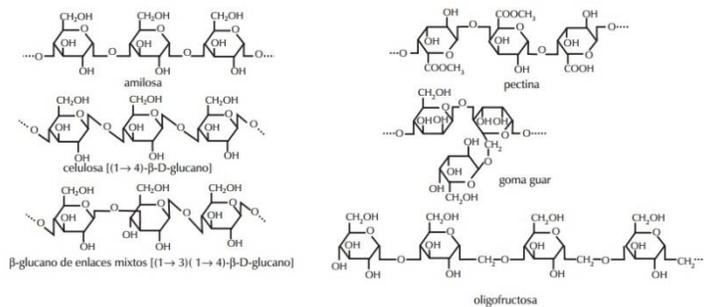
4.2.7 Fibra alimenticia, salud y cantidades recomendadas

En 2000, la AACC define a la fibra alimenticia como las partes comestibles de las plantas o análogos de los carbohidratos resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano y con fermentación parcial o completa en el intestino grueso, en cuya composición se incluyen a polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas a las plantas. Desde el punto de vista de la salud, la fibra alimenticia debe promover efectos atenuantes de los niveles de colesterol y glucosa, estos últimos relacionados con la diabetes tipo 2, obesidad, cáncer del colon y enfermedades cardiovasculares.

Las recomendaciones para la ingesta de la fibra alimenticia están en función a la edad, género y la cantidad de energía ingerida. En términos generales el consumo diario de la fibra alimenticia debe estar en el rango de 18 a 38 g/día para personas adultas. Específicamente para los Estados Unidos y Canadá, la Academia Nacional de Ciencias y el Instituto de Medicina de USA, recomiendan el consumo de 25 y 38 g/día para mujeres y hombres respectivamente. Para los niños, una recomendación sencilla es la efectuada por la Academia Americana de Pediatría (siglas en Ingles: AAP), que consiste en la suma de la edad del niño (años) con 5 g de fibra/día; es decir un niño de cinco años debería de consumir 10 g/día de fibra. En cambio, para las personas de 9 a 13 años de edad, la Academia de Nutrición y Dietética recomienda el consumo de 26 y 38 g/día de fibra para mujeres y varones respectivamente. Los valores actuales en el consumo de fibra dietaria están muy

por debajo de los niveles recomendados, por ejemplo, en los Estados Unidos la ingesta media es de 12-15 y 16,5-19,4 g/día para mujeres y hombres respectivamente; siendo los adolescentes los más propensos en cumplir las recomendaciones.

Fig. No. 2 Conformación molecular de la fibra alimenticia



Fuente: <https://ahombrosdegigantes.weebly.com/blog/fibra-dietetica-la-gran-olvidada>

4.2.8 Cómo afecta a la fibra alimentaria la temperatura en los alimentos

Los alimentos no están en contacto con el agua, sino con el vapor que ésta desprende, de forma que tardan un poco más en calentarse, por lo que mantienen todo su sabor y las vitaminas (sobre todo la A y la C), los minerales, el color y los principios aromáticos se conservan mejor.

Frente al resto de los métodos de cocción, la cantidad de grasas y aceites que se necesita es mínima o inexistente. La cocción al vapor hace que la fibra alimentaria no se reblandezca, con lo que ésta resulta mucho más digestiva. Además, apenas altera la forma, textura y consistencia de los alimentos.

4.2.8. Efectos de la cocción en los alimentos

Los tejidos vegetales son materiales vivos y manifiestan frescura, dependiendo en gran cantidad de la ordenación estructural y composición química de la pared celular de los espacios intercelulares donde las sustancias pecticas son las principales

constituyentes. El calentamiento dado durante el escaldado ocasiona rompimiento de la célula y reducción de sustancias pecticas y además causa cambios irreversibles en la estructura celular y en las características físicas del tejido vegetal (Juan Ignacio, 2008. Pág. 43).

Pérdida de nutrientes. Pérdida de minerales, vitaminas y otros componentes hidrosolubles como fibra cruda o dietética debido al efecto del lavado, termo destrucción y en menor medida de oxidación.

Carnovale y Lintas, refirieron que un mismo tipo de tratamiento térmico puede tener efectos diferentes en el contenido de fibra dietética de los alimentos y señalaron que la cocción promueve el rompimiento de sus componentes (celulosa, hemicelulosa, lignina, pectina, gomas), además de propiciar la interacción y enlace de estas sustancias con proteínas y lípidos, así como la generación de cambios cualitativos y/o cuantitativos sustanciales que varían la composición total de la fibra dietética al comparar el alimento crudo con el cocido. Asimismo, puede observarse contradicción entre autores, al reportar unos el incremento y otros la disminución de la fibra dietética posterior a la cocción. (Alfonzo, G. 2,000, Pág. 1)

“Los cambios ejercidos por el tratamiento térmico en los componentes de la fibra de las leguminosas favorecen la acción de la fibra dietética por, lo que sumado al consumo masivo que tienen las leguminosas por la población de escasos recursos del área metropolitana de Caracas, Venezuela, revisten de gran importancia a este rubro dentro de los hábitos alimentarios, por contribuir al mantenimiento de un estatus nutricional menos precario de la población en general (17,18). Las caraotas (frijoles) y lentejas aportan el 7% del consumo proteico y el 2.7 % de carbohidratos del venezolano, de acuerdo a la disponibilidad de alimentos para la población”. (Alfonzo, G. 2,000, Pág. 1)

“El objetivo del presente trabajo fue demostrar que el tratamiento térmico afecta el contenido de las fracciones de la fibra dietética de las leguminosas de mayor consumo en el área metropolitana de Caracas (caraotas y lentejas), no descartando la posibilidad de que se estén obviando aspectos relevantes del verdadero efecto fisiológico que pudiera tener el consumo de estas leguminosas” (Alfonzo, G. 2,000, Pág. 1)

4.3 El maíz (*Zea mays*) en la alimentación

La importancia del maíz para el ser humano ha sido siempre muy clara. Mientras que en algunas regiones se conocen centenares de especies diferentes de maíz, en la mayor parte del planeta se consumen sólo un puñado que son los más comunes y los más accesibles a diferentes terrenos y climas.

El maíz es, junto al trigo y a otros cereales, uno de los alimentos básicos de toda la humanidad ya que permite la generación de una gran variedad de preparaciones y platos que son tanto accesibles en términos económicos como ricos en energía y nutrientes. Por otro lado, el maíz es también altamente utilizado como alimento de ganado o de animales de los cuales se obtiene otros alimentos como la leche. De este modo, ya sea para consumo humano o animal, la producción del maíz es importantísima para numerosos países y regiones que la generan para consumo interno o que la exportan a aquellas regiones en las que el maíz no puede crecer. (importancia.org › maíz 2015)

4.3.1 Composición química del maíz (*Zea mays*)

Existe un número considerable de datos sobre la composición química del maíz y múltiples estudios han sido llevados a cabo para tratar de comprender y evaluar las repercusiones de la estructura genética del número relativamente elevado de variedades de maíz existentes en su composición química, así como la influencia de los factores ambientales y las prácticas agronómicas en los elementos constitutivos químicos y en el valor nutritivo del grano y sus partes anatómicas. La

composición química tras la elaboración para el consumo es un aspecto importante del valor nutritivo y en ella influyen la estructura física del grano, factores genéticos y ambientales, la elaboración y otros eslabones de la cadena.

Por último, el germen se caracteriza por un elevado contenido de grasas crudas, el 33 por ciento por término medio, y contiene también un nivel relativamente elevado de proteínas (próximo al 20 por ciento) y minerales. Se dispone de algunos datos sobre la composición química de la capa de aleurona, elemento con un contenido relativamente elevado de proteínas (aproximadamente el 19 por ciento) y de fibra cruda.

La fibra cruda del grano se encuentra fundamentalmente en la cubierta seminal. La distribución ponderal de las partes del grano, su composición química concreta y su valor nutritivo tienen gran importancia cuando se procesa el maíz para consumo; a este respecto, hay dos cuestiones de importancia desde la perspectiva nutricional: el contenido de ácidos grasos y el de proteínas.

4.3.2 Uso del maíz en los tamales

El tamal es un alimento propio de Guatemala, es posible que sea de origen prehispánico, la palabra deriva de la voz náhuatl "*tamalli*", aunque fue modificada más tarde por la influencia española (Arriola, 2009).

Por un lado, está el tamal que desde sus orígenes consiste un bollo de maíz cocido y molido, que luego se envolvía en las hojas que cubren la mazorca y a veces se le agrega a la masa algunos ingredientes como anís, chipilín, chile, frijol negro, loroco, queso y otros (Arriola, 2009).

Por otro lado, está también el tamal, plato típico que se sirve en fiestas, días especiales y ha sido la costumbre en Guatemala comerlo los sábados y domingos (Arriola, 2009).

Hay de dos tipos. El tamal colorado, que consiste en una masa de maíz o arroz molido y cocido con una salsa de tomate, ajo, achiote, pimienta, chile guaque, carne

-pollo, pavo, cerdo o res-. Por otro lado, el tamal negro lleva una salsa hecha de canela, pepitoria, chile pasa, ciruelas, almendras y carne (Arriola, 2009).

Entre las variedades también se encuentran el tamalito de cambray, este se prepara con maíz blanco y azúcar, es pequeño y está envuelto en tusa. A la masa se le agrega leche almendras, pasas y rosicler, por lo cual toma un color rosáceo. Otra variedad del tamal es el chuchito, que es un tamal pequeño y muy popular que se come en desayunos y meriendas, este se prepara con masa de maíz, carne, preparado con salsa de tomate y todo esto envuelto en tusa (Arriola, 2009).

Las hojas de máxima son usadas para envolver tamales y paches, las hojas de plátano son usadas para envolver tamales y paches. Las hojas verdes de la milpa se utilizan para envolver tamalitos de elote, las hojas verdes del güisquil para los bobales. Con las tusas se envuelven los chuchitos y algunos tamalitos típicos regionales. Y el cibaque se utiliza para amarrar los tamales (Prensa Libre, 2014)

4.4 Tamales en la industria de alimentos

En la industria se utilizan diferentes métodos enfocados a la conservación de los alimentos, los tamales producidos de manera industrial son sometidos a algunos procesos antes de su empaqueo junto con el garantizan su durabilidad, estos procesos son denominados como atmosferas protectoras y pueden ser de diferentes tipos:

- **Vacío:** donde simplemente se elimina el aire.
- **Atmósferas controladas:** la composición del gas que rodea al alimento se mantiene constante a lo largo del tiempo mediante un control continuado.
- **Envuelto en hoja:** el tamal se envuelve en un trozo de hoja de bijao y posteriormente se amarra para evitar el escape del producto.

5 OBJETIVOS

5.1 GENERAL.

5.1.1 Evaluar de forma sensorial de tres formulaciones de un tamal a base de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*) y la estabilidad térmica de la fibra alimenticia (F.A.) post cocción.

5.2 ESPECÍFICOS

5.2.1 Establecer tres formulaciones para los tamales mezclando la harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*).

5.2.2 Evaluar el grado de aceptación de los tamales de la mezcla de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*).

5.2.3 Determinar la fracción de fibra alimenticia (F.A.) antes de la cocción de tamales de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*).

5.2.4 Determinar el porcentaje de fibra alimenticia en la formulación aceptada según panel sensorial de tamales de la mezcla de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*).

6. HIPÓTESIS

La fibra alimenticia (F.A.) de un tamal a base de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*), presenta una pérdida menor al 50%.

7. MARCO OPERATIVO DE LA INVESTIGACIÓN.

7.1 RECURSOS

7.1.1 Humanos

- T.U. Ana María del Rosario Castañeda Santiz
- M.V. Edgar Roberto del Cid Chacón (Asesor Principal)
- Ing. en Alim Silvia Guzmán Téllez (Asesor Adjunto)

7.1.2 Institucionales

- Planta Piloto Carrera, Ingeniería en Alimentos CUNSUROC-USAC.
- Laboratorio Química CUNSUROC-USAC.
- Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria de la USAC.

7.1.3 Físicos

- Biblioteca del Centro Universitario del Suroccidente.

7.1.4 Económicos

- Los gastos serán efectuados por la estudiante responsable del presente estudio.

Materiales

- Equipo de computo
- Horno deshidratador
- Envases estériles
- Servilletas
- Licuadora
- Balanza
- Termómetro de vástago
- Estufa
- Mesa de acero inoxidable

- Paletas
- Cuchillo
- Cucharas

Insumos

- Harina de hojas chaya (*C. aconitifolius*)
- Harina de maíz (*Zea mays*)
- Agua
- Hojas de elote secas (tusa)
- Sal
- Grasa de origen vegetal elaborado de semillas de soya, maíz y palma.

7.2 Procedimiento de elaboración del tamal

7.2.1 Proceso de obtención de la harina de chaya (*Cnidocolus aconitifolius*)

- ❖ Se obtuvo la harina de chaya (*Cnidocolus aconitifolius*) a partir de un secado parcial (ver sección 8.1.1) a nivel de laboratorio, y luego paso a una molienda para la reducción de tamaño, donde se pudo establecer una humedad menor del 15% según norma COGUANOR No. NGO 34 047

(<https://cretec.org.gt/wp-content/uploads/2021/03/ngo34190harinademaiz.pdf>)

y se empleó la siguiente fórmula:

Fórmula No. 1

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P_o - P_f}{P_m} * 100$$

Donde: P_o = peso inicial
 P_f = peso final
 P_m = peso de la muestra

- ❖ Se obtuvo la harina de maíz (composición maíz blanco, Hierro, niacina, zinc, riboflabina, tiamina, ácido fólico, cianocobalamina) de las disponibles en el mercado consumidor.
- ❖ Mezclado de los ingredientes o insumos (harina de chaya y harina de maíz con agua, sal y grasa en proporciones preestablecidas según las siguientes formulaciones

Tabla No. 2 Formulación para la elaboración del tamal

Formulación	% de Harina de chaya	% de Harina maíz	% agua	% de sal NaCl	% grasa
1(937)	50	25	24,3	0,2	0,5
2(678)	37,5	37,5	24,3	0,2	0,5
3(487)	25	50	24,3	0,2	0,5

Fuente: elaboración propia, 2020

- ❖ Se empacó en hoja de elote (tuza), secada al sol y sanitizada con una solución de cloro a 8 ppm. Lavadas posteriormente con agua potable, esto antes de agregar la mezcla de harinas e ingredientes en porciones 100 g para cada tamal, elaborando 8 por formulación.
- ❖ Se adicionó agua alrededor de los tamales empacados, dentro de la olla de aluminio abierto a la atmosfera para realizar una cocción uniforme.
- ❖ La cocción de los tamales se realizó a una temperatura de 105 grados Celsius por 20 minutos.
- ❖ Se enfriaron los tamales
- ❖ Se removió el empaque natural de los tamales (hoja de elote o tuza).

7.2.2 Metodología para establecer el grado de aceptación del tamal

- ❖ Preparación de la muestra: Se codificaron en platillo de duroport No. 3 de forma de cubo una porción de cada formulación, de la forma siguiente:

Tabla No. 3 Distribución de código para el análisis sensorial de aceptación

Formulación	Código sensorial	Número de muestra
1	937	1
2	678	1
3	487	1

Fuente: elaboración propia, 2020

- ❖ Se colocó la boleta de evaluación sensorial la cual está contemplada en el apéndice No. 3 (Pág. 42) de la presente investigación, con sus respectivas instrucciones.
- ❖ Se solicitó a los panelistas que evalúen sensorialmente los aspectos de (color, olor, sabor, textura).
- ❖ Se procedió a determinar la puntuación obtenida, aplicando la escala hedónica contemplada en el apéndice No. 2 de la presente investigación.
- ❖ Evaluación de los resultados obtenido para obtener una ponderación final de cada formulación.
- ❖ La formulación obtenida con mayor grado de aceptación, se le practicó al análisis de fibra cruda para cuantificar la fracción respectiva (ver

resultados de la determinación de fibra alimenticia (Anexo No. 1 pág. 56).

7.2.3 Metodología para determinar la estabilidad de la fibra cruda en el tamal

- ❖ Se tomó la formulación con mayor puntuación de aceptabilidad en el panel sensorial, realizada a las tres formulaciones del tamal.
- ❖ La muestra o formulación que se obtuvo con la mayor puntuación en la etapa de análisis sensorial se envió a la Facultad de Veterinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala para establecer antes y después del tratamiento térmico del tamal de chaya y maíz, la fracción o la cantidad final de fibra alimentaria o cruda presente en el tamal
- ❖ Se analizaron las conclusiones en la presente investigación, a partir de los resultados que se reportaron de parte de la Facultad de Veterinaria para ser interpretados en el presente material informativo.

8. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

8.1 Resultados de la elaboración del tamal de chaya (*Cnidoscopusaconitifolius*) y maíz (*Zea mays*)

8.1.1 Resultados de la obtención de la harina de chaya

- Se pesaron una proporción de 2,3 lb de hoja de chaya y se sometieron a un troceado en cuadros pequeños.
- Se procedió a deshidratar la chaya con la ayuda de horno de convección forzada de 110 V de energía de alimentación, tomando el peso inicial del material fresco, donde se obtuvieron los siguientes resultados en función de la cantidad de agua libre desprendida:
- Posteriormente se empleó una licuadora de uso doméstico para la reducción de tamaño de la hoja de chaya seca, con el propósito de llevarla a una

consistencia de harina, para que esta sea incorporada a la harina de maíz en la elaboración del tamal.

Tabla No. 4 Resultados del secado de la hoja de chaya

Temp. del horno	Tiempo de secado	Peso inicial	Peso final	% de humedad	% solidos totales
105 °C	4 horas	2,3 lb	0,29 lb	87,39	12,60

Fuente: Ana María, 2022.

8.1.2 Análisis de resultados del tamal de chaya (*Cnidocolus aconitifolius*) y maíz (*Zea mays*)

Los resultados obtenidos de la tabla No. 4 (Pág. 28) reflejan que, se empleó una temperatura de secado de 105 °C e intervalos de 30 min entre pesadas, cuantificó una proporción de 87,39 de humedad libre separada del material vegetal y también se determinó que la cantidad de 0,29 lbs obtenidas producto de la deshidratación, correspondiente a una cantidad de 12,60% de base seca de harina.

8.2 Resultados del panel sensorial

8.2.1. Primer panel piloto de evaluación sensorial

En el primer test sensorial aplicado al tamal de chaya, según la tabla se puede observar el factor calculado y factor tabulado, por el método subjetivo de preferencia y/o aceptación en donde se encontró que el valor del factor calculado es mayor que el factor tabulado, por lo que existe diferencia estadística significativa entre las características sensoriales evaluadas, del tamal de chaya, empleando diferentes mezclas o formulaciones de harina de chaya en harina de maíz.

Tabla No. 5 Resultados estadístico de los atributos de la primera evaluación sensorial al tamal de chaya (*Cnidocolus aconitifolius*) y maíz (*Zea mays*)

Atributo	F calculada	F tabulada	Conclusiones
Color	6,79	3,23	Cuando $f_c > f_t$ existe diferencia estadística Cuando $f_c < f_t$, no existe diferencia estadística entre los atributos sensoriales
Olor	8,58	3,23	
Sabor	5,75	3,23	
Textura	3,17	3,23	

Fuente: elaboración propia 2021.

Según la tabla No. 5 el análisis sensorial realizado al tamal de chaya, en la primera evaluación sensorial: existe diferencia estadísticamente significativa solamente en los atributos color, olor y sabor, debido a que F. calculada es mayor que el valor de F. tabulada, no así para el atributo textura ya que se obtuvo un valor de 3,17 de F. calculada (valor menor) comparada con F. tabulada (3,23), es importante notar que en la primera evaluación sensorial aplicada al tamal de chaya empleando tres diferentes mezclas de chaya y harina de maíz, se llegó a determinar que se ve ligeramente afectados los atributos sensoriales color sabor y olor, notablemente, según la apreciación de los jueces, que en este caso son los catadores invitados al análisis sensorial al tamal de chaya.

8.2.2 Segundo panel piloto de evaluación sensorial

Se presenta a continuación la tabla (abajo) donde se puede denotar el comportamiento estadístico del factor calculado y factor tabulado (ver apéndice y cálculos en la pág. No. 43), en la percepción u opinión de los panelistas invitados, que permitieron determinar su incidencia sensorial en la presente investigación.

Tabla No.6 Resultados del segundo panel sensorial aplicado al tamal de chaya (*Cnidocolus aconitifolius*) y maíz (*Zea Mays*)

Atributo	F calculada	F tabulada	Conclusiones
Color	7,90	3,23	Cuando $f_c < f_t$, no existe diferencia estadística sensoriales
Olor	6,45	3,23	
Sabor	8,17	3,23	Cuando $f_c > f_t$ existe diferencia estadística entre los atributos
Textura	3,13	3,23	

Fuente: elaboración propia 2021.

En la tabla No. 6, los resultados del segundo panel sensorial, demuestra que los atributos color, sabor y olor presentan marcada diferencia estadística debido a los valores encontrados en la realización de la evaluación, ya que F. calculada es mayor al valor de F tabulada encontrados, sin embargo si es perceptible solamente para el atributo textura que no presentó diferencia estadística, debido que fue un valor de 3,13 de F calculada menor que 3,23 de F. tabulada, por lo que difiere de los tratamientos o formulaciones solo en este atributo (textura)

debido a la aplicación de las mezclas de harina de chaya y harina de maíz o formulaciones empleadas en la elaboración de un tamal envasado al vacío, debido a ello se determinó que se mantuvo la tendencia en cuanto a valores estadísticos del primer test sensorial y el segundo test evaluación sensorial (ver apéndices pág.42).

8.2.3 Determinación de la aceptabilidad según escala hedónica de 7 puntos

En la presente investigación de los resultados del primero y segundo panel sensorial, se determinó por medio de los jueces del test sensorial, la formulación de mayor puntuación basado en la tabla de escala hedónica de 7 puntos, debido a que se empleó un número de quince jueces (ver marco teórico página No. 34) La importancia de un buen diseño del panel evaluador lleva a cumplir ciertos requisitos. En el caso de evaluaciones sensoriales con jueces afectivos, aleatorios no entrenados es conveniente conformar un panel de degustación que reúna las siguientes características. En referencia al tamaño del panel se necesitan como mínimo 10 personas para que los resultados sean significativos. Cuando se refiere a la calidad desde el punto de vista del consumidor, el análisis sensorial se transforma en una herramienta de suma utilidad, y permite encontrar atributos de valor importantes para los consumidores, que sería muy difícil evaluar de otra manera. (Picallo, A., 2002). Para determinar la formulación más aceptada o de preferencia, se procedió de la siguiente manera: se obtuvo la sumatoria del puntaje total para cada formulación en los cuatro atributos evaluados que son: color, olor, sabor y textura o consistencia.

Ejemplo, para la muestra código 937 se suman los promedios hedónicos encontrados del apéndice No 2 pág. 47 (ver cálculos matemáticos): color =5, olor =5, sabor = 5, textura= 5, teniendo una sumatoria total de 20; luego este valor se divide dentro de 4 para calcular el promedio así: $20/4= 5$ quedando un valor final de 5 puntos. este valor indica que la muestra no me gusta ni me disgusta, según la escala hedónica, (ver apéndice No. 1 Pág. 42).

**Tabla No.7 Resultados del primer panel sensorial del tamal de chaya
(*Cnidocolus aconitifolius*) y maiz (*Zea Mays*)**

ATRIBUTO	CODIGO DE LAS MUESTRAS		
	Muestra (937) 1	Muestra (678) 2	Muestra (487) 3
Color	5	4	6
Olor	5	4	6
Sabor	5	4	6
Textura	5	5	6
Sumatoria	20	17	24
Promedio hedónico	4	4,2=4	6

Fuente: elaboración propia 2021

En los resultados del primer test sensorial aplicado al tamal de chaya, es notorio que las muestras 937 y 678 muestra una puntuación de 4 promedio de aceptación en la escala hedónica, sin embargo, es determinante que fue la muestra o formulación No. 3 (487) las más aceptable con una ponderación de 6 en la escala hedónica de siete puntos.

Tabla No.8 Resultados del segundo panel sensorial del tamal de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*)

ATRIBUTO	CODIGO DE LAS MUESTRAS		
	Muestra (937)1	Muestra (678) 2	Muestra (487) 3
Olor	4	4	6
Color	4	4	6
Sabor	4	4	6
Textura	5	5	6
Sumatoria	17	17	24
Promedio	4,2=4	4,2=4	6

Fuente: elaboración propia, 2021.

En los resultados del segundo panel de evaluación sensorial (Tabla No. 8 pág. 32) se mantiene la tendencia de aceptación hacia las formulaciones con codificación No. 937 y 678 cuyos promedios son de 4 y según tabla de escala hedónica de 7 puntos están calificadas como “No me gusta Ni me disgusta” respectivamente, y con la de mayor puntuación la 487 con 6 puntos “Me gusta mucho”, dando una inclinación de esta fórmula, de parte de los evaluadores o jueces de la prueba sensorial, ejecutada al tamal de chaya elaborado con tres diferentes mezclas de harina de maíz y harina de chaya.

8.2.4 Comparación de medias según escala hedónica de siete puntos en resultados del primero y segundo panel de evaluación sensorial

Tabla No. 9 Comparación de tablas del primero y segundo panel sensorial

	PRIMER PANEL SENSORIAL			SEGUNDO PANEL SENSORIAL			Conclusión
	CODIGO			CODIGO			
	937(1)	678(2)	487(3)	937(1)	678(2)	487(3)	
PROMEDIOS	4	4	6	4	4	6	Los códigos 937(1) y 678(2) tuvieron la menor aceptación en ambos test sensoriales, sin embargo, se determinó que el código 487(3) obtuvo una puntuación de 6 lo que indica la más aceptada según los 15 jueces empleados

Fuente: elaboración propia, 2021.

Los valores representados en la tabla anterior (No. 9), determinan los promedios de cada muestra, calculada según los resultados del primero y segundo panel de evaluación sensorial. En la comparación de medias del primer panel sensorial, donde se determinó que las muestras codificadas No. 937 y 678 tienen un promedio de 4 respectivamente por lo que, según la tabla de la escala hedónica de 7 puntos, están calificadas como “No me gusta ni me disgusta” y con la de mayor puntuación se mantuvo a la formulación 487 con puntuación 6 “Me gusta mucho”.

Por otro lado se encontró que hay notorias diferencias estadísticamente significativas solo en los atributos color, sabor y olor menos en el atributo textura en las tres formulaciones analizadas, estableciéndose finalmente que en el primer panel sensorial, la diferencia se hace notoria y cuantificable en los atributos color, sabor y olor especialmente en las formulaciones con codificación No. 937 y 678, esto es debido a las diferentes variaciones en las mezclas de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) mezclados con harina de maíz (*Zea mays*)

En base a la tabla No. 9 se llegó a observar que, en los dos exámenes practicados sensoriales a nivel experimental, del tamal de chaya indica que la muestra con codificación No. 487 es la de mayor aceptación según apreciación del grupo de panelistas, ya que en ambos ensayos predominan en dicha muestra los atributos color, olor, sabor, textura o consistencia practicado, al tamal de chaya elaborado con tres mezclas diferentes de harinas de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y maíz (*Zea mays*).

8.3 Resultados bromatológicos de la fibra alimentaria en el tamal de chaya

La formulación con el No. 487 se envió para el análisis químico de determinación de la fibra cruda, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla No. 10 Contenido de fibra alimentaria en el tamal sin cocinar y cocinado

Descripción	% de humedad	% de materia seca	% de fibra alimentaria como alimento
Masa para tamal de harina de chaya y maíz (antes de la cocción)	59,19	40,81	7,53
Tamal de harina de chaya y maíz (después de la cocción)	60,44	39,56	4,74
Diferencia de valores de F.A			2,79

Fuente: Laboratorio de bromatología, Fac. de veterinaria, USAC 2022 (ver anexo No. 1 pág. 57)

8.3.1 Análisis de resultados de la determinación de fibra en el tamal de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*)

Las muestras enviadas al laboratorio de bromatología revelan tanto en forma de masa para tamal (antes de la cocción) 7,53% de F.A (fibra alimenticia) y 4,74% (después de la cocción) de fibra alimenticia, con similares porciones de humedad y materia seca (ver tabla No.10, Pág. 35) tanto en forma de tamal como de masa antes de la cocción, sin embargo, se nota una pérdida después de la cocción, ya que se perdió una porción de 2,79 % de fibra, en el tamal de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y maíz (*Zea Mays*), lo cual obtendría una pérdida de fibra alimenticia del 37%. Por lo tanto, el tamal aporta 4.74 gr de fibra alimenticia. El comité de expertos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda una ingesta de 25 gramos de fibra dietética al día, lo cual consumiendo 5 tamales al día se puede llegar a la ingesta diaria admisible de este macronutriente.

9. CONCLUSIONES

1. Se acepta la hipótesis ya que la fibra alimenticia de un tamal a base de harina de chaya (*Cnidocolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*), tiene una pérdida de F. A. del 37% que es una proporción baja de la fibra total, ante temperaturas arriba de los 105 °C empleadas durante la cocción del tamal de chaya.
2. Se llegó a establecer por medio de análisis químico realizado por el laboratorio de bromatología de la facultad de veterinaria un valor de 7,53 % de fibra alimenticia antes de la cocción final en forma de masa para tamal de chaya.
3. Se llegó a determinar que la fracción de fibra alimenticia (cruda), de la formulación más aceptada en el test sensorial es la No. 3 (487) con existencia de diferencias estadísticamente significativas en los atributos olor color y sabor, pero no existen diferencias estadísticas en el atributo textura del tamal de chaya en ambos test sensoriales, donde antes de la cocción fue de 7,53 % de F.A. (Fibra alimenticia) y después de la cocción fue 4,74% F.A con una pérdida de 2,79 % que corresponde al 37% del total de F.A. de dicho macronutriente alimenticio en el tamal de chaya elaborado con harina de hoja de chaya y harina de maíz.

10. RECOMENDACIONES

1. Emplear temperaturas más bajas de cocción, para reducir la ligera pérdida de fibra cruda en el tamal, empleando mezclas de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*)
2. Disminuir la proporción de harina de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y observar el comportamiento de aporte de fibra cruda en el tamal.
- 3.) Aplicar el tamal de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) y maíz (*Zea Mays*) en investigación a nivel campo en la alimentación de niños de 7 a 12 años para determinar el nivel de aceptación en ese grupo etario.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Alfonso G. Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas. (2000). Obtenido de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000300011.
- 2) Brush, A. (2006). Recuperado de: (5 de noviembre 2020). Estudio del procesamiento tecnológico para la elaboración de un té a partir de la *cnidoscolus aconitifolius* (chaya). Obtenido de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/609>
- 3) Brush, C., (2006). HOJAS DE CHAYA-Repositorio Universidad de Guayaquil. HOJAS DE CHAYA - Repositorio Universidad de Guayaquil. Recuperado en: 3 de octubre 2020). Obtenido de: [repositorio.ug.edu.ec › bitstream › redug](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug)
- 4) De La Llave A. 2004. Efecto de la adición de fibra soluble sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en un producto de panificación. [Tesis en Licenciatura de Ingeniería de Alimentos]. Cholula, Puebla, México. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Universidad de las Américas Puebla. 86 p. Defendido en 8 de mayo 2004.
- 5) Escudero A, Gonzales P. 2006. La fibra dietética. [Artículo científico en línea]. Nutrición Hospitalaria. (Sup. 2) 61-72 pp. [Consultado el 14 de abril del 2009]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: . ISSN 0212-1611.
- 6) Composición Química del Maíz. (2020). Recuperado de: (30 de septiembre 2020). Obtenido de: <https://www.monografias.com/docs/Composicion-Quimica-Del-Maiz-F3J5NEWYMZ>
- 7) Chaya Factsheet_4pages_A4_Spanish.pub - CGSpace – CGIAR .(2018). Resumen de investigación: Cadena de valor y potencial de mercado de la chaya para fortalecer la resiliencia climática, seguridad nutricional e

ingresos en Guatemala. Obtenido en:
https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/98436/Cadena_Amaya_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- 8) Fennema O. 2000. Química de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Fuertes S. 1998. Tendencias actuales en el uso de la fibra dietética en la alimentación séptimo simposio de alimentos. Universidad
- 9) Fibra Alimentaria ¿Qué es? ¿Alimentos? ¿Beneficios (2019)? Recuperado de: (3 de noviembre de 2020). Obtenido de: <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/fibra.html>.
- 10.) Importancia del Maíz (2019). Recuperado en: (3 de octubre 2020). Obtenido de: <https://www.importancia.org/maiz.php#:~:text=El%20ma%C3%ADz%20es%20uno%20de,%2C%20aceites%2C%20etc.>.
- 11) Medina J., (2015) Consulta Embalaje de Tamales | Vacío | Alimentos – Scribd (2017). Recuperado en: (12 de septiembre 2020) Obtenido de: <https://es.scribd.com/document/Consulta-Emb>.
- 12) Gutiérrez Coronado, E. Coronado Amaya, F. Vázquez Ortiz, Yolanda L. López Franco, Alejandro O., (2020), Caracterización física y química de maíz de calidad proteínica. Recuperado en: (10 de septiembre 2020). Obtenido de: <https://www.tandfonline.com/doi/full>
- 13) Nikmarro. (2018). La Chaya, Estudios y beneficios que contribuyen a la nutrición. Recuperado en: (8 de agosto 2020). Obtenido de: <https://noticiasibo.com/2018/03/22/la-chaya-e...>
- 14) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1993). Composición Química Del Maíz - Monografías Plus. Recuperado

en: (13 de septiembre de 2020). Obtenido de:
<http://www.fao.org/3/t0395s/T0395S00.htm#Contents>

- 15) Romero, G., (2019). Ingredientes tóxicos: la chaya, qué hacer para consumirla
Recuperado en: 3 de noviembre 2020), (2019) Obtenido de:
https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:1qR0yDhFm_gJ:https://laroussecocina.mx/nota/ingredientes-toxicos-la-chaya-3/+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=gt
- 16) Rodríguez M., (2002). Influencia del tratamiento térmico en la fibra alimentaria y azúcares solubles de productos vegetales. Recuperado en: (4 de octubre 2020). Obtenido de: <https://eprints.ucm.es/3793/>
- 17) Sampayo, E. (2011). Efectos de la cocción en los alimentos. Obtenido de:
<http://repositorio.uaaan.mx/bitstream/handle>
- 18) Valencia I., (2018). El alto valor nutricional de la chaya-ciencia Mx (2019).
Recuperado de: (14 de septiembre de 2020). Obtenido de:
www.cienciamx.com/index.php/ciencia/salud

Vo. Bo. 
Lcda. Ana Teresa de González
Biblioteca CUNSUROC. 

12. APENDICES.**Apéndice No. 1 Escala hedónica de 7 pts.**

Me disgusta extremadamente	1
Me disgusta mucho	2
Me disgusta levemente	3
No me gusta ni me disgusta	4
Me gusta levemente	5
Me gusta mucho	6
Me gusta extremadamente	7

Fuente: (Witting, 2001)



Apéndice No. 2

BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE UN TAMAL DE HARINA CHAYA Y HARINA MAIZ

Boleta No.: _____ Fecha: _____

Hora: _____

Instrucciones: A continuación, se le presentan tres muestras de tamal de chaya y maíz sin ningún orden específico, para las mismas deberá de evaluar las características en el orden que se le indica abajo. Para hacerlo deberá de tomar una muestra y únicamente podrá tomar la siguiente hasta haber evaluado las características que se solicitan por completa, en cada tabla deberá indicar el número de muestra que está evaluando. Se le presenta también un vaso de agua, con el mismo deberá de enjuagarse entre cada muestra con el fin de que no permanezca ningún residuo del sabor anterior. Gracias por su colaboración.

ATRIBUTO OLOR

	APRECIACIÓN	937	678	487
1	Me disgusta extremadamente			
2	Me disgusta mucho			
3	Me disgusta levemente			
4	No me gusta ni me disgusta			
5	Me gusta levemente			
6	Me gusta mucho			
7	Me gusta extremadamente			

Observaciones:

ATRIBUTO SABOR

	APRECIACIÓN	937	678	487
1	Me disgusta extremadamente			
2	Me disgusta mucho			
3	Me disgusta levemente			
4	No me gusta ni me disgusta			
5	Me gusta levemente			
6	Me gusta mucho			
7	Me gusta extremadamente			

Observaciones:

ATRIBUTO COLOR

	APRECIACIÓN	937	678	487
1	Me disgusta extremadamente			
2	Me disgusta mucho			
3	Me disgusta levemente			
4	No me gusta ni me disgusta			
5	Me gusta levemente			
6	Me gusta mucho			
7	Me gusta extremadamente			

Observaciones

ATRIBUTO TEXTURA

	APRECIACIÓN	937	678	487
1	Me disgusta extremadamente			
2	Me disgusta mucho			
3	Me disgusta levemente			
4	No me gusta ni me disgusta			
5	Me gusta levemente			
6	Me gusta mucho			
7	Me gusta extremadamente			

Observaciones:

Apéndice No. 3 Primer panel sensorial atributo OLOR, tamal de chaya

Repetición	Muestra (937)1	Muestra (678)2	Muestra (487)3		
1	3	1	7		
2	5	5	6		
3	6	6	7		
4	6	5	6		
5	5	6	7		
6	4	5	6		
7	5	1	7		
8	3	6	6		
9	5	4	5		
10	6	1	5		
11	6	5	6		
12	4	5	6		
13	5	5	6		
14	5	5	6		
15	6	5	7		
Sumatorias	74	65	93		
Promedio hedónico	4,93=5	4,33=4	6,2= 6		
Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	27.24	2	13.62	8.58	3.23
Error	66.67	42	1.59		
Total	93.91	44			
Conclusión					
Existe diferencia estadística entre las muestras					

Fuente: Elaboración propia, 2022

Apéndice No.4 Atributo COLOR, del tamal de chaya.

