

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Í Determinación de las concentraciones de calcio, fósforo y ácido fólico en una galleta dulce elaborada con harina de macal (*Xanthosoma violaceum*) en comparación con una galleta dulce elaborada con harina de trigo (*Triticum aestivum*)

Presentado por:

Marvin Manolo Sánchez López.

Carné No. 200450453.

Asesores:

**Ing. Ángel Alfonso Solórzano
Ph.D. Marco Antonio del Cid Flores**

Mazatenango, Suchitepéquez, Noviembre de 2014.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE

Autoridades

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Rector
Dr. Carlos Enrique Camey Rodas	Secretario General

Miembros del Consejo Directivo

Ph.D. Alba Ruth Maldonado de León	Presidenta
-----------------------------------	------------

Representante Docentes

Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Pirir	Vocal
------------------------------------	-------

Representante Graduado del CUNSUROC

Lic. Angel Estuardo López Mejía	Vocal
---------------------------------	-------

Representantes Estudiantes

Br. Cristian Ernesto Castillo Sandoval	Vocal
P.E.M. Carlos Enrique Jalel de Los Santos	Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

Coordinador Académico

M.Sc. Carlos Antonio Barrera Arenales

Coordinador Carrera de Administración de Empresas

M.Sc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar

Coordinador Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Coordinador Carrera de Trabajo Social

Lic. Edin Anibal Ortiz Lara

Coordinador de las Carreras de Pedagogía

M.Sc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

Ph.D. Marco Antonio del Cid Flores

Coordinador Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

M.Sc. Erick Alexander España Miranda

Encargado Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario

Licda. Tania Maria Cabrera Ovalle

Encargado Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local

M.Sc. Celso González Morales

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA DEL CUNSUROC

Encargado de las Carreras de Pedagogía

Lic. Manuel Antonio Gamboa Gutiérrez

Encargada Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

M.Sc. Paola Marisol Rabanales



Mazatenango, 13 de Noviembre de 2,014

Señores
Honorable Consejo Directivo
Centro Universitario del Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el Trabajo de Graduación, titulado: **Í Determinación de las concentraciones de calcio, fósforo y ácido fólico en una galleta dulce elaborada con harina de macal (*Xanthosoma violaceum*) en comparación con una galleta dulce elaborada con harina de trigo (*Triticum aestivum*)**

Investigación presentada previo a optar al título de Ingeniero en Alimentos en el grado académico de Licenciado

Deferentemente,

(f) _____

T.U. Marvin Manolo Sánchez López
Carné No.: 200450453

AGRADECIMIENTOS A

Dios Padre Todopoderoso

Por su amor, misericordia y sabiduría al permitirme concluir una de mis metas.

Nuestro Señor Jesucristo

Por ser el guía de en mi vida espiritual.

El Espíritu Santo

Por ser mi fuente de fuerza y protección.

Mi Madre

Carmelina López Pérez por su sacrificio y amor.

Mis hermanas

Yoselin Daniela López Pérez y Kelly Carolina López por su compañía y amistad.

Mis abuelos

Estