

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NUTRICIÓN Y
ALIMENTOS**

TESIS PROFESIONAL

**EVALUACIÓN MICROBIANA Y
NUTRICIONAL DE CORMOS DE
MALANGA PARA SU
APROVECHAMIENTO**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**LICENCIADO EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

PRESENTA

YESENIA DE JESÚS OCHOA ESPINOSA

DIRECTOR DE TESIS

DR. GILBER VELA GUTIÉRREZ

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

OCTUBRE DE 2019



AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy gracias a dios por permitirme culminar esta etapa, por darme la fuerza y la paciencia para poder lograr una de mis metas. Por no dejarme caer en los momentos difíciles.

Al Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT por el financiamiento del proyecto con clave 2016-01-277457, denominado Desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de cormos de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) del estado de Chiapas y Veracruz en la convocatoria 2016, en el que se desarrollo la presente investigación.

A mis padres. Sr. Carlos Ochoa Ramírez y Sra. Leocadia del Carmen Espinosa Jiménez por haberme brindado el apoyo necesario para poder estudiar una carrera universitaria en la universidad de ciencias y artes de chipas y permitirme culminar esta etapa. A mi padre por darme los recursos necesarios y ser un ejemplo de vida y que a pesar de las circunstancias y que el camino no sea fácil no hay que rendirse. A mi madre por ser mi más grande amor por siempre darme su apoyo y su amor incondicional por darme la orientación necesaria para no desviarme del objetivo.

A mis hermanas Karla Fabiola Ochoa espinosa y Gabriela Estefhania por siempre estar conmigo y motivarme.

A mi asesor el Doctor Gilber vela Gutiérrez por confiar en mí para la realización de este tema de investigación, por el tiempo y la paciencia que me brindo, por abrirme las puertas de su laboratorio y darme todo los recursos necesarios para la realización de este tema de investigación y por ser un gran ejemplo a seguir como profesionista e investigador.

A mi co-asesores el Mtro. En C. Arturo Velázquez López por la paciencia y la orientación para la realización de mi tesis. Al chef Luis por dedicarme tiempo para la formulación de mi snack.

Agradezco sin duda alguna a esas personas especiales que se fueron sumando a lo largo del camino y que me no me dejaron en el camino y me brindaron su ayuda. A mis amigas alondra Ozuna Gracián y Airel Arreola Gonzales por estar ahí y siempre creer en mí y no dejarme tirar la toalla y motivarme siempre. A mi amiga María José Morales de la rosa por ayudarme y motivarme a dar el 100 y enseñarme a siempre estar positiva y sonriente.

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi cariño a mis padres por la comprensión y confianza que siempre me han brindado para la realización de mi carrera profesional sabiendo que no existen palabras para agradecerles todo los sacrificios y esfuerzos que hicieron ya que sin su ayuda no hubiera podido concluir la carrera universitaria.

A mi madre que siempre se ha esforzado por darnos cariño, amor y comprensión y el mejor ejemplo a seguir a que las cosas no son fáciles a escuchar siempre los consejos que ella me da, por levantarme y secar mis lágrimas cuando sentí que el mundo se me venía abajo por decirme si puedes tienes que poder, por aceptarme y amarme con todo su corazón de madre. Te amo mamita.

A mi padre que se ha esforzado mucho por darnos lo mejor dentro de sus posibilidades, por no abandonarnos y apoyarme, por querer siempre lo mejor para mí y mis hermanas, este logro es nuestro. Te amo papa.



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
DIRECCION DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR



Autorización de Impresión

Lugar y Fecha: TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS A 18 DE OCTUBRE DEL 2019

C. YESENIA DE JESÚS OCHOA ESPINOSA

Pasante del Programa Educativo de: LICENCIATURA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

EVALUCACIÓN MICROBIANA Y NUTRICIONAL DE CORMOS DE MALANGA PARA SU APROVECHAMIENTO.

En la modalidad de: TESIS PROFESIONAL.

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Firmas

M EN C. ARTURO ALBERTO VELÁZQUEZ LÓPEZ

L.G. LUIS ALFREDO GÓMEZ CRUZ

DR. GILBER VELA GUTIÉRREZ



COORD. DE TITULACIÓN.

CONTENIDO

Introducción	1
Justificación.....	2
Planteamiento del problema.....	3
Objetivos	4
General.....	4
Específicos.....	4
Hipótesis.....	5
Marco teórico	6
Malanga	6
Origen.....	6
Distribución de la malanga.....	7
Taxonomía de la malanga	8
Descripción botánica.....	8
Deshierbe	11
Riego	12
Aporque.....	12
Ciclo reproductivo	12
Tipo de suelo	12
Temporada.....	13
Plagas	13
Composición nutrimental.....	14
Contaminación en vegetales.....	16
Elaboración de snack a base de tubérculos	16
Harina.....	17
Tipos de harina.....	17
Integral.....	18
Graham.....	18
De maíz	18
De centeno.....	18
Proceso de elaboración de harina	19
Harinas modificadas	19
Caracterización de harinas	20
Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos	21

Metodología.....	23
Diseño de investigación.....	23
Sitio experimental	23
Material biológico	23
Muestra	24
Muestreo.....	24
Equipos	24
Desarrollo de la investigación	25
Diseño experimental.....	26
Diagrama de procesos.....	27
Determinación microbiológica de cormos de malanga	27
Análisis químico proximal del snack elaborado.....	29
Análisis estadísticos	31
Presentación y análisis de resultados.....	32
Microorganismos indicadores.	32
Mesófilos aerobios.....	32
Coliformes fecales.....	33
Resultados microbiológicos de cormos de malanga de cuatro regiones del estado de Chiapas (Mesófilos aerobios).	33
Elaboración de un snack a base de harina de malanga.....	35
Análisis químico proximal del snack elaborado a base de harina de malanga	36
Resultados de la evaluación sensorial del snack	36
Conclusiones.....	36
Glosario.....	37
Referencias documentales.....	38
Anexos.....	41
Anexo 1 Evaluación microbiología de cormos de malanga (mohos y levaduras)	41
Determinación de mohos y levaduras en alimentos (NOM-111-SSA1-1994).....	41
Determinación de microorganismos mesofilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994)	41
Determinación de microorganismos coliformes totales y fecales (NOM-113-SSA1-1994) ...	41
Anexo 2 Pruebas microbiológicas a cormos de malanga	42
Anexo 3 Etapas de la elaboración del snack.....	43
Anexo 4 Evaluación química proximal del snack elaborado a base de harina de malanga	44
Anexo 5 ANOVA: Comparación de tres regiones: Soconusco, San Fernando, Villa Flores	66

Anexo 6 Evaluación sensorial del snack a base de harina de malanga.....69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Malanga.....	6
Figura 2. Hoja de la malanga (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>)	9
Figura 3. Cormos de malanga.....	10
Figura 4. Pulpa blanquecina de cormos de malanga	10
Figura 5. Estructura de las flores e inflorescencia (Alfaro <i>et al</i> 2017).....	11
Figura 6. Snack a base de tubérculos (Argenpapa, 2019).....	16
Figura 7. Harina a base de semillas (Jordán, 2011)	17
Figura 8. Salmonella.....	21
Figura 9. Esquema general del desarrollo de investigación	25
Figura 10. Diagrama de proceso de elaboración de harina	27
Figura 11. Snack a base de harina de malanga y harina de trigo	35
Figura 12. Pruebas microbiológicas.....	46
Figura 13. Etapas de elaboración del snack.....	47
Figura 14. Muestras de laboratorio para determinación de proteína cruda.....	52
Figura 15. Extracción de fibra cruda.....	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la malanga (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>)	8
Tabla 2. Valor nutricional de la malanga	15
Tabla 3. Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA).....	22
Tabla 4. Diseño de variables.....	24
Tabla 5. Diseño de experimentos	26
Tabla 6. Resultados de UFC de cormos de malanga de la región Soconusco	33
Tabla 7. Resultados de UFC de cormos de malanga de la región centro; ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 8. Resultados de UFC de cormos de malanga de la región Fraylesca; ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 9. Resultados de UFC de cormos de malanga de la región Maya; ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 10. Resultado de coliformes fecales en cormos de malanga de la región centro	34
Tabla 11. Resultado de coliformes fecales en cormos de malanga de la región Soconusco	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 12. Resultado de coliformes fecales en cormos de malanga de la región Fraylesca . ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 13. Resultado de coliformes fecales en cormos de malanga de la región maya	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 14. Formulación del snack	35
Tabla 15. Resultados del análisis químico proximal del snack	36
Tabla 16. Evaluación sensorial del snack a base de harina de malanga	70

INTRODUCCIÓN

En la actualidad son muy pocas las personas que se preocupan por consumir alimentos inocuos y nutritivos. A través de los años la ciencia y la tecnología se ha encargado de buscar y analizar alimentos convencionales y no convencionales para el consumo humano.

Un claro ejemplo de un alimento con un alto valor nutricional son los cormos de malanga ya que cuentan con grandes bondades nutricionales para el cuerpo humano, en su composición química cuenta con carbohidratos, proteína y fibra. Es un excelente alimento por su contenido de proteínas, comparado a otras raíces y tubérculos más comúnmente consumidos.

En México, la producción a penas inicia, los estados de Oaxaca, Veracruz y Puebla en conjunto suman aproximadamente 100 hectáreas, que se destinan a la exportación a estados unidos y Canadá cuya demanda superan las 30 mil toneladas al año.

Actualmente la malanga es uno de los principales cultivos tropicales y subtropicales del mundo. En el estado de Chiapas su producción ha aumentado debido a que cuenta con las condiciones óptimas para su cultivo. En la actualidad existen diversos programas de nutrición impulsados por el gobierno en el que denotan que la nutrición es parte fundamental en el desarrollo de las nuevas generaciones promoviendo una buena alimentación en la población, lo que brinda la oportunidad del consumo de alimentos no convencionales orgánicos de alto contenido nutricional como son los cormos de malanga.

Por lo que la presente investigación tiene como propósito evaluar la carga microbiana y nutricional de cormos de malanga para la elaboración de un snack, que sea nutritivo, inocuo y que al consumirlo no cause daños a la salud.

Esta investigación se llevará a cabo mediante tres fases, la recolección de la materia prima, preparación de la muestra y posteriormente la evaluación microbiológica a los cormos de malanga (*Xanthosomasagittifolium*). Se elaboró un snack a base de harina de malanga (*Xanthosomasagittifolium*) proveniente de cuatro regiones de Chiapas, y posteriormente se determinó su composición nutricional mediante análisis químico proximal. Los resultados muestran un producto con alto valor nutricional, alto grado de aceptabilidad, además fácil de elaborar; propuestas como la elaboración del snack elaborado a base de malanga abre una alternativa viable para promover productos más seguros y nutritivos para los niños, que sin lugar a dudas tienen un impacto positivo en la nutrición.

JUSTIFICACIÓN

Las interacciones mutuas entre los microorganismos por una parte y las plantas y los animales por otra, son naturales y constantes. En la naturaleza, está perfectamente comprobado el papel ecológico de los microorganismos y su importancia en todos los ciclos. Los alimentos que consume el hombre proceden básicamente de las plantas y de los animales o de productos derivados de los mismos, por lo cual dichos alimentos pueden contener microorganismos que interactúen entre ellos (Frazier, 2006)

En la mayoría de los casos, los microorganismos utilizan nuestros alimentos como fuente de nutrientes para su propio crecimiento, lo que puede ocasionar alteraciones entre ellos. Mucho de los alimentos que hoy en día se consumen están contaminados por hongos y bacterias, la contaminación de los alimentos se puede dar en varias etapas desde el tipo de riego cosecha miento, almacenamiento, transportación y comercialización.

La malanga es un tallo subterráneo (cormo) que aporta muchas bondades nutricionales al cuerpo, en los cuales destacan el alto contenido de fibra, vitamina, minerales y calcio. Lo que lo hace un alimento con mucho aporte nutricional para el cuerpo, de bajo costo, haciéndolo accesible y su ingesta se da comúnmente o normalmente en sopas o en diversas comidas típicas de los municipios o estados donde se cultive.

Debido a que se trata de un alimento no convencional, su producción y consumo por habitantes del estado de Chiapas es reducido; sin embargo, el estado cuenta con fertilidad del suelo y el clima adecuado para la cosecha de alto rendimiento y consecuentemente su alto consumo; por lo que la presente investigación busca evaluar la calidad microbiológica de los cormos producidos en cuatro regiones del estado de Chiapas (Soconusco, Frailesca, Centro y zona Maya) lo anterior para poder proponer tratamientos previos a su aprovechamiento o conservación; así mismo se pretende en la presente investigación desarrollar la tecnología para la elaboración de un snack a base de los cormos de malanga.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Chiapas figura entre las regiones con una amplia diversidad de cultivos nativos. Entre ellos destaca la malanga (*Xanthosomasagittifolium*). En Chiapas, es una especie que de manera silvestre se da, se ha estudiado y se ha encontrado reportes sobre la riqueza nutricional que posee.

Atribuidos principalmente a los carbohidratos, así como a las propiedades funcionales con las que cuenta y al contenido de antioxidantes, además cuenta con propiedades nutricionales importantes atribuidas a la presencia de macro y micronutrientes. Al igual que otros tubérculos, constituye un alimento esencial energético debido al contenido de almidón que es (superior al 80%) también cuenta con fibra dietaria, vitamina B6 y magnesio.

Sin embargo, es poco el uso que se le da, ya que las poblaciones que lo producen lo venden en estado fresco a muy bajo costo, por lo que no es comercializado, solo se consume en forma hervida con sal o en algunos casos como ingredientes de algunos platillos.

Debido a que la malanga (*Xanthosomasagittifolium*) es un tallo engrosado que se da de manera silvestre y su crecimiento es bajo tierra y se puede encontrar en ríos y arroyos en donde es más propio su crecimiento. Estos pueden estar contaminados por microorganismos patógenos debido a que se desconoce la procedencia del tipo de riego que pueda tener para su cosecha miento, lo que la hace un alimento no inocuo y peligroso para el consumo humano causando daños a la salud del consumidor por la alta cantidad de carga microbiana que este pudiera llegar a tener.

Por lo mencionado anteriormente, la presente investigación tiene como alcance evaluar la calidad microbiana y nutricional de cormos de malanga de las principales regiones productoras del estado de Chiapas, para poder proponer un alimento inocuo que no cause daños a la salud de quien lo consuma. Proponiendo un snack a base de cormos de malanga que incremente el consumo en la población.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar la calidad microbiológica y nutricional de los cormos de malanga (*Xanthosomasagittifolium*) de cuatro regiones del estado de Chiapas y desarrollar una tecnología para la producción de un snack sensorialmente aceptable.

ESPECÍFICOS

- Determinar la presencia de microorganismos patógenos asociados al cultivo de cormos de malanga (*Xanthosomasagittifolium*) de cuatro regiones del estado de Chiapas (zona centro, maya, soconusco y frailesca)
- Elaborar un snack a base de cormos de malanga (*Xanthosomasagittifolium*) que sea inocuo y cultivados en la zona de estudio
- Evaluar la calidad nutricional y sensorial del snack, usando un panel de jueces no entrenados

HIPÓTESIS

La carga microbiana presente en los cormos de malanga (*Xanthosomasagittifolium*) provenientes de las cuatro regiones de Chiapas se eliminará mediante tratamientos térmicos previos o durante la formulación, de tal forma que no presente riesgos a la salud para elaborar productos altamente nutritivos para su consumo humano

MARCO TEÓRICO

MALANGA

La malanga es una planta herbácea anual y de comportamiento perenne si no se le cosecha. Pertenece a la familia de las aráceas comestibles, las que comprenden de los géneros, colocasia, (*xanthosoma*, *alocacia*, *cytosperma* y *amorpbopballas*) Morfológicamente es una planta herbácea, suculenta, sin tallo aéreo. Las hojas provienen directamente de un cormo subterráneo primario, el cual es más o menos vertical y donde se forman cormos secundarios laterales y horizontales, que son comestibles, tal y como se puede observar en la figura 1.



Figura 1. Malanga (*Xanthosomasagittifolium*)

Origen

Su historia está asociada a las culturas neolíticas más primitivas y su centro de origen más reconocido es del sudeste de Asia, entre la india e indonesia desde donde se desplazó hacia la polinesia por el este y lentamente hacia el oeste por tierras de oriente medio y parte del África tropical.

Fueron los grupos esclavizados traídos de diversas regiones africanas quienes, pretendiendo aferrarse a sus prácticas y usos alimentarios ancestrales, la llevaron consigo a diversas partes de

américa tropical, incluyendo México, durante el auge de las colonias españolas y portuguesas. En México probablemente la malanga no constituyó un cultivo por que la cultura local indígena, incluyendo sus hábitos alimenticios, eran amplias y muy variada, por lo que se presume permaneció por cientos de años como una planta silvestre (malanga criolla), desarrollándose y reproduciéndose por sí mismas en las riveras de ríos y arroyos, teniendo consumos esporádicos por parte de los habitantes locales (Palacio *et al.*, 2011).

Este cultivo se encuentra ampliamente difundido desde los trópicos hasta los límites de las regiones templadas. Se desarrolla preferiblemente en zonas pantanosas y bajo agua. Puede cultivarse en suelos arcillosos, pero con buena humedad en el momento de la cosecha (Alfaro *et al.*, 2017)

Distribución de la malanga

La malanga pertenece a la familia de las aráceas teniendo dos géneros por motivos geográficos. Genero *Colocasia* originario del sureste de Asia, llegando hasta las islas canarias, para luego introducirse en el continente americano. Genero *Xbanthosoma* originario de las Antillas desde antes del descubrimiento del continente americano. Entre los nombres comunes que recibe en algunos países se encuentra: yautía, tania (Puerto Rico, Trinidad, Tobago), marcal (México), quiscamote (Honduras), tiquizque (Costa Rica), oto (Panamá), okumo (Venezuela), uncucha (Perú), mangarito, mangareto (Brasil), galuza (Bolivia), malangay (Colombia) malanga, sango (ecuador) (Zapata *et al.*, 2013).

Taxonomía de la malanga

En la tabla 1, se muestra la diversidad taxonómica de la malanga (*Xanthosomasagittifolium*).

Tabla 1. Taxonomía de la malanga (*Xanthosomasagittifolium*)

TAXONOMÍA	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Alismatales
Familia	Aráceas
Subfamilia	Aroide
Tribu	Colocasieae
Genero	Colocasia
Especie	Colocasia Esculenta (L.) Schott

Fuente: ITIS, 2018

Descripción botánica

Hojas

Son por lo general de forma peltada. Se generan en el meristemo apical del cormo y aparecen arrolladas por la base formando un pseudotallo

Las hojas nuevas salen enrolladas de entre los peciolos de las ya formadas y las laterales más viejas.

Se marchitan y secan. En los primeros seis meses el área foliar se incrementa rápidamente, para luego mantenerse estable mientras aumenta el peso de los órganos subterráneos.

El peciolo es cilíndrico en la base y acanalado en la parte superior, mostrando una coloración que varía según el clon. Es característica distintiva la presencia de líneas longitudinales amarillas o rosadas y de manchas o puntos rojizos a violáceos hacia la base.

El peciolo se inserta en la parte media del limbo de la hoja del cual va directamente a los tres nervios principales; el ángulo que forma el peciolo con la lámina es característica varietal. En

algunos clones la inserción del peciolo determina que la lámina tome una posición vertical y en otros inclinados

La proporción largo, ancho varía con el clon. De la inserción del peciolo parte el nervio central, que termina en el ápice de la hoja y dos nervios basales. El color varía de verde-claro y verde – púrpura (figura 2) (León, 2002).



Figura 2. Hoja de la malanga (*Xanthosomasagittifolium*)

Cormo

La malanga es una plántula cuyo órgano de interés agronómico está en la raíz comúnmente conocido como camote (botánicamente se le llama cormo), el cual es un tallo subterráneo modificado que se desarrolla muy rápidamente, tomando una forma cilíndrica: ahí es donde se almacena gran cantidad de sustancias nutritivas, como carbohidratos. Del cormo central se desarrolla cormelos laterales recubiertos como escamas fibrosas como se puede ver en la figura 3.



Figura 3. Cormos de malanga (*Xanthosomasagittifolium*).

El color de la pulpa por lo general es blanco, pero también se presenta clones coloreados hasta llegar al violáceo (Produce Sinaloa A. C., 2009). Internamente el cormo se divide en la zona cortical y el cilindro central. La primera es angosta, de apariencia compacta, está formada por parénquima de células isodiamétricas con alto contenido de almidón. En el cilindro central el tejido básico es parénquima, pero de células más irregulares y con paredes delgadas, construidas principalmente por almidón. En el cilindro central el tejido básico es parénquima, pero de células más irregulares y con paredes delgadas, constituidas principalmente por almidón (León, 2002).



Figura 4. Pulpa blanquecina de cormos de malanga.

Inflorescencia

La inflorescencia tiene como característica que dos o más emergen del meristemo apical del cormo, entre los peciolo de las hojas, e forman a partir de una hoja envolvente denominada espanta que rodea el espádice, son estructuras características de las aráceas. Del eje de este último se inserta las flores sésiles

En la parte inferior lleva flores pistoladas las cuales pueden o no desarrollarse, se secan y desprenden. La malanga tiene una producción errática de semillas, pero se conocen casos de formación de semillas normales.

Las flores son rudimentarias, Mono sexuales o bisexuales y actinomorfas. Las Flores masculinas llevan 6 estambres mientras que las flores femeninas el ovario está compuesto de tres carpelos. Como se muestra en la figura 5 (Alfaro *et al* 2017).

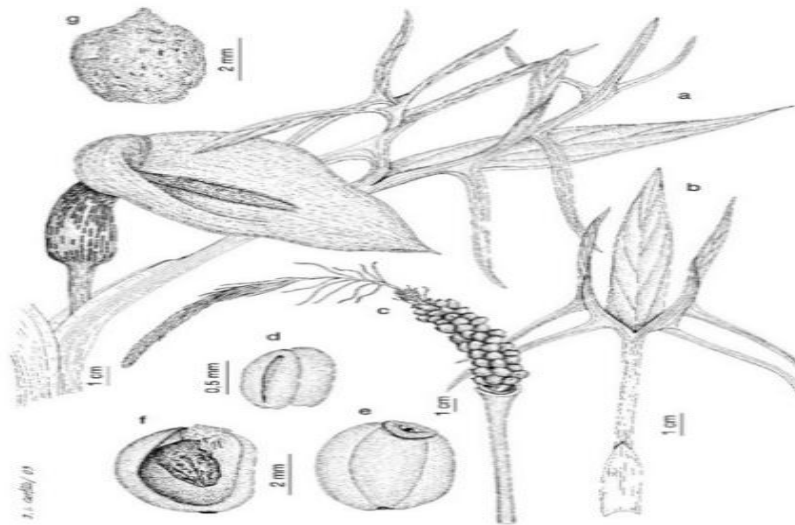


Figura 5. Estructura de las flores e inflorescencia (Alfaro *et al.*, 2017)

Deshierbe

El deshierbo se efectúa a 25 a 40 días de la germinación, para evitar que las malezas compitan por nutrientes y humedad con las plantas y de igual para dar aeración a las raíces (Palacios *et al* 2011).

Riego

Dependiendo de la zona y época de siembra se requiere riegos para adelantar la siembra es aconsejable efectuar los riegos complementarios antes del aporque y cuidar el manejo adecuado del agua evitando la erosión en terrenos ubicados en pendientes, los tubérculos son muy susceptible al exceso de humedad (Enrique *et al.*, 2011).

Aporque

Dependiendo de la zona y época de siembra se requieren riegos para adelantar la siembra es aconsejable efectuar los riegos complementarios antes del aporque y cuidar el manejo adecuado del agua evitando la erosión en terrenos ubicados en pendiente, los tubérculos son muy susceptibles al exceso de humedad (Enríquez *et al.*, 2011).

Ciclo reproductivo

Está en función de la variedad sembrada, pero en general va desde los 8 hasta los 15 meses; dependiendo también de la fertilidad y la presencia de la humedad en el suelo. La cosecha de cormos de la malanga puede ser diferida hasta por tres meses, esto facilita al productor para adecuarse a la demanda del Mercado (Alfaro *et al.*, 2017).

Tipo de suelo

Estas plantas se adaptan más a aquellos profundos fértiles con suficiente materia orgánica y bien drenada. Deben evitarse suelos con alto contenido de arcilla o arena. El pH óptimo debe ser entre 5.5-6.5 aunque puede adaptarse a espectros 4.5-7.5.

El cultivo presenta problemas en suelo arenoso o pesado, así como en suelo rocoso y pedregoso. También puede desarrollarse en terrenos húmedos en las vegas de los ríos, lagunas, orillas de drenes y canales de riego donde no se desarrollan otros cultivos.

El cultivo muestra problemas en suelos arenosos o pesados y mal drenados, así como en suelos rocosos y pedregosos ya que deforma el cormo y se dificulta la cosecha. Los suelos muy pesados dificultan la emergencia de las plantas y el desarrollo de los cormos. Existen variedades que crecen bajo el agua (cultivos bajo inundación), en tanto que otras prefieren suelos bien drenados (cultivos secos) (SAG, 2014; Alfaro, y otros, 2017).

Temporada

La malanga es una planta herbácea anual, cuyo ciclo consta de 9 meses. Prospera en climas cálido húmedos, con temperaturas que oscilan entre los 25 y 35°C y a altitudes que van de los ceros a mil metros sobre el nivel del mar (msnm).

Prefieren suelos limosos (con alto contenido de materia orgánica y con un pH de 5.5 a 6.5) y suelos arcillosos, pero si no hay disponibilidad de agua en la 17 cosecha se dificulta la actividad; además tolera inundaciones, sobreviviendo hasta tres días bajo el agua; es una planta altamente demandante de agua, por lo que en el trópico seco- debe cultivarse con riego (Produce Sinaloa A. C., 2009, Andaya, 2013).

Plagas

En general, se puede decir que esta planta es poco afectada por enfermedades fungosas e insectos. Entre las enfermedades más comunes que afectan a la malanga se citan: *Cercosporachevalieri*, *Cercosporaverruculosa*, *Punctellinasolteroi* y *Sclerotiumrolfsii*. Estas enfermedades se dan especialmente en las zonas más húmedas donde existe la presencia de focos de contaminación. También le afecta:

El thrips, mosca de la fruta y virus; dependiendo de la existencia de estas plagas en la zona a sembrar. Sin embargo, la malanga es un cultivo bastante resistente y rústico frente a estas enfermedades lo cual hace sencillo el control de estas. El hongo del género *Pythium* es común como parásito de este cultivo en los trópicos.

Es recomendable aplicar fungicidas durante el período vegetativo, considerando necesario como mínimo una aplicación (Alfaro, y otros, 2017). Para corregir el problema de pulgones se empleó cipermetrina, a dosis de 1 mililitro por litro de agua (también se puede utilizar Confidor, Metasystox o algún otro insecticida de contacto en dosis comerciales).

Respecto a las enfermedades, en las primeras etapas de desarrollo del cultivo se observaron pudriciones de camote por la humedad del suelo, pero la incidencia fue muy baja. Esta enfermedad no fue problema, debido a que una vez que la planta enraíza, la pudrición ya no avanza (Martínez *et al.*, 2010).

La Malanga tiene una utilización variada, se consumen cocidos, fritos o como harina en algunos usos. Es utilizado como sustituto de la papa en sopas y estofados. Tiene un contenido superior de

almidón mayor que la yuca. Un uso secundario es el consumo de las hojas tiernas, como espinacas, más común que en el taro (es decir cocidas se pueden consumir como hortaliza).

Frecuentemente la malanga se consume cocida y como harina para diferentes usos como frituras, y con ella se preparan diferentes platos como sopas y pastas, guisos, ensaladas, dulces, panes, pasteles y galletas. Por lo general todas las partes de la planta pueden ser usadas para la alimentación siendo algunas variedades preferidas por sus hojas y tallos mientras otras se prefieren por sus cormos.

Este tabernáculo se le puede preparar y procesar en diferentes formas como: harina, base para cereal, polvos para preparar bebidas, rodajas secadas al sol, hojuelas secadas en cilindro, trozos de malanga congelada, enlatada, alimentos infantiles, etc. (SAG, 2014).

COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL

La composición de la química de los cormos es alta en nutrientes disponibles, carbohidratos y proteína, además de ser altamente digestivo, por lo que se le da considera un excelente alimento.

Se consume cocido y como harina para diversos usos como frituras.

El cormo es color blanco y de excelente consistencia para poder preparar una gran variedad de platillos. Las partes esencialmente comestibles de la malanga, son el cormo y sus hojas, pero para poder ser consumido debe tener la precaución de que están bien cocidos o bien fritos, con el objeto de degradar los cristales de oxalato que contiene

Las hojas de la malanga, debido a su alto contenido vitamina A, son recomendadas para evitar las deficiencias de esta. Estas hojas también tienen altos contenidos de vitamina D, lo que ayuda al fortalecimiento de dientes y huesos como se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2. Valor nutricional de la malanga

Composición nutricional		
Agua	%	
Energía	%	65.9
Proteínas	Kcal.	132
Grasa	g	1.7
Carbohidratos	g	0.3
Fibra dietaria total	g	30.9
Ceniza	g	2.4
Calcio	g	1.2
Fosforo	mg	14
Hierro	mg	56
Tiamina	mg	0.8
Riboflavina	mg	0.13
Niacina	mg	0.03
Vitamina c	mg	0.7
Vitamina A	mg	5
Colesterol	mcg	1
Vitamina B12	mg	0

CONTAMINACIÓN EN VEGETALES

Las frutas y verduras, hortalizas y otros productos vegetales constituyen un aporte considerable de vitaminas, fibra y otros elementos importantes en la dieta humana, su consumo equilibrado es garantía de salud y longevidad. Los productos vegetales, especialmente los que no se someten a ningún tipo de procesamiento, no suelen estar implicadas en brotes de enfermedades alimentarias. Sin embargo, pueden servir como vehículo de muchos gérmenes patógenos, parásitos y productos químicos y causar enfermedades si no se respetan una serie de condiciones durante el cultivo, la recolección, el almacenamiento o el transporte. Por otra parte algunos productos vegetales son altamente perecederos y pueden sufrir en poco tiempo procesos de putrefacción o enmohecimiento, haciéndolos inadecuados para el consumo (Prado, 2015)

ELABORACIÓN DE SNACK A BASE DE TUBÉRCULOS

La elaboración de snack a base de algún alimento puede definirse como un proceso simplificado que consiste en la cocción de los mismos por medio de la utilización de aceite, el cual aporta características nuevas al producto, favoreciendo cambios en su color, olor, sabor, textura y valor nutritivo (Zúñiga, 2009)



Figura 6. Snack a base de tubérculos (Argenpapa, 2019)

HARINA

Generalmente se refiere a la obtenida por molturación o molienda del trigo, aunque también se aplica a la de otros cereales y a la procedente de otras materias, como harina de pescado, harina de patatas, etc.

La harina es un subproducto utilizado para elaborar pástele, pan bocadillos, empanadas, entre otros productos de panadería, pastelería y galletería.

La harina más usada actualmente es la de trigo blando, para la elaboración de pan, bollería y repostería. Si la harina contiene toda su cáscara original, o al menos parte de ella, se llama harina integral, y así se denominarán los productos emanados de tal tipo de harina, si por el contrario la cáscara ha sido retirada se denomina harina refinada, o flor de harina, aunque en su refinado puede perderse gran parte de sus valores nutricionales, vitamínicos y minerales. La cáscara molida de los cereales, es llamada salvado.

En el mundo entero los cereales y otros alimentos ricos en almidones como los tubérculos, se consumen ligeramente modificados como productos de dieta, se convierten mediante el procesamiento de harinas, almidones y un gran número de ingredientes adicionales en la fabricación de otros alimentos, cuya utilización puede ser para ganado y consumo humano. La elaboración de harinas a partir de cereales o tubérculos requiere materia prima previamente deshidratada con un contenido de humedad de 10 - 13 % (Bender, 2006; Jordá, 2011). Como se puede observar en la figura 7.



Figura 7. Harina a base de semillas(Jordán, 2011)

Tipos de harina

La harina se obtiene del polvo fino del cereal molido u otros alimentos ricos en almidón. Por lo

tanto, el denominador común de todas las harinas es el almidón. Así como dentro de las características esta la clasificación de harina otra característica es la existencia de varios tipos de harinas que consisten en los diferentes tipos de granos, cereales, leguminosas, etc.,

Se puede conseguir harina de varios cereales, como el centeno, cebada, maíz, avena o amaranto, sin embargo, la más habitual es la procedente del trigo del producto principal del que es elaborada la harina. A continuación, se presentan diferentes tipos de harinas

Integral

Es una harina oscura que se obtiene de la molienda del grano de trigo con todas sus envolturas celulósicas. Según el grado de molienda se admiten 3 tipos: gruesos, medianos y fino. Esta harina puede utilizarse sola.

Graham

Es una harina integral con un porcentaje más alto de salvado. Silvestre Graham fue un nutricionista americano que luchó a principios del siglo XIX por una alimentación más natural donde el salvado debía ser incluido en los amasados de pan.

De maíz

Se obtiene de la molienda de los granos de maíz, es el cereal que contiene más almidón, si se utiliza sola, no se aglutina la masa.

De centeno

Es la harina más utilizada en la panificación después de la de trigo. Es muy pobre en gluten por ese motivo es necesario añadir un 50% de harina de trigo para conseguir un buen proceso de fermentación.

Las harinas de soja, arroz, avena, mijo, trigo duro o candeal y de cebada al igual que la harina de centeno deben complementarse con un porcentual de harina de trigo para poder amasarla y conseguir formación de gluten.

Dentro de la gran variedad de harinas como por ejemplo el maíz, trigo, centeno, maíz azul existen

otras harinas que por ciertas cuestiones como no ser muy conocidas, usadas o comercializadas no son aprovechadas como por ejemplo esta la harina arroz, coco, quínoa, cebada, etc., que en la actualidad ya se elaboran, pero no son muy comercializadas. En esta investigación nos enfocaremos en un cereal que es conocido por la implementación en dulces típicos estoy hablando del amaranto que es un alimento noble pudiendo tener muchos usos y de los cuales ya se emplean y no se conocían (Núñez, 2017).

Proceso de elaboración de harina

En el mundo entero los cereales y otros alimentos ricos en almidones como los tubérculos, se consumen ligeramente modificados como productos de dieta, se convierten mediante el procesamiento de harinas, almidones y un gran número de ingredientes adicionales en la fabricación de otros alimentos, cuya utilización puede ser para ganado y consumo humano. La elaboración de harinas a partir de cereales o tubérculos requiere materia prima previamente deshidratada con un contenido de humedad de 10 - 13%.

El proceso de molienda se lleva a cabo con molinos de martillo, discos, cuchillas, entre otros. Los molinos son diseñados y modificados dependiendo de la materia prima a procesar y del tipo de producto final requerido (Alfaro *et al.*, 2017).

Harinas modificadas

- ❖ Harina sin gluten.
- ❖ Harina de trigo la cual ha sido desprovista del gluten.
- ❖ Harina enriquecida.
- ❖ Harina la cual ha sido adicionada con ciertos nutrientes como vitaminas o proteínas.
- ❖ Harina preparada.
- ❖ Harinas que han sido enriquecidas con otros productos como la leche en polvo.
- ❖ Harinas malteadas.
- ❖ Harinas obtenidas a partir de cereales que han sido malteados.
- ❖ Harinas dextrinadas.

Harinas que han sido térmicamente, o a las cuales se les ha adicionado algún elemento ácido, con el fin que contenga dextrinas (Requena, 2013; Alfaro *et al.*, 2017)

Caracterización de harinas

Desde el punto de vista panadero, una harina suele caracterizarse según tres parámetros fundamentales:

- ❖ Tasa de extracción.
- ❖ Características físicas de la masa que origina.

Propiedades fermentativas

- 1) La tasa de extracción es el peso de harina extraída por unidad de trigo sucio utilizado. En general se expresa en porcentaje, que puede oscilar entre el 65 y el 98%. Los menores valores corresponden a las harinas denominadas flor y las mayores a las llamadas integrales. Se puede considerar como normal una tasa de extracción del 75%.

El contenido en cenizas, expresión de la cantidad de materias minerales presentes en la harina. Está íntimamente relacionado para cada trigo con la tasa de extracción, ya que, en su mayor parte, provienen de componentes de la corteza del grano de trigo y sus zonas más próximas.

- 2) Características físicas de la masa. Se refieren fundamentalmente a la elasticidad, tenacidad y suavidad. Aunque no en su totalidad, estas propiedades son comunicadas por el gluten y conocidas en su conjunto dentro del sector panadero como fuerza. Además de facilitar el trabajo de las masas, condicionan la capacidad de absorción de agua de la harina y, en consecuencia, su rendimiento en pan.
- 3) Las propiedades fermentativas de una harina se concretan en la producción de gas, que tiene lugar durante la fermentación de la masa, consecuencia de la cantidad de azúcares preexistentes y de la producida por medio de la transformación parcial sufrida por el almidón, a la que ya se ha hecho referencia.

La buena retención de los gases en el seno de la masa es una propiedad ligada a las características plásticas de la harina, que facilita una elaboración de calidad produciendo panes esponjosos. Esta propiedad suele medirse mediante un fermentómetro de Brabender, el manómetro de Blish y Sandstedt. Otra propiedad que tiene gran importancia es la

tolerancia, que se entiende como la capacidad de la masa para producir estos resultados adecuados, aunque se hayan producido irregularidades en el proceso de fabricación (Alfaro *et al.*,2017).

BACTERIAS CAUSANTES DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) es el síndrome originado por la ingesta de alimentos y/o agua que contiene agentes etiológicos en cantidades tales que afectan la salud del consumidor. Estas enfermedades se caracterizan por una variedad de síntomas gastrointestinales, como náuseas, vómito, diarrea, dolor abdominal (Soto *et al.*, 2016).

De acuerdo con la organización mundial de la salud (OMS), las ETA constituyen uno de los problemas sanitarios más comunes que afectan la salud de las personas del mundo.

Entre las ETA más frecuentes están aquellas causadas por una contaminación de tipo biológico, entre los patógenos bacterianos más frecuentes en estados unidos en 2013 se encontraron en su orden, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Shigella*.

En el caso de Europa, la mayoría de los brotes del 2012 fueron causados por *Salmonella*, *toxinas bacterianas*, *virus* y *Campylobacter*, en la figura 8 podemos notar presencia de salmonella



Figura 8. Salmonella

Las enfermedades de transmisión alimentaria constituyen un grave problema de salud pública a nivel mundial, en la tabla 3 se muestran todas las enfermedades transmitidas por alimentos.

Tabla 3. Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA).

Enfermedad (agente causante)	Periodo de Latencia (duración)	Síntomas Principales	Alimentos Típicos	Modo de Contaminación	Prevención de la Enfermedad
(Bacillus cereus) intoxicación alimentaria, diarreico	8-16 hrs. (12-24 hrs.)	Diarrea, cólicos, vómitos ocasionales	Productos cárnicos, sopas, salsas, vegetales	De la tierra o del polvo	Calentando o enfriando rápidamente los alimentos
(Bacillus cereus) intoxicación alimentaria, emético	1-5 hrs. (6-24 hrs.)	Náuseas, vómitos, a veces diarrea y cólicos	Arroz y pasta cocidos	De la tierra o del polvo	Calentando o enfriando rápidamente los alimentos
Botulismo; intoxicación alimentaria (toxina de Clostridium botulinum lábil al calor)	12-36 hrs. (meses)	Fatiga, debilidad, visión doble, habla arrastrada, insuficiencia respiratoria, a veces la muerte	Tipos A y B: vegetales; frutas; productos cárnicos, avícola y de pescado; condimentos; Tipo E: pescado y productos de pescado	Tipos A y B: de la tierra o del polvo; Tipo E: del agua y sedimentos	Calentando o enfriando rápidamente los alimentos
(Escherichia coli) infecciones enterohemorrágicas transmitidas por los alimentos	12-60 hrs. (2-9 días)	Diarrea líquida, sanguinolenta	Carne de res cruda o mal cocida, leche cruda	Ganado infectado	Cocinando muy bien la carne de res, pasteurizando la leche
(Escherichia coli) infecciones enteroinvasoras transmitidas por los alimentos	por lo menos 18 hrs. (incierto)	Cólicos, diarrea, fiebre, disentería	Alimentos crudos	Contaminación fecal humana, directa o a través del agua	Cocinando muy bien los alimentos higiene general
Salmonelosis (Salmonella especies)	5-72 hrs	Diarrea, dolores abdominales, escalofríos, fiebre, vómitos, deshidratación	Huevos crudos, mal cocinados: leche, carne y pollos crudos	Alimentos de origen animal, infectados; heces humanas	Cocinando muy bien los huevos, la carne y el pollo; pasteurizando la leche; irradiando los pollos alimentos higiene general

Fuente: Cilver, 1993.

METODOLOGÍA

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo experimental de laboratorio y de análisis cuantitativo, se le considera una investigación experimental por que se evaluó la calidad microbiológica y nutricional de cormos de malanga provenientes de cuatro regiones del estado de Chiapas, además que se manipularon algunas variables en la formulación del snack, tales como cantidad de harina de trigo, cantidad de harina de malanga, los cormos provenientes de cuatro regiones y de análisis cuantitativo por que se evaluó la calidad microbiana y nutricional de cormos de malanga.

Sitio experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en tres etapas; la primera corresponde a la evaluación microbiológica, se llevara a cabo en el laboratorio de investigación y desarrollo de nuevos productos funcionales (LIDPF), ubicado en la Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. La segunda etapa “evaluación nutricional” se llevó a cabo en el laboratorio de análisis I de alimentos de la misma Facultad. La tercera etapa elaboración de un snack se llevara a cabo en el LIDPF

Material biológico

- Cormos de malanga (*Xanthosomasagittifolium*)proveniente de cuatro regiones del estado de Chiapas (frailesca, soconusco, centro y maya)
- Harina de malanga (*Xanthosomasagittifolium*)

Muestra

- La muestra (cormos de malanga) se obtendrá de las cuatros regiones mencionadas del estado de Chiapas, para su obtención se visitara diferentes mercados o fincas productoras, al seleccionar el producto se tomara en cuenta ciertas características:
- Tamaño promedio de 1.5 a 2.0 kg (9 a 10 meses de edad)
- La variedad debe ser (*Xanthomasagittifolium*)
- No presentar daños mecánicos u otros defectos
- La muestra deberá ser transportada al laboratorio en papel periódico

Muestreo

Se considera como no probalístico a conveniencia, considerando las cuatro regiones previamente seleccionadas, las que se describe enseguida.

- Soconusco
- Frailesca
- Zona centro
- Zona maya

EQUIPOS

Tabla 4. Diseño de variables

Dependientes	Independientes
Calidad microbiológica de cormos de malanga	<ul style="list-style-type: none">○ Región (tipo de suelo y humedad)○ Forma de transporte (tipo de material de envoltura)○ Temperatura de transporte○ Humedad de almacenamiento
Composición nutricional de los cormos	<ul style="list-style-type: none">○ Región de cosecha○ Edad de los cormos
Formulación y tipo de tratamientos	<ul style="list-style-type: none">○ Grado de aceptabilidad

Desarrollo de la investigación



Figura 9. Esquema general del desarrollo de investigación

Diseño experimental

Tabla 5. Diseño de experimentos

Tratamientos	Zona	Concentración (%)	Tipo de procesamiento
T1	Soconusco	20HT	Horneado
T2			Freído
T3		30 HM	Horneado
T4			Freído
T5	Frailesca	20 HT	Horneado
T6			Freído
T7		30 HM	Horneado
T8			Freído
T9	Maya	20 HT	Horneado
T10			Freído
T11		30 HM	Horneado
T12			Freído
T13	Metropolitana	20 HT	Horneado
T14			Freído
T15		30 HM	Horneado
T16			Freído

HT: Harina de trigo

HM: Harina de malanga

Diseño factorial de 4x2x2. El primer nivel, corresponde a las 4 regiones; el primer subnivel a los porcentajes de harina (20 y 30%) y el segundo subnivel al tipo de cocción (horneado y freído). Lo que lleva a tener 16 tratamientos, si se considera por triplicado sería 48 experimentos en total

Diagrama de procesos

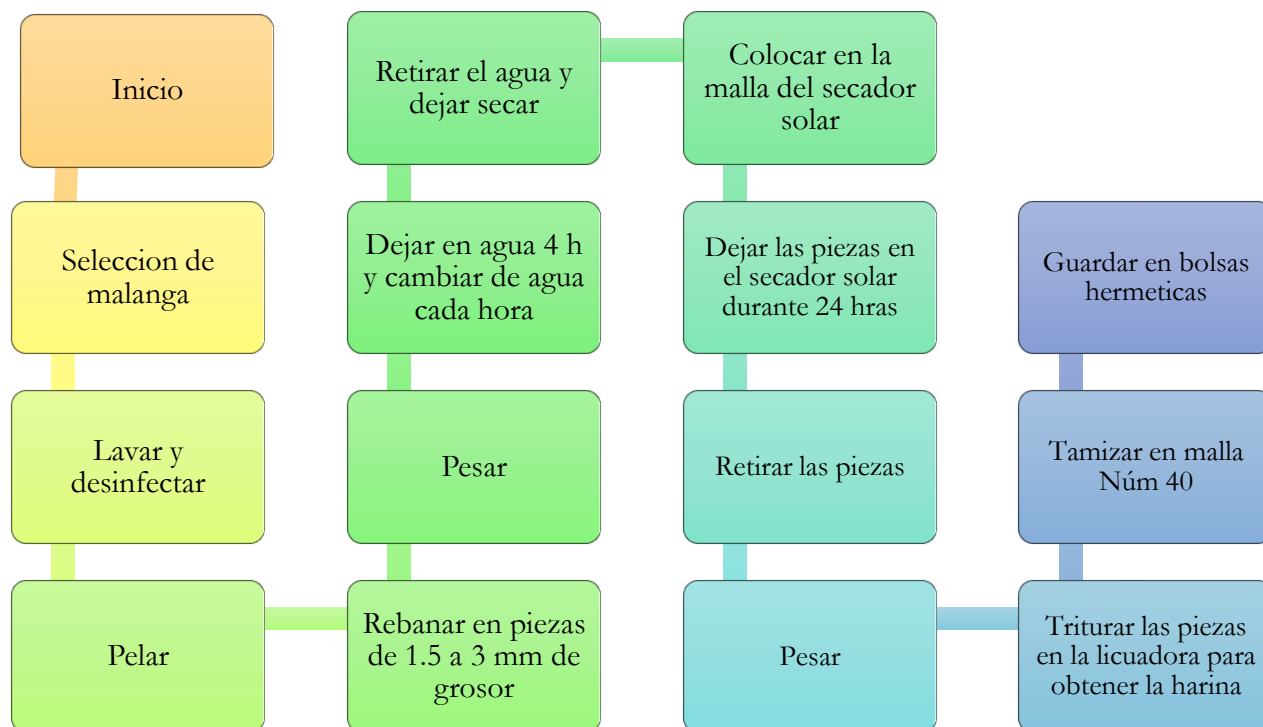


Figura 10. Diagrama de proceso de elaboración de harina

DETERMINACIÓN MICROBIOLÓGICA DE CORMOS DE MALANGA

Determinación de mohos y levaduras en alimentos (NOM-111-SSA1-1994)

Se esterilizaron todos los materiales utilizados en autoclave (Prolab[®], México) se prepararon el medio de cultivo agar papa dextrosa acidificado con ácido tartárico, se realizaron las diluciones hasta 1×10^{-5} , utilizando las diluciones 1×10^{-3} , 1×10^{-4} , 1×10^{-5} por triplicado, después se inoculó las cajas petri con agar papa dextrosa y se incubó a 37°C por 5 días. Después se cuantificaron.

Determinación de microorganismos mesofilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994)

Todo el material se esterilizó, se preparó el medio de cultivo agar cuenta estándar, se realizó las diluciones hasta 1×10^{-5} , utilizando las últimas tres diluciones haciéndolo por triplicado, después se

inocularon en las cajas Petri que contenían agar cuenta estándar y se incubó a 35°C por 48 horas, por último, se cuantificó en contador de colonias (zelian®) mediante unidades formadoras de colonias (UFC).

Determinación de microorganismos coliformes totales y fecales (NOM-113-SSA1-1994)

Antes de todo se esterilizaron los materiales utilizados, se preparó el medio de cultivo caldo verde bilis brillante, se realizaron diluciones hasta 1×10^{-5} , utilizando las últimas tres diluciones por triplicado se inocularon en tubos con tapón de rosca y campana Durham cuidando que no quedaran burbujas, se incubó a 35°C por 48 horas. Después se revisaron los tubos para ver si eran positivos (presencia de gas) para realizar posteriormente la determinación de salmonella y shigella. Se esterilizó en la autoclave (prolab®) todo el material a utilizar, se preparó el medio de cultivo eosina azul y azul de metileno, de los tubos con gas utilizados en la determinación de coliformes fecales y totales, se tomó con un asa una muestra y se inoculó por estrías en cajas petri, después se incubaron a 35°C durante 48 horas. Por último, se cuantificaron en el contador de colonias.

Análisis químico proximal del snack elaborado

Humedad (AOAC.1990.934.01): La determinación de humedad se llevó a cabo por el método gravimétrico descrito oficialmente por la AOAC (1990). El análisis consiste en pesar aproximadamente 7g de muestra en balanza analítica (Denver, U.S.A) y colocarlos en una charola de aluminio a peso constante, la que se introdujo a una estufa de secado (Felisa®, México) durante un tiempo de 12 a 24 horas a una temperatura de 50 a 65°C. El porcentaje de humedad se calculará utilizando la siguiente fórmula

$$\%HUM = \frac{PM - (P1 - P0)}{PM} X 100$$

Determinación de ceniza: La determinación de ceniza se llevará a cabo por el método gravimétrico descrito por la AOAC (1990) y recomendado por Woyewoda et al. (1986) se pesarán 3 g de muestra balanza analítica (Denver, U.S.A) triturada en un crisol de porcelana, la muestra se carbonizará en una parrilla en una parrilla de calentamiento (sib Lindbergh®, México) hasta no obtener rastro de humo. Posteriormente se introducirá a la mufla (sib Lindbergh®, México) hasta su incineración a una temperatura de 550 a 600°C, hasta que la muestra tome un color gris blanco con un tiempo de 2 a 3 horas. Los valores del contenido de ceniza se obtendrán utilizando la siguiente ecuación.

$$\%ces (BS) = \frac{PM - (P1 - P0)}{PM} X 100$$

Determinación de grasa (método soxhlet, AOAC. 1990.942.05): La determinación se llevó a cabo con 3 g de muestra pesados en balanza analítica (Denver, U.S.A) previamente triturada y sin humedad, se coloca en cartuchos de celulosa a peso constante; estos cartuchos se introdujeron aproximadamente 18 horas en el equipo extractor soxhelt (lab-line®, U.S.A) agregando 3 sifonadas de hexano. Se determinó el contenido de grasa por diferencia del peso con respecto a la grasa extraída del matraz. Los valores del contenido de grasa se obtuvieron utilizando la siguiente ecuación

$$\%extracto\ etero(BS)=\frac{PM-(P1-P0)}{PM} \times 100$$

Determinación de proteína cruda (método do kjeldahi, AOAC.1990.928.08): Se pesó 1g de muestra en balanza analítica (Denver, U.S.A) libre de grasa, se depositó en un matraz micro-kjeldahl, en el cual se agregara catalizador micro-kjeldahl y ácido sulfúrico concentrado libre de nitrógeno, y se procederá a una digestión de 2 a 3 horas (hasta que la muestra se vuelva transparente, en ese momento se calentó una hora más) en un digestor microkjeldahl (veco®, México). Se transfirió la solución al aparato de destilación, el destilado se recuperó en una probeta de 100ml a la cual se le agregaron 5ml de ácido bórico y 3 gotas de indicador; se obtuvieron 50ml de destilado y después se titulará con ácido clorhídrico al 2.4 N, hasta la aparición de un tono rosa pálido. Los valores obtenidos se determinarán con la siguiente ecuación

$$\%N\ Total = \frac{14.007(ml\ de\ HCL\ blanco)(N\ acido)}{mg\ de\ la\ muestra} \times 100$$

Análisis estadísticos

Los resultados obtenidos se presentaran mediante estadísticas descriptivas (tablas y figuras) y los datos obtenidos en el análisis microbiológico se analizaron mediante ANOVA, los resultados obtenidos de la evaluación sensorial de atributos mediante ji-cuadrado, ambos utilizando el paquete estadístico de Minitab® versión 16.0 Windows.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La investigación se desarrolló en dos etapas, la primera consistió en evaluar la calidad microbiológica de los cormos provenientes de cuatro regiones productoras de malanga del estado de Chiapas, la segunda es optimizar la tecnología para la elaboración de un snack de cormos provenientes de las cuatro regiones estudiada. A continuación se presentaran los resultados del análisis microbiológico.

Microorganismos indicadores.

La calidad microbiológica de los alimentos es fundamental por que influyen en su conservación y vida de anaquel y, sobre todo, porque los microorganismos presentes en ellos pueden ser causantes de enfermedades transmitidas por alimentos o ETA.

La detección de microorganismos patógenos puede ser muy compleja o muy lenta, puede haber casos en el que no se detecta por ciertas razones circunstanciales una de ellas puede ser el clima o la cantidad de individuos infectados que están contaminando, a pesar de que el manejo del alimento implique el riesgo de que el patógeno aparezca en cualquier momento, por lo cual existe microorganismos indicadores que permiten un enfoque de prevención de riesgos puesto que advierten un manejo inadecuado y contaminación.

Los principales microorganismos indicadores en alimentos son:

- Mesófilos aerobios
- Cuenta de hongos y levaduras
- Cuenta de coliformes fecales

Mesófilos aerobios

Esta determinación indica el grado de contaminación de una muestra y las condiciones que han favorecido o reducido la carga microbiana. Este medio es un indicador importante en alimentos frescos, refrigerados y congelados, en lácteos y en alimentos listos para consumir.

Se lleva a cabo a partir de diluciones decimales de la muestra, que se inoculan en placas invertidas de agar cuenta estándar, las placas se incuban en condiciones de aerobiosis a 35°C durante 24 a 48 horas.

Coliformes fecales

Dentro del grupo coliformes, los de origen fecal son capaces de fermentar la lactosa, se considera el indicador el indicador más adecuado de contaminación con heces de animales y humanos.

La determinación se hace a partir de la segunda etapa (confirmativa) del método NMP, cultivando en caldo lactosado con incubación a 44.5°C, generalmente se combina las determinaciones según se requiera.

Por lo cual en esta presente investigación se llevaron a cabo las pruebas indicadoras en las cuales el resultado fue negativo el conteo de colonias en el caso de la prueba microbiológica mesofilos aerobios el conteo y expresión de resultados se realizó de acuerdo a la NOM-092-SSA1- 1994. En ambas esto se puede deber a en el caso de coliformes se podría descartar que no es con aguas negras por lo cual el resultado fue negativo, en el caso la prueba indicadores de mesofilos se podría decir que hubo crecimiento por el tipo de almacenamiento que se le da a los cormos de malanga una vez cosechados y que es un tubérculo fresco que guarda humedad. A continuación se presentan las tablas con los resultados obtenidos de las pruebas microbiológicas realizadas a los cormos de malanga cosechados en cuatro regiones del estado de Chiapas.

Resultados microbiológicos de cormos de malanga de cuatro regiones del estado de Chiapas (Mesófilos aerobios).

Tabla 6. Resultados de UFC de cormos de malanga de las cuatro regiones evaluadas

Diluciones	Regiones			
	Soconusco	San Fernando	Villaflores	Maya
10 ⁻⁴	133,300 ufc/g ^a	Incontable ^a	Incontable ^a	Ausente ^b
10 ⁻⁵	Incontable ^a	Incontable ^a	Incontable ^a	Ausente ^b
10 ⁻⁶	Incontable ^a	Incontable ^a	Incontable ^a	Ausente ^b

*Letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$, ANOVA).

Como se puede observar en la tabla 6, no existe diferencias significativas en los cormos de tres regiones evaluadas (Soconusco, San Fernando y Villaflores), únicamente los provenientes de Palenque (Región Maya) fueron estadísticamente diferentes ($p < .005$), probablemente esto se deba a

diferentes factores: 1) Las condiciones de cultivo, específicamente el agua de riego; 2) Transporte y almacenamiento; 3) Las bacterias produzcan metabolitos que causen su inhibición.

En la tabla 7, se muestran los resultados del número más probable (NMP) obtenidos a partir de las tablas de cómputo referidas en la NOM-210-SSA1-2014 de acuerdo a las diluciones seriadas realizadas (10^{-4} , 10^{-5} y 10^{-6}) en el análisis microbiológico para coliformes fecales.

Tabla 7. Resultado (NMP) de coliformes fecales en cormos de malanga de la región centro

Región	NMP/g de muestra
San Fernando	4.0 ^a
Soconusco	<1.8 ^b
Villaflores	<1.8 ^b
Maya	<1.8 ^b

*Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$, ANOVA).

Como se puede observar en la tabla 7, no existe diferencias significativas en los cormos de tres regiones evaluadas (Soconusco, Villaflores y Maya), únicamente los provenientes de San Fernando fueron estadísticamente diferentes ($p < 0.005$), probablemente esto se deba al tipo de agua utilizada para riego, y al tipo de suelo de cultivo.

Elaboración de un snack a base de harina de malanga

Como parte de la segunda etapa de la presente investigación, se elaboró una formulación para la elaboración de una fritura (snack) a base de harina de malanga (*Xanthosomasagittifolium*) y harina de trigo. En la tabla 14, se presenta la formulación optimizada para la elaboración del snack

Tabla 7. Formulación del snack

INGREDIENTES	CANTIDAD %
Harina de malanga (<i>Xanthosomasagittifolium</i>)	11.0
Harina de trigo	46.2
Polvo para hornear	2.7
Sal	1.6
Agua	38.5



Figura 11. Snack a base de harina de malanga y harina de trigo

Análisis químico proximal del snack elaborado a base de harina de malanga

En la tabla 9, se presentan los resultados del análisis químico proximal del snack de harina de trigo adicionado con harina de malanga, se puede observar su alto contenido de proteínas (<18.0%), y su alto contenido de carbohidratos, lo que podría ser útil en poblaciones con problemas de desnutrición, es necesario resaltar la presencia de algunos componentes bioactivos reportados en diferentes fuentes documentales, tal es el caso de compuestos fenólicos, antioxidantes, así como de minerales, lo que permiten además de su valor nutricional, considerarlo como alimento funcional.

Tabla 9. Resultados del análisis químico proximal del snack

Parámetro	%
Humedad	19.099± 0.838
Ceniza	6.439±0.297
Grasa	18.954±2.16
Proteína	8.200±0.550
Fibra	2.265±0.747
Carbohidratos	44.82±2.75

Resultados de la evaluación sensorial del snack

En la tabla 10, se presentan los resultados de la evaluación sensorial, de acuerdo a los atributos correspondientes a un snack (aroma, sabor, textura, dureza, color). Como se puede ver en todos los atributos evaluados el número de personas que prefirieron el producto es estadísticamente ($p<0.05$) es mayor a los que no les agrado (neutrales y no aceptados); esto evidencia que el producto tiene un alto potencial de acuerdo a su elevado grado de aceptabilidad, lo que prometería un alto impacto comercial.

Atributo	Aroma	Sabor	Textura	Dureza	Color
Aceptado	13 ^a	13 ^a	11 ^a	15 ^a	15 ^a
Neutral	2 ^b	2 ^b	4 ^b	0 ^b	0 ^b
No aceptado	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b

*Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p<0.05$, ji-cuadrado).

CONCLUSIONES

El resultado microbiológico que se obtuvo en el análisis que se realizó a los cormos de malanga de cuatro regiones, muestran un resultado óptimo ya que no presenta crecimiento de bacterias patógenas (coliformes fecales) que puedan causar daños a la salud, esto quiere decir que la cáscara de la malanga protege al corno para así evitar que las bacterias que están presente traspasen al mesocarpio; el resultado en las cuatro regiones analizadas es idéntico estadísticamente, por lo cual se podría decir que el consumo de cormos de malanga no presenta ningún riesgo al ser un alimento inocuo.