Repetición	Muestra (937)1	Muestra (678)2	Muestra (487)3
1	2	1	6
2	5	5	6
3	6	6	7
4	6	5	6
5	5	6	7
6	4	5	6
7	5	1	7
8	2	6	6
9	5	6	5
10	6	1	5
11	6	5	6
12	4	5	6
13	5	5	6
14	5	5	7
15	6	5	7
Sumatoria	72	67	93
Promedio Hedónico	4,8=5	4,46=4	6,2=6

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	25.38	2	12.69	6.79	3.23
Error	78.53	42	1.87		
Total	103.91	44			

Conclusión

Existe diferencia estadística entre las muestras

Fuente: Elaboración propia, 2022

Apéndice No. 5 Atributo SABOR del tamal de chaya

Repetición	Muestra (937)1	Muestra (678)2	Muestra (487)3
1	2	4	7
2	5	5	6
3	6	6	7
4	6	5	6
5	5	6	7
6	4	5	6
7	5	1	3
8	3	6	6
9	5	4	5
10	2	1	5
11	6	5	6
12	4	5	6
13	5	3	6
14	5	5	6
15	6	5	7
Sumatoria	69	66	89
Promedio hedónico	4,6=5	4,4=4	5,9=6

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	20.84	2	10.42	5.75	3.23
Error	76.13	42	1.81		
Total	96.98	44			

Conclusión

Existe diferencia estadística entre las muestras

Fuente: Elaboración propia, 2022

Apéndice No. 6 Atributo TEXTURA, del tamal de chaya

Repetición	Muestra (937)1	Muestra (678)2	Muestra (487)3
1	6	6	7
2	5	5	5
3	6	6	7
4	6	5	6
5	5	6	7
6	2	5	6
7	5	1	3
8	3	6	6
9	5	4	5
10	2	7	5
11	6	5	6
12	4	5	6
13	5	3	6
14	4	5	6
15	6	5	7
Sumatoria	70	74	88
Promedio Hedónico	4,66=5	4,9=5	5,86=6

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	11.91	2	5.96	3.17	3.23
Error	72.00	42	1.71		
Total	83.91	44			

Conclusión	
No existe diferencia estadística entre las muestras	

Fuente: Elaboración propia, 2022

Apéndice 7. Segundo Panel sensorial Atributo, OLOR, del tamal de chaya

Repetición	Muestra (937)1	Muestra (678)2	Muestra (487)3
1	4	5	7
2	3	2	5
3	6	6	7
4	6	5	6
5	3	6	7
6	2	2	6
7	5	1	3
8	3	5	6
9	5	4	5
10	2	6	5
11	6	5	6
12	4	5	6
13	5	3	6
14	4	5	7
15	6	5	6
Sumatoria	64	65	88
Promedio hedónico	4,26=4	4,3=4	5,8=6

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	24.58	2	12.29	6.45	3.23
Error	80.00	42	1.90		
Total	104.58	44			

Conclusión
Existe diferencia estadística entre las muestras

Fuente: Elaboración propia, 2022

Apéndice No. 8 Atributo COLOR, tamal de chaya.

Repetición	Muestra (937)1	Muestra (678)2	Muestra (487)3
1	3	2	5
2	3	2	5
3	6	6	7
4	6	5	6
5	3	6	7
6	2	2	6
7	5	2	3
8	3	5	7
9	3	4	5
10	2	6	5
11	3	5	6
12	4	5	6
13	5	3	5
14	4	5	7
15	6	5	6
Sumatoria	58	63	86
Promedio hedónico	3,8=4	4,2=4	5,7=6

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	29.73	2	14.87	7.90	3.23
Error	79.07	42	1.88		
Total	108.80	44			

Conclusión

Existe diferencia estadística entre las muestras

Fuente: Elaboración propia, 2022

Apéndice No. 9 Atributo SABOR, del tamal de chaya

Repetición	Muestra (937)1	Muestra (678)2	Muestra (487)3
1	2	7	7
2	3	2	5
3	6	6	7
4	6	5	6
5	3	6	7
6	2	2	6
7	5	2	3
8	3	5	7
9	3	4	5
10	3	6	5
11	3	5	6
12	4	4	6
13	5	3	5
14	4	5	7
15	6	5	6
Sumatoria	58	67	88
Promedio hedónico	3,8=4	4,4=4	5,8=6

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	31.60	2	15.80	8.17	3.23
Error	81.20	42	1.93		
Total	112.80	44			

Conclusión

Existe diferencia estadística entre las muestras

Fuente: Elaboración propia, 2022

Apéndice No. 10 Atributo TEXTURA, del tamal de chaya

Repetición	Muestra (937)1	Muestra (678)2	Muestra (487)3
1	7	7	7
2	3	2	5
3	6	6	7
4	6	5	6
5	3	6	7
6	6	4	6
7	5	4	3
8	3	5	7
9	3	7	5
10	3	6	5
11	3	5	6
12	4	4	6
13	5	3	5
14	7	5	7
15	6	5	6
Sumatoria	70	74	88
Promedio hedónico	4,66=5	4,9=5	5,8=6

Causas de variación	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	11.91	2	5.96	3.13	3.23
Error	80.00	42	1.90		
Total	91.91	44			

Conclusión
No existe diferencia estadística entre las muestras

Fuente: Elaboración propia, 2022

Apéndice No.11 Fotografía de la harina de chaya



Fuente: Elaboración propia, 2022

Apéndice No.12 Fotografía de la muestra de masa para tamal de chaya



Fuente: Elaboración propia, 2022

Apéndice No. 13 Fotografía de la masa del tamal de chaya

Fuente: elaboración propia, 2022

Anexo No. 14 Fotografía de los tamales de chaya

Fuente: Elaboración propia, 2022

12. ANEXOS.

Anexo No. 1 Informe de laboratorio de Bromatología de la USAC.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Universitaria zor
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 ext. 84119 Cel.: 3415555

Solicitado por: ANA MARIA CASTAÑEDA SANTIZ Dirección: MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ No. 037
Fecha de recibida la muestra: 10-02-2022 Fecha de realización: DEL 14 AL 16-02-2022

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. En KOH %	P.H.	TND %	E.B. kcal/Kg
63	MUESTRA DE MASA PARA TAMALITOS DE HARINA DE CHAYA Y MAÍZ	SECA	59.19	40.81	---	18.45	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	7.53	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
64	MUESTRA DE TAMALITOS DE HARINA DE CHAYA Y HARINA DE MAÍZ	SECA	60.44	39.56	---	12.00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	---	4.74	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	-----	SECA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comuníquese al teléfono 24188307.

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 2

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista



Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Fuente: Facultad de Veterinaria, Departamento de Bromatología, USAC, 2022

Anexo No. 2 Cronograma de actividades de la presente investigación

Actividad/mes	Noviembre	Enero	Febrero	Marzo	Septiembre
Evaluación del seminario I a cargo de la terna de evaluación					
Correcciones del seminario I					
Ejecución de las formulaciones, costos y análisis sensorial del tamal					
Análisis de fibra cruda de la formulación de mayor puntuación sensorial					
Ejecución y presentación del seminario II a los asesores					
Presentación a la honorable terna de evaluación, del Seminario II					
Correcciones del seminario II					
Presentación del seminario II ante la Comisión de tesis para su posterior proceso					

Fuente: elaboración propia, 2022

13. GLOSARIO

Análisis bromatológicos: es la evaluación química de la materia que compone a los nutrientes, pues etimológicamente se puede definir a la Bromatología como broma, 'alimento', y logos, 'tratado o estudio', es decir, que la Bromatología es la ciencia que estudia los alimentos, sus características, valor nutricional y adulteraciones (Gastronomía, tamales 2021).

Acciones correctoras: cualquier acción tomada para disminuir o eliminar las causas de no conformidad con el plan establecido, reales o potenciales (Gastronomía, tamales 2021).

Aditivos: productos que se incorporan, con objeto de corregir y mejorar las características de los diferentes productos a elaborar (Gastronomía, tamales 2021).

Análisis sensorial: conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos, a través de uno o más de los sentidos humanos.

Anomalía: Cambio o desviación respecto de lo que es normal, regular, natural o previsible (Gastronomía, tamales 2021).

Áreas implicadas: zonas o lugares cuyas funciones se relacionan directamente en lo que se está procesando en la planta o en la línea de producción. Suelen ser menos amplias e importantes que los departamentos, por ejemplo, el área de recepción de materias, las cámaras de secado, la zona de embotellados, etc. (Gastronomía, tamales 2021).

Asepsia: conjunto de procedimientos científicos destinados a preservar de gérmenes o microbios una instalación o un organismo (Gastronomía, tamales 2021).

Cámara: local donde el producto se mantiene en un ambiente atmosférico conveniente para su elaboración o conservación. Cámaras de secado, de atmósfera controlada, de refrigeración, de congelación. Hoy en día suelen estar previstos de aparatos de control e instalaciones automáticas por ordenador (Gastronomía, tamales 2021).

Cata: prueba de carácter sensorial a las que se somete una muestra de mosto concentrado, vinagre u otros productos derivados del vino para su clasificación y valoración (Gastronomía, tamales 2021).

Concentración: magnitud que expresa la cantidad de una sustancia por unidad de volumen. Existen varias formas de expresarla normalmente cuando se refiere a la concentración de disoluciones de limpieza se hace en tanto por cien (%) el sistema internacional es mol/litro de disolución (Gastronomía, tamales 2021).

Harina de maíz: es un polvo fino que se obtiene moliendo el cereal mediante diferentes métodos (Gastronomía, tamales 2021).

Higiénico-sanitarias: conjunto de requisitos que deben reunir tanto las instalaciones con los quipos que van a estar en contacto con las materias primas o auxiliares con el fin de eliminar cualquier tipo de contaminación de estas (Gastronomía, tamales 2021).

Condiciones técnicas: conjunto de condiciones que debe reunir una instalación o conjunto de equipos para poder realizar un trabajo determinado (Gastronomía, tamales 2021).

Conserva: resultado del proceso de la manipulación de los alimentos de tal forma que se evite o ralentice su deterioro (pérdida de calidad, contestabilidad o valores nutricionales). Esto suele lograrse evitando el crecimiento de pasto natural, levaduras, hongos y otros microorganismos, así como retrasando la oxidación de las grasas que provocan su enranciamiento.

Conservación de productos: Es el efecto de mantener, cuidar y preservar un producto alimentario para hacerlo apto y saludable al consumo (Gastronomía, tamales 2021).

Contaminación: presencia de materias no deseables en la materia prima o producto.
Contingencia: Suceso que puede suceder o no, especialmente un problema que se plantea de forma imprevista (Gastronomía, tamales 2021).

Controlado: condición obtenida por cumplimiento de los procedimientos y de los criterios marcados (Gastronomía, tamales 2021).

Cocción: procedimiento que consiste en elevar la temperatura de un alimento, que modifica sus propiedades originales de modo que lo hace más fácil de digerir, en especial cuando se somete a un líquido en ebullición, generalmente agua.

Chaya: *cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnston (Euforbiáceas). Hoja nativa de la Península de Yucatán, de color verde oscuro, crece en un arbusto y es común en las huertas familiares del sureste donde es muy utilizada, su forma recuerda a las hojas de maple. Ya cocida su sabor es muy similar a la acelga. Con ella se hacen los populares tamales de chaya. (Gastronomía, tamales 2021).

Harina de maíz para tamal:

El maíz nixtamalizado se lava y se muele en seco en un molino especial para maíz, de lo que resulta una especie de harina granulada y húmeda, a la que hay que agregarle caldo o agua y manteca para que se utilice como masa para tamales.

La harina de maíz para tamal no se debe confundir con la masa harina que se vende en Estados Unidos y otros países (Gastronomía, tamales 2021).

Densidad: es una magnitud que indica la cantidad de masa contenida en un determinado volumen (Gastronomía, tamales 2021).

Densímetro: instrumento para determinar la densidad relativa de los líquidos sin necesidad de calcular antes su masa y volumen (Gastronomía, tamales 2021).

Deshidratación: sistema de conservación de alimentos mediante la pérdida del agua que contiene (Gastronomía, tamales 2021).

Desinfección: proceso que elimina los microorganismos patógenos y una gran parte de los banales. Se puede clasificar en varios niveles. En la industria alimentaria sirve tanto para prevenir las enfermedades de transmisión alimentaria como la alteración de los alimentos (Gastronomía, tamales 2021) (Gastronomía, tamales 2021).

Desinsectación: conjunto de técnicas y métodos dirigidos a prevenir y controlar la presencia de ciertas especies de artrópodos nocivos en un hábitat determinado. Aunque en sentido más amplio el término, éste engloba a otras especies, fundamentalmente arácnidos y crustáceos. Puede ser por medios químicos, mecánicos o con la aplicación de medidas de saneamiento básico (Gastronomía, tamales 2021).

Embalaje: recipiente o envoltura que contiene productos de manera temporal principalmente para agrupar unidades de un producto pensando en su manipulación, transporte y almacenaje (Gastronomía, tamales 2021).

Engatillado: junta mediante la cual se unen las dos tapas al cuerpo cilíndrico del envase metálico (Gastronomía, tamales 2021).

Envasado: actividad que consiste en introducir cualquier género en su envase. En la industria alimentaria comprende tanto la formación del envase como la preparación de este para su uso en la siguiente fase productiva (Gastronomía, tamales 2021).

Envase: continente o soporte destinado a contener el producto, facilitar el transporte, y presentar el producto para la venta. Por envase se entiende el material que contiene o guarda a un producto y que forma parte integral del mismo; sirve para proteger la mercancía y distinguirla de otros artículos (Gastronomía, tamales 2021).

Estabilizantes: en las bebidas proporcionan el equilibrio entre todos sus componentes, para permitir que las características químicas, físicas o fisicoquímicas, se conserven en el tiempo y que no se produzcan modificaciones de la estructura (Gastronomía, tamales 2021).

Esterilización: proceso que elimina o destruye completamente cualquier forma de vida microbiana en un alimento (Gastronomía, tamales 2021).

Escala hedónica de nueve puntos o escala Likert: consiste en una lista ordenada de posibles respuestas correspondientes a distintos grados de satisfacción equilibradas alrededor de un punto neutro. El consumidor marca la respuesta que mejor refleja su opinión sobre el producto (Gastronomía, tamales 2021).

Fase: cualquier punto, procedimiento, operación o etapa de la cadena alimentaria, incluidas las materias primas, desde la producción primaria hasta el consumo final (Gastronomía, tamales 2021).