Como parte de las metas, se elaboró un snack donde se buscó promover el consumo de malanga y una técnica de conservación, el resultado fue óptimo ya que se encontró alto grado de aceptabilidad en los cuatro atributos evaluados; el cual consumirlo le aporta muchas bondades nutricionales y funcionales, en comparación al consumo de cualquier fritura; en el análisis proximal se muestra la presencia de minerales, fibra y proteína que son benéficas para el consumo humano. El desarrollo tecnológico como el que se presenta en esta investigación, pueden ser altamente viable para ser utilizado como estrategia en comunidades que presentan problemas de mal nutrición, tal es el caso de desnutrición infantil.

GLOSARIO

Inocuidad: La inocuidad de los alimentos es la ausencia, o niveles seguros y aceptables, de peligros en los alimentos que puedan dañar la salud de los consumidores. Los peligros transmitidos por los alimentos pueden ser de naturaleza microbiológica, química o física y con frecuencia son invisibles a simple vista, bacterias, virus o residuos de pesticidas

Calidad: Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto a su especie.

Microorganismos: Los microorganismos son aquellos seres vivos más diminutos que únicamente pueden ser apreciados a través de un microscopio. En este extenso grupo podemos incluir a los virus, las bacterias, levaduras y mohos que podulan en el planeta tierra

Bacterias: Las bacterias son microorganismos procariotas que presentan un tamaño micrómetros y diversas formas, incluyendo filamentos, esferas.

Patógeno: Se denomina patógeno a todo agente biológico externo que se aloja en un ente biológico determinado, dañando de alguna manera su anatomía, a partir de enfermedades.

REFERENCIAS DOCUMENTALES

ALFARO, Reyna Saldaña y Valdez, María L. Salinas. 2017. Caracterización de harina y almidón de malanga (*Colocasia esculenta*). UNICACH. Chiapas, México: UNICACH, 2017. Tesis de Licenciatura.

ANDAYA, Jazmín G. Bravo. 2013. Cultivo de malanga (*Colocasia esculenta*) en el municipio de Actopan, Veracruz. Facultad de Ciencias Agrícolas. Veracruz: Universidad Veracruzana, 2013. Tesis.

BENDER, David A. 2006. Diccionario de los Bender de Nutrición y tecnología de los alimentos. Segunda. España: Acriba, 2006.

2015. calidad e higiene en la manipulación de alimentos. [En línea] 12 de agosto de 2015. [Citado el: 21 de octubre de 2018.] <https://tematico8.asturias.es/export/sites/default/consumo/seguridadAlimentaria/seguridad-alimentaria-documentos/frutas.pdf>.

ENRÍQUEZ, Danelia Y. Juárez y Mairena, Erick N. Úbeda. 2011. Efecto de dos condiciones de humedad del suelo y tiempo de cosecha sobre el rendimiento de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) para exportación. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua: s.n., 2011. Tesis.

FLORA VASCULAR. 2018. Arácea. [En línea] 2018. [Citado el: 25 de Marzo de 2018.] <https://www.floravascular.com/index.php?go=ref>.

Jordá, Miguel J. 2011. Diccionario práctico de gastronomía y salud. Primera. España: Díaz de Santos, 2011.

LEÓN, Jorge. 2002. Botánica de cultivos tropicales. Tercera. Costa Rica: IICA, 2002.

MARTÍNEZ, César O. Alvarado, Muñozcano, Máximo Ruiz y Santoyo, Juan A. Juárez. 2010. Paquete tecnológico para establecimiento de malanga. Produce Sinaloa A. C. Sinaloa: Fundación Produce, 2010.

NÚÑEZ, Sandra P. Ramírez. 2017. Elaboración de harina de amaranto para su adición en productos de repostería. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: s.n., 2017. Tesis de Licenciatura.

PALACIOS, C. Olgún y Álvarez, Ma. Del C. Ávila. 2011. La malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) bajo un enfoque de investigación-desarrollo. [En línea] 2011. [Citado el: 25 de Abril de 2018.] [https://www.thefreelibrary.com/La+malanga+\(Colocasia+esculenta+\(L.\)+Schott\)+bajo+un+enfoque+de...-a0382656502](https://www.thefreelibrary.com/La+malanga+(Colocasia+esculenta+(L.)+Schott)+bajo+un+enfoque+de...-a0382656502).

- PRADO, Alfonso gonzales. 2015. control e higiene en la manipulación de alimentos. [En línea] 12 de agosto de 2015. [Citado el: 21 de octubre de 2018.] <https://tematico8.asturias.es/export/sites/default/consumo/seguridadAlimentaria/seguridad-alimentaria-documentos/frutas.pdf>.
- PRODUCE SINALOA A. C. 2009. Adaptabilidad del cultivo de malanga en Sinaloa. [En línea] 2009. [Citado el: 25 de Abril de 2018.] <https://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/Publicaciones-Sinaloa/Paquetes-tecnologicos-2008-2009/Malanga%20adaptabilidad%20malanga.pdf>.
- REQUENA, José M. Pelaéz. 2013. Harinas y derivados Féculas y Almidones. [En línea] Junio de 2013. [Citado el: 25 de Abril de 2018.] https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/iee/Numero_60/JOSE_REQUENA_1.pdf.
- SAG. 2014. Perfil de mercado de la malanga. Secretaria De Agricultura Y Ganadería. Honduras: Programa Nacional De Desarrollo Agroalimentario, 2014. Perfil de mercado.
- Zuniga, Julio Cesar Araguo. 2009. Aprovechamiento del tubérculo Malanga. Nicaragua: s.n., 2009.
- WILLIAM.C.FRAZIER. 2006. *Microbiología de los alimentos 4 edición*. España : ACRIBIA, S.A. ZARAGOZA (España), 2006. I.S.B.N:84-200-0734-X.

ANEXOS

Anexo 1 Evaluación microbiología de cormos de malanga (mohos y levaduras)

Determinación de mohos y levaduras en alimentos (NOM-111-SSA1-1994)

Se esterilizo todos los materiales a utilizar autoclave (prolab) se preparó el medio de cultivo agar papa dextrosa acidificado con el ácido tartárico, se realizará las diluciones hasta 1×10^{-5} , utilizando las diluciones 1×10^{-3} , 1×10^{-4} , 1×10^{-5} por triplicado, se inoculo las cajas Petri con el agar papa dextrosa y se incubo a 37°C por 5 días. Después se cuantificarán.

Determinación de microorganismos mesofilos aerobios (NOM-092-SSA1-1994)

Todo el material se esterilizó, se preparó el medio de cultivo agar cuenta estándar, se realizó las diluciones hasta 1×10^{-5} , utilizando las últimas tres diluciones haciéndolo por triplicado, después se inocularon en las cajas Petri que contenían agar cuenta estándar y se incubó a 35°C por 48 horas, por último, se cuantificó en contador de colonias (zelian®) mediante unidades formadoras de colonias (UFC).

Determinación de microorganismos coliformes totales y fecales (NOM-113-SSA1-1994)

Antes de todo se esterilizaron los materiales utilizados, se preparó el medio de cultivo caldo verde bilis brillante, se realizaron diluciones hasta 1×10^{-5} , utilizando las últimas tres diluciones por triplicado se inocularon en tubos con tapón de rosca y campana Durham cuidando que no quedaran burbujas, se incubó a 35°C por 48 horas. Después se revisaron los tubos para ver si eran positivos (presencia de gas) para realizar posteriormente la determinación de salmonella y shigella. Se esterilizó en la autoclave (prolab®) todo el material a utilizar, se preparó el medio de cultivo eosina azul y azul de metileno, de los tubos con gas utilizados en la determinación de coliformes fecales y totales, se tomó con un asa una muestra y se inoculó por estrías en cajas petri, después se incubaron a 35°C durante 48 horas. Por último, se cuantificaron en el contador de colonias.

Anexo 2 Pruebas microbiológicas a cormos de malanga



Figura 12. Pruebas microbiológicas

Anexo 3 Etapas de la elaboración del snack



Figuras 13. Etapas de la elaboración del snack

Anexo 4 Evaluación química proximal del snack elaborado a base de harina de malanga

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

MATERIAL Y EQUIPO

- Cuchillo, bisturí o tijeras
- Termómetro
- Crisoles
- Pinza para crisol
- Cajas Petri/capsula de porcelana
- Balanza analítica
- Desecador
- Parrilla eléctrica
- Mufla eléctrica con indicador de temperatura
- Estufa de secado con control de temperatura

PROCEDIMIENTO:

1. Se colocan las capsulas de porcelana en la capsula de secado a una temperatura de 50°C, hasta obtener el peso constante (Po).

Para pesar en la balanza analítica.

2. Distribuir, aproximadamente 5 g de muestra (Pm) fina en la capsula de porcelana a peso constante y extender el producto para que ocupe la mayor superficie posible.
3. Introducir la capsula de porcelana con la muestra (sin tocarla con las manos) en la estufa de secado y evaporar el agua a 50 – 65 °C durante 24 a 36 h (hasta peso constante); también se puede evaporar el agua a 100°C de 2 a 5 h.
4. Retirar la capsula de porcelana de la estufa, ponerla en el desecador, esperar a que se enfríe (aprox. 15 min) y pasar la charola con la muestra seca (P1).
5. Retire la tapa de caja Petri con la muestra deshidratada de la estufa, colocarla en el desecador, espere a que se enfríe la muestra (2 a 3 minutos) y pese (P1).
6. Colocar el contenido de humedad a partir de la pérdida de peso de la muestra.

Cálculos:

$$\%Hum = \frac{PM - (P1 - P0)}{PM} * 100$$

$$\% \text{ MUESTRA} - \text{SECA} = 100 - \% \text{ HUM}$$

DETERMINACIÓN DE CENIZAS

PROCEDIMIENTO

1. Limpie bien tres crisoles y rotule (número de identificación) en la base con lápiz
2. Ponerlos a peso constante en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60 °C
3. Saque los crisoles cuidadosamente de la estufa con la ayuda de la pinza para crisol (no tocarlos) y póngalos en la estufa de secado por 10 a 15 minutos, sacar de la estufa y colocarlos en el desecador (5 a 10 minutos)
4. Después de enfriar en el desecador los crisoles deberán se pesados (Po)
5. Colocar de 5 g de muestra molida (Pm) en cada crisol.
6. Carbonizar sobre la parrilla de calentamiento hasta que deje de liberar humo, cuidando que no se encendió, pues puede haber pérdida de peso por “proyecciones de la muestra”
7. Tomar la muestra carbonizada utilizando la pinza para cada crisol e incinerar en la mufla a una temperatura entre 550 a 600 °C
8. Mantenga la temperatura de la mufla hasta que las cenizas adquieran un color blanco a gris-blanco (aproximadamente de 2 a 3 h, en el caso de algunos cereales el tiempo puede ser mayor)
9. Retirar los crisoles de la mufla con la pinza con mucho cuidado, colocarlos en la estufa de secado (10 a 15 min), sacar y colocar en el desecador hasta que enfríe (5 a 10 minutos); pese los crisoles (pf), son tocarlos con las manos.

Cálculos:

$$\%Ces(BS) = \frac{(PF - PO)}{PM} * 100$$

EXTRACCIÓN DE GRASA CRUDA

MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVO

- Matraz Bola con fondo plano y cuello esmerilado de 250 ml.
- Equipo de extracción Soxhler (solicitar únicamente las trampas y refrigerante si fuera necesario)
- Pinza para crisol
- Papel filtro o cartuchos de celulosa
- Desecador
- Perlas de vidrio
- Algodón
- Vaso de precipitado de 250 ml
- Embudo de cuello corto largo
- Reactivo: hexano
- Material biológico: el que previamente fue secado (utilizado en la practica 1).