Fibra alimentaria: en su estado natural, las fibras vegetales forman unidades funcionales y bien diferenciadas y gran variedad de polisacáridos formados por largas cadenas de cientos de moléculas de glucosa o con la presencia de otros azúcares, en forma lineal, o con ramificaciones y con diferentes pesos moleculares que constituyen las fibras vegetales (Gastronomía, tamales 2021).

Homogeneización: consiste en someter el producto a altas presiones haciendo que el tamaño de partículas se reduzcan (Gastronomía, tamales 2021).

Hojas para tamal: son las diferentes variedades de hojas utilizadas para envolver la masa de tamales. Generalmente son de origen vegetal, por ejemplo, de mazorca de maíz, plátano, bijao, maguey, aguacate y cara (Gastronomía, tamales 2021).

Ingrediente: es una sustancia que forma parte de una mezcla (en términos generales). En el mundo culinario, por ejemplo, una receta específica que ingredientes son necesarios para preparar un plato determinado (Gastronomía, tamales 2021).

Límite crítico: criterio que diferencia la aceptabilidad o inaceptabilidad del proceso en una determinada fase (Gastronomía, tamales 2021).

Línea: secuencia de máquinas y equipos donde se elabora y procesa un producto. Suele iniciarse con la recepción de materia prima, sigue con las transformaciones que sufre y concluye con el envasado. La línea es la unidad de producción mínima completa de una planta (Gastronomía, tamales 2021).

Materias auxiliares: material empleado para el desarrollo del proceso de recepción, elaboración o envasado, como, por ejemplo: disolventes, desengrasantes, envases (Gastronomía, tamales 2021).

Materias primas conformes: productos que reúnen todos los requisitos y características especificados en las órdenes de compra. Materias primas disconformes: Productos que no reúnen todos los requisitos y características especificados en las órdenes de compra y por lo tanto son devueltos al proveedor, depurados o destruidos (Gastronomía, tamales 2021).

Materias primas: frutas y hortalizas utilizadas para la elaboración de conservas y jugos vegetales (Gastronomía, tamales 2021).

Medida correctora: actuación a realizar para reconducir las desviaciones de un proceso a parámetros normales.

Normas de calidad: Conjunto de disposiciones legales que establecen las condiciones orgánicas de composición, carácter y salubridad de un producto elaborado con destino al consumo (Gastronomía, tamales 2021).

Mezcla de harinas: es la resultante de mezclar harinas de diferentes granos de cereales o que ha sido obtenida por la molturación conjunta de diferentes cereales (Gastronomía, tamales 2021).

Micela de caseína: las micelas de caseína son partículas de un tamaño entre 50 y 500 nanómetros, que se forman por la acción del cuajo, y están compuestas por la asociación de moléculas de caseína junto con fosfato cálcico en forma coloidal. El componente mineral representa alrededor del 7% del peso de la caseína (Gastronomía, tamales 2021).

Organoléptico: califica toda propiedad de un producto susceptible de ser percibida por los órganos de los sentidos (Gastronomía, tamales 2021).

Parámetros: datos (cuantitativos o cualitativos) que se toman como necesarios para analizar o valorar según una normativa específica. Por ejemplo, conjunto de datos que permiten valorar el cumplimiento de una directiva.

Peligro: Agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien la condición en que éste se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud (Gastronomía, tamales 2021).

pH: es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. El pH indica la concentración de iones hidronios $[H_3O^+]$ presentes en determinadas sustancias. La sigla significa "potencial de hidrógeno". La escala de pH va desde el 0 al 14, siendo su punto medio $pH = 7$, el neutro, valores menores a este sería ácido y valores superiores alcalino. El pH 4,6 se denomina isoelectrico (Gastronomía, tamales 2021).

pH metro: instrumento para medir de forma rápida el pH (acidez) de una disolución, agitando un electrodo introducido en la misma (Gastronomía, tamales 2021).

Reactivo: En química, es toda sustancia que interactúa con otra en una reacción química que da lugar a otras sustancias de propiedades, características y conformación distinta, denominadas productos de reacción o simplemente productos (Gastronomía, tamales 2021).

Sensorial: es aquello vinculado a los órganos de los sentidos o a la sensibilidad. Para comprender el concepto, por lo tanto, primero hay saber qué son los sentidos y la sensibilidad.

Sonetizar: el concepto procede del vocablo inglés sanitase, que se traduce como desinfectar o limpiar (Gastronomía, tamales 2021).

Tamal: plato que consiste en masa de harina de maíz rellena de carne, pollo, chile u otros ingredientes, envuelta en hojas de mazorca de maíz o plátano y cocida al vapor o al horno; según los países, varían los ingredientes y presenta distintas formas (Gastronomía, tamales 2021).

Termo estabilidad: es la propiedad de una sustancia para resistir cambios irreversibles en su estructura química o física, ya sea por descomposición o polimerización, a temperaturas relativamente altas (Gastronomía, tamales 2021).

Trazabilidad: la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, o una sustancia destinados a ser incorporados en alimentos o con probabilidad de serlo.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



Mazatenango, Suchitepéquez 24 de julio de 2,022

Señores miembros
Comisión de trabajo de graduación
Ingeniería en Alimentos
Centro Universitario de Sur Occidente

Estimados señores:

Atentamente, me dirijo a ustedes deseándoles toda clase de éxitos en sus actividades cotidianas.

El objeto de la presente es para hacer de su conocimiento que como asesora, he revisado el trabajo de graduación (Seminario II) elaborado por la estudiante T.U. Ana María del Rosario Castañeda Santiz, quién se identifica con el número de carné 200841283, titulado Evaluación de la estabilidad térmica de la fibra alimenticia (F.A) de un tamal a base de harina de chaya (*Cnidoscopus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*). El cual considero llena todos los requisitos del reglamento de trabajo de graduación, por lo que solicito asignación de fecha para someterse a la evaluación correspondiente.

Agradeciendo la atención prestada y sin otro particular, me suscribo de ustedes deferentemente.

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Silvia Guzmán Téllez
Asesor adjunto

Mazatenango, 20 de enero de 2023.



M.Sc. Bernardino Hernández Escobar
Coordinador Centro Universitario de Sur Occidente.
CUNSUROC –USAC–.
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente –CUNSUROC–, de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC–, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de gradación titulado: **“Evaluación sensorial de tres formulaciones de un tamal a base de harina de chaya (*Cnidioscolus aconitifolius*) y harina de maíz (*Zea mays*) y la estabilidad térmica de la fibra alimenticia (F.A.) post cocción”**, el cual ha sido presentado por la estudiante: **Ana María del Rosario Castañeda Santiz**, quien se identifica con número de carné: **200841283**.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniera en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del **imprimase**.

Deferentemente.

A large, stylized handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long vertical stroke at the bottom.



M.Sc. Ing. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador
Carrera de Ingeniería en Alimentos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-08-2023

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, veinticuatro de febrero de dos mil veintitrés. _____

Encontrándose agregado al expediente el dictamen del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN: **“EVALUACIÓN SENSORIAL DE TRES FORMULACIONES DE UN TAMAL A BASE DE HARINA DE CHAYA (*Cnidioscolus aconitifolius*) Y HARINA DE MAIZ (*Zea mays*) Y LA ESTABILIDAD TÉRMICA DE LA FIBRA ALIMENTICIA (F.A.) POST COCCIÓN**”, de la estudiante: **Ana María del Rosario Castañeda Santiz**, carné No. **200841283 CUI: 1747 19558 1001** de la carrera Ingeniería en Alimentos.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director CUNSUROC



/gris