PROCEDIMIENTO:

Preparativo A. se recomienda realizar este paso un día antes de la practica

1. Colocar 2 o 3 matraces balón con boquilla esmerilada en la estufa de secado a una temperatura entre 50 a 60 °C, hasta llegar a peso constante (P_o), aproximadamente 6 a 8 h.
2. Pesar 5g de muestra (P_m), dentro del cartucho de celulosa, teniendo cuidado de no tirar la muestra dentro de la balanza analítica. Colocar un tapón de algodón en la boquilla del cartucho para impedir que se tire muestra,
3. Depositar el cartucho con su contenido (muestra seca) en la cámara o trampa del extractor.
4. Añadir de 2 a 5 sifonadas de hexano la cámara o trampa del extractor.
5. Embonar el refrigerante y cerciorarse que las mangueras de agua estén conectadas correctamente, y así mismo que no haya fugas.
6. Abrir la llave de agua verificando que el agua fluya por el refrigerante y encender la fuente de calor.
7. Extraer por 12 a 16 h la grasa de la muestra (según indicación del maestro, cuidar que haya paso de agua y hexano suficiente), dependiendo del contenido de grasa de la muestra.

Después de la extracción

8. Retirar el cartucho con la muestra sin grasa de la trampa del extractor y colocar en la estufa de secado hasta evaporar el hexano. Guardar para ocupar la muestra desengrasada en las posteriores pruebas
9. Destilar el hexano sucio. Para llevar a cabo este paso para el equipo de extracción no deberá se desmontado, solicitar ayuda al docente para indicaciones.
10. Colocar en la estufa de secado los matraces balón con muestra de grasa hasta obtener el peso constante, evaporado el solvente. Pesar (Pf).

Calculo:

$$\%ExtractoEtereo(BS) = \frac{(PF - P0)}{PM} * 10$$

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA

MATERIAL Y EQUIPO

Parte A. destión de la muestra

- Campana de extracción
- Balanza analítica
- Digestor Micro-Kjeldahl
- Matraz Micro-kjeldahl de 30 ml
- Pipetas graduadas
- Espátulas
- Reactivos: Ácido sulfúrico concentrado libre de nitrógeno, catalizador micro-kjeldahl, papel arroz.

Parte B. Destilación

Equipo de destilación: Matraz de destilación, refrigerante, pinzas de 3 dedos, soporte universal, mechero, tripie, malla de asbesto y mangueras, probeta de 100 ml, pipetas graduadas de 10 ml.

Reactivos: Solución de Sosa-Tiosulfato, Ácido Bórico al 5%, agua destilada, indicador micro-kjendahl.

Parte C. Titulación

- Soporte universal
- Pinza para bureta
- Bureta de 25 ml
- Matraz Erlenmeyer de 100 ml
- Pipeta volumétrica de 10 ml

Parte D. Valoración del ácido clorhídrico

- Pipeta volumétrica de 10 ml
- Matraz Erlenmeyer de 100ml
- Espátula
- Equipo de titulación preparaciones reactivos

REACTIVOS:

A. Catalizador Micro Kjeldahl: Mezclar 1.9 g de K_2SO_4 (Sulfato de potasio libre de nitrógeno) 40 mg de HgO Oxido de Mercurio rojo.

B. Indicador Micro Kjeldahl: solución roja de metilo- verde bromocresol

B.1 Solución alcohólica de rojo de metilo al 0.2 % (p/v)

B.2 Solución alcohólica de verde bromocresol al 0.2% (p/v)

Solución B.1

Pesar 0.02 g de rojo de metilo y disolverlo en alcohol etílico de 9% de pureza. Aforar a 10 ml.
Con etanol

Solución B.2

- Pesar 0.1 g de verde bromocresol disolverlo en alcohol etílico de 95% de pureza.
Aforar con 50 ml de etanol.

- Mezclar las soluciones B.1 y B.2, guardar en goteros de color ámbar.

Solución C Solución sosa-trisulfuro de sodio:

Disolver 60g de hidróxido de sodio (sosa) y 5 g de tiosulfato ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) en agua, y disolver en agua destilada. Aforar a 100ml con agua. Precaución reacción exotérmica.

D. Ácido Bórico al 5

E. Solución de HCl al 0.05 N o 0.1 N

Ml de ácido clorhídrico= (PE) (N) (V) (densidad)

Corregido por la pureza del ácido; ml de ácido clorhídrico $A * 100 /$ pureza real del reactivo

PROCEDIMIENTO:

Nota 1: todo el procedimiento se hará por duplicado o triplicado

Nota 2: deberá considerarse u blanco desde el inicio del procedimiento

Parte A.

1. Pesar entre 50 y 100 mg de muestra seca y libre de agua
2. Adicionar la muestra a un matraz Micro-Kjeldahl de 30 ml, lavado perfectamente con agua destilada
3. Agregar 2 g de catalizador Micro-Kjeldahl
4. Agregar 2 ml de ácido sulfúrico
5. Adicionar perlas de vidrio y colocar en el digestor de 1 a 1.5 h (cuando la muestra se vuelve transparente, calentar 1 hora más)

Parte B. Destilación de la muestra

1. Transferir la solución digerida al aparato de destilación, esto es al matraz de destilación previamente lavado con agua destilada, lavar el matraz micro-kjedahl de 5 a 6 veces con proporciones de agua (con una pipeta de 10 ml, agregar 10 ml, de la solución Sosa-tiosulfato.
2. Colocar una manguera corta a la salida del refrigerante
3. Depositar 5 ml de ácido bórico al 5% en una probeta de 100 ml y adicionar 3 gotas de indicador micro-kejdahl, colocar la probeta debajo de la salida del refrigerante procurando que la manguera conectada previamente quede sumergida en el ácido
4. Comenzar la destilación
5. Colectar entre 50 a 60 ml de destilado

Parte C. titulación

1. Titular una alícuota de 50 ml del destilado con HCl 0.05 n o 0.1 n hasta la aparición de un color violeta.

Parte D. Valoración del HCl.

Disolver aproximadamente 50 mg (0.05g) de Boras (tetra borato de sodio) deshidratado en 50 ml de agua destilada, agregar de 2 a 5 gotas del indicador micro-kejdahl, titular con el HCl cuya concentración exacta se desconoce.

$N_{\text{ácido}} = \text{mg de boras} / (\text{ml de HCl ganado}) (190.69)$

Parte E. cálculos:

$$\% N_{\text{Total}} = \frac{14.007(\text{ml de HCl muestra} - \text{ml HCl blanco})(N_{\text{ácido}})}{\text{mg de la muestra}} * 100$$

$$\% \text{ Proteína cruda (Pc)} = (\%N_{\text{total}}) (\text{Factor})$$



Figuras 14. Muestras de laboratorio para determinación de proteína cruda

DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA

MATERIAL, EQUIPO Y REACTIVO

- Vaso de Berselius
- Probeta de 50 ml
- Vasos de precipitado de 250 ml
- Embudo de cuello largo
- Papel filtro
- Probeta de 100 ml
- Balanza analítica
- Condensador de fibra cruda
- Ácido Tricloroacético
- Ácido Nítrico
- Ácido Acético
- Acetona
- Material biológico (seco y desgrasado)

PREPARACIÓN DEL REACTIVO S-K

Disolver 50 ml de Acido Tricloroacético en 1.0 a 1.5 L de Acido Acético al 70%, adicionar 124 ml de Acido Nítrico (65% y densidad de 1.4) y complementar a 2.0L con Ácido Acético al 70%.

Procedimiento

Preparativo A.

1. Muestra biológica desgrasada y molida (0.6 mm de diámetro)
2. Papel filtro a peso constante (Po) tratar de no tocarlo con las manos

El día de la practica

3. Pesar aproximadamente 1 g de muestra (pm), transferir al vaso Berselius y adicione 30 ml de reactivo S-K.
4. Colocar el vaso en el condensador de fibra cruda.
5. Llevar el contenido del vaso Berzelius a ebullición lo más rápido posible (agitar cada 5 min., aproximadamente).
6. Hervir por aproximadamente 30 min.

7. Filtrar en caliente a través del embudo (utilizando el papel filtro llevado a peso constante).
8. Lavar el residuo con agua caliente.
9. Lavar el residuo con acetona (hasta obtener la decoloración).
10. Colocar a peso constante el papel filtro.
11. Pesarse el papel filtro, más residuo (P1).

$$\% \text{ de Fibra} = \frac{(P1 - P0)}{Pm} * 100$$

NOM-111-SSA1-1994

OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Oficial Mexicana establece el método general para determinar el número de mohos y levaduras viables presentes en productos destinados al consumo humano por medio de la cuenta en placa a $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en el Territorio Nacional para las personas físicas o morales que requieran efectuar este método en productos nacionales o de importación, para fines oficiales.

DEFINICIONES

Para fines de esta Norma se entiende por:

Colonias, agrupamiento de células en forma de masas visibles, sobre el agar de cultivo.

Levaduras, son microorganismos cuya forma dominante de crecimiento es unicelular. Poseen un núcleo y se multiplican por reproducción sexual o asexual, por gemación o por fisión transversal. La reproducción sexual cuando ocurre, es por medio de ascosporas contenidas en un saco o asca.

Mohos, grupo de hongos microscópicos; organismos pertenecientes al reino Fungí, que se caracterizan por tener un cuerpo formado por estructura filamentosa con ramificaciones, que se conocen con el nombre de hifas, el conjunto de hifas constituye el micelio, carecen de clorofila, se alimentan por absorción pudiendo propagarse por esporas flageladas o no, las paredes celulares pueden ser de queratina, celulosa o manana. Crecen formando colonias en un medio selectivo a 25°C .

Unidades Formadoras de Colonias (UFC), término que debe utilizarse para reportar la cuenta de colonias en placa, las cuales pueden surgir de una célula o de un cúmulo de células.

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser de grado analítico y cuando se indique agua debe entenderse como agua destilada.

Medios de cultivo.

Agar papa - dextrosa, comercialmente disponible en forma deshidratada.

Preparación del medio de cultivo.

Seguir instrucciones del fabricante y después de esterilizar, enfriar en baño de agua a $45 \pm 1^\circ\text{C}$, acidificar a un pH de $3,5 \pm 0,1$ con ácido tartárico estéril al 10% (aproximadamente 1,4 ml de ácido tartárico por 100 ml de medio). Después de adicionar la solución, mezclar y medir el pH con potenciómetro. Dejar solidificar una porción del medio. Hacer esto en cada lote de medio preparado.

A fin de preservar las propiedades gelificantes del medio, no calentar después de agregar el ácido tartárico.

Soluciones.

Solución reguladora de fosfatos (solución concentrada)

6.2 Materiales.

Pipetas bacteriológicas para distribuir 10 y 1 ml (o si es necesario de 1 ml y 2 ml), con tapón de algodón. Pueden utilizarse pipetas graduadas en volúmenes iguales a una décima de su volumen total.

Cajas Petri.

Frascos de vidrio de 250 ml con tapón de rosca.

Tubos de 16 x 150 mm con tapón de rosca.

Utensilios esterilizables para la obtención de muestras: cuchillos, pinzas, tijeras, cucharas, espátulas, etc.

Todo el material e instrumentos que tengan contacto con las muestras bajo estudio, deben esterilizarse mediante:

Horno, durante 2 h de 170 a 175°C o por 1h a 180°C o autoclave, durante 15 minutos como mínimo a $121 \pm 1,0^\circ\text{C}$.

APARATOS E INSTRUMENTOS

Horno para esterilizar que alcance una temperatura mínima de 170°C.

Incubadora con termostato que pueda ser mantenido a $25 \pm 1,0^\circ\text{C}$ provista con termómetro calibrado.

Autoclave que alcance una temperatura mínima de $121 \pm 1,0^\circ\text{C}$.

Baño de agua con control de temperatura y circulación mecánica, provista con termómetro calibrado con divisiones de $0,1^\circ\text{C}$ y que mantenga la temperatura a $45 \pm 1,0^\circ\text{C}$.

Contador de colonias de campo oscuro, con luz adecuada, placa de cristal cuadrículada y lente amplificador.

Registrador mecánico o electrónico.

Microscopio óptico.

Potenciómetro con una escala mínima de 0,1 unidades de pH a 25°C .

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

La preparación de la muestra debe ser de acuerdo a lo establecido en la NOM-110-SSA1-1994. Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico.

PROCEDIMIENTO

Colocar por duplicado en cajas Petri 1 ml de la muestra líquida directa o de la dilución primaria, utilizando para tal propósito una pipeta estéril.

Repetir el procedimiento tantas veces como diluciones decimales se requiera sembrar, utilizando una pipeta estéril diferente para cada dilución.

Verter de 15 a 20 ml de agar papa dextrosa acidificado, fundido y mantenido a 45 ± 1 °C en un baño de agua. El tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que es vertido el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos.

Mezclar cuidadosamente el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis en el sentido de las manecillas del reloj, seis en el sentido contrario y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa. Permitir que la mezcla se solidifique dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie horizontal fría.

Preparar una caja control con 15 ml de medio, para verificar la esterilidad.

Invertir las cajas y colocarlas en la incubadora a 25 ± 1 °C.

Contar las colonias de cada placa después de 3, 4 y 5 días de incubación. Después de 5 días, seleccionar aquellas placas que contengan entre 10 y 150 colonias. Si alguna parte de la caja muestra crecimiento extendido de mohos o si es difícil contar colonias bien aisladas, considerar los conteos de 4 días de incubación y aún de 3 días. En este caso, informar el periodo de incubación de 3 o 4 días en los resultados del análisis.

Si es necesario, cuando la morfología colonial no sea suficiente, examinar microscópicamente para distinguir las colonias de levaduras y mohos de las bacterias.

Cálculo del Método

Considerar las cuentas de placas con 10 a 150 colonias como las adecuadas para el informe. Multiplicar por el inverso de la dilución, tomando en consideración los criterios de la NOM-092-SSA1-1994. Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa, para la expresión de resultados.

NOM- 113-SSA1-1994

OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Oficial Mexicana establece el método microbiológico para determinar el número de microorganismos coliformes totales presentes en productos alimenticios por medio de la técnica de cuenta en placa.

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en el territorio nacional para las personas físicas o morales que requieran efectuar este método en productos nacionales o de importación, para fines oficiales.

FUNDAMENTO

El método permite determinar el número de microorganismos coliformes presentes en una muestra, utilizando un medio selectivo (agar rojo violeta bilis) en el que se desarrollan bacterias a 35°C en aproximadamente 24 h, dando como resultado la producción de gas y ácidos orgánicos, los cuales viran el indicador de pH y precipitan las sales biliares

REACTIVOS Y MATERIALES

Reactivos

Los reactivos que a continuación se mencionan, deben ser grado analítico y cuando se indique agua debe entenderse como agua destilada.

Soluciones diluyentes

Solución reguladora de fosfatos (solución concentrada)

MEDIO DE CULTIVO

Agar-rojo- violeta-bilis-lactosa (RVBA)

FORMULA

Ingredientes cantidades

Peptona 7,0 g

Extracto de levadura 3,0 g

Lactosa 10,0 g

Sales biliares 1,5 g

Cloruro de sodio 5,0 g

Rojo neutro 0,03 g

Cristal violeta 0,002 g

Agar 15,0 g

Agua 1,0 l

Preparación:

Mezclar los componentes en el agua y dejar reposar durante algunos minutos.

Mezclar perfectamente y ajustar el pH a 7,4 con ácido clorhídrico 0,1N o con hidróxido de sodio 0,1N a 25°C, de forma que después del calentamiento se mantenga en este valor.

Calentar con agitación constante y hervir durante 2 minutos.

Enfriar inmediatamente el medio en un baño de agua hasta que llegue a 45°C.

Evitar el sobrecalentamiento del medio.

No debe esterilizarse en autoclave.

Usar el medio dentro de las tres primeras horas después de su preparación.

En el caso de utilizar medio de cultivo deshidratado, seguir las instrucciones del fabricante.

Materiales

Pipetas bacteriológicas para distribuir 10 y 1 ml (o si es necesario de 11 y 2 ml), con tapón de algodón. Las pipetas pueden ser graduadas en volúmenes iguales a una décima de su volumen total.

Frascos de vidrio de 250 ml con tapón de rosca.

Tubos de 16 X 150 mm con tapón de rosca.

Utensilios esterilizables para la obtención de muestras: cuchillos, pinzas, tijeras, cucharas, espátulas, etc.

Cajas Petri.

Todo el material e instrumentos que tengan contacto con las muestras bajo estudio debe esterilizarse mediante:

Horno, durante 2 h a 170 - 175°C, o 1 h a 180°C; o en autoclave, durante 15 minutos como mínimo a $121 \pm 1,0^\circ\text{C}$.

El material de vidrio puede sustituirse por material desechable que cumpla con las especificaciones deseadas. No debe usarse material de vidrio dañado por las esterilizaciones repetidas y éste debe ser químicamente inerte.

APARATOS E INSTRUMENTOS

Horno para esterilizar que alcance una temperatura mínima de 170°C.

Autoclave con termómetro y manómetro, calibrada con termómetro de máximas y mínimas.

Baño de agua con control de temperatura y circulación mecánica, provista con termómetro calibrado con divisiones de 0,1° C y que mantenga la temperatura a $45 \pm 1,0^\circ\text{C}$.

Licuada de una o dos velocidades controladas por un reóstato o bien un homogeneizador peristáltico (Stomacher).

Vasos para licuadora con tapa esterilizables o bolsas estériles para homogeneizador peristáltico.

Incubadora con termostato que evite variaciones mayores de $\pm 1,0^\circ\text{C}$, provista con termómetro calibrado.

Contador de colonias de campo oscuro, con luz adecuada, placa de cristal cuadrículada y lente amplificador.

Registrador mecánico o electrónico.

Microscopio óptico.

Potenciómetro con una escala mínima de 0,1 unidades de pH a 25 °C.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

La preparación de la muestra debe ser de acuerdo a lo establecido en la NOM-110-SSA1-1994 "Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico".

PROCEDIMIENTO

Colocar en cajas Petri por duplicado 1 ml de la muestra líquida directa o de la dilución primaria, utilizando para tal propósito una pipeta estéril. Repetir el procedimiento tantas veces

como diluciones decimales se requiera sembrar, utilizando una pipeta estéril diferente para cada dilución.

Vertir de 15 a 20 ml del medio RVBA fundido y mantenido a $45 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ en baño de agua. En el caso de utilizar cajas de Petri de plástico se vierte de 10 a 15 ml del medio. El tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y el momento en que se vierte el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos.

Mezclar cuidadosamente el inóculo con el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis movimientos en el sentido de las manecillas del reloj, seis movimientos en el sentido contrario al de las manecillas del reloj y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa y nivelada. Permitir que la mezcla solidifique dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie horizontal fría.

Preparar una caja control con 15 ml de medio para verificar la esterilidad.

Después de que está el medio completamente solidificado en la caja, verter aproximadamente 4 ml del medio RVBA a $45 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ en la superficie del medio inoculado. Dejar que solidifique.

Invertir las placas y colocarlas en la incubadora a 35°C , durante 24 ± 2 horas.

Después del periodo especificado para la incubación, contar las colonias con el contador de colonias.

Seleccionar las placas que contengan entre 15 y 150 colonias. Las colonias típicas son de color rojo oscuro, generalmente se encuentran rodeadas de un halo de precipitación debido a las sales biliares, el cual es de color rojo claro o rosa, la morfología colonial es semejante a lentes biconvexos con un diámetro de 0,5 a 2,0 mm.



Figura 15. Extracción de fibra cruda

Anexo 5 ANOVA: Comparación de tres regiones: Soconusco, San Fernando, Villa Flores



Fibra	2	0	2.665	0.747	2.137	*	2.665	*	3.194
Carbohidratos	3	0	44.82	2.75	42.59	42.59	42.98	47.88	47.88

Chi-Square Test: Aroma, Sabor, Textura, Dureza, Color

Skipping rows and/or columns filled with zeros.

Expected counts are printed below observed counts
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	Aroma	Sabor	Textura	Dureza	Color	Total
1	13	13	11	15	15	67
	13.40	13.40	13.40	13.40	13.40	
	0.012	0.012	0.430	0.191	0.191	
2	2	2	4	0	0	8
	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	
	0.100	0.100	3.600	1.600	1.600	
Total	15	15	15	15	15	75

Chi-Sq = 7.836, DF = 4, P-Value = 0.098
5 cells with expected counts less than 5.

Chi-Square Test: Aroma1, Aroma2

Expected counts are printed below observed counts
Chi-Square contributions are printed below expected counts

	Aroma1	Aroma2	Total
1	13	2	15
	13.00	2.00	
	0.000	0.000	
2	13	2	15
	13.00	2.00	
	0.000	0.000	
Total	26	4	30

Chi-Sq = 0.000, DF = 1, P-Value = 1.000
2 cells with expected counts less than 5.

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
Soconusco Colif	3	4.0000	0.0000	{-----*-----}
San Fernando Col	3	1.6667	0.1528	{-----*-----}
Villaflores Coli	3	1.5000	0.2000	{-----*-----}
Maya Colif	3	1.4333	0.3786	{-----*-----}

1.40 2.40 3.20 4.00

Pooled StDev = 0.2273

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons

Individual confidence level = 98.74%

Soconusco Colif subtracted from:

	Lower	Center	Upper
San Fernando Col	-2.9278	-2.3333	-1.7388
Villaflores Coli	-3.0945	-2.5000	-1.9055
Maya Colif	-3.1612	-2.5667	-1.9722



San Fernando Colif subtracted from:

	Lower	Center	Upper
Villaflores Coli	-0.7612	-0.1667	0.4278
Maya Colif	-0.8278	-0.2333	0.3612



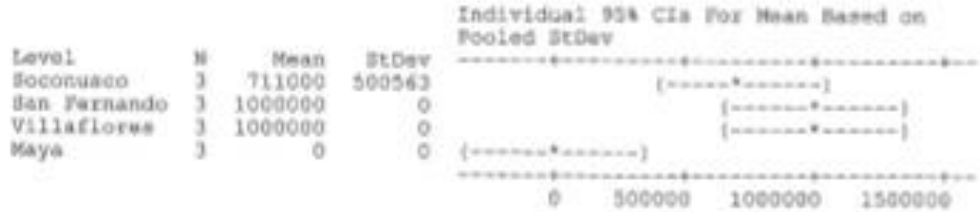
Villaflores Colif subtracted from:

	Lower	Center	Upper
Maya Colif	-0.6612	-0.0667	0.5278

-3.0 -2.0 -1.0 0.0

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	3	2.00442E+12	6.68141E+11	10.67	0.004
Error	8	5.01124E+11	62640750000		
Total	11	2.50555E+12			

R = 250281 R-Sq = 80.00% R-Sq(adj) = 72.50%



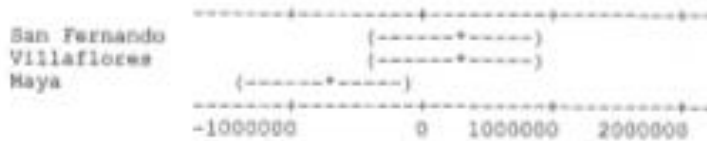
Pooled StDev = 250281

Tukey 95% Simultaneous Confidence Intervals
All Pairwise Comparisons

Individual confidence level = 98.74%

Soconusco subtracted from:

	Lower	Center	Upper
San Fernando	-365585	289000	943585
Villaflores	-365585	289000	943585
Maya	-1365585	-711000	-56415



San Fernando subtracted from:

	Lower	Center	Upper
Villaflores	-654585	0	654585
Maya	-1654585	-1000000	-345415



Anexo 6 Evaluación sensorial del snack a base de harina de malanga

Se realizó una evaluación sensorial d

el snack ya elaborado con un panel de jueces no entrenados en el cual, los alumnos del 4to semestre de la carrera en ciencia y tecnología de alimentos de la facultad de ciencias de la nutrición y alimentos de la universidad de ciencias y artes de Chiapas sirvieron con jueces no

entrenados para la realización de la evaluación sensorial.

Escala hedónica para una fritura a base de harina de malanga

Sexo: Femenino (___) Masculino (___) Fecha: _____

Instrucciones: Pruebe cada una de las muestras que se presentan en los recipientes y marca con una “x” el término que refleja mejor su hacia cada uno.

Tabla 8. Evaluación sensorial del snack a base de harina de malanga

Nivel de agrado	Puntaje	Muestra 012				
		Olor	sabor	textura	dureza	color
Me gusta mucho	5					
Me gusta poco	4					
Ni me gusta ni me disgusta	3					
Me disgusta poco	2					
Me disgusta mucho	1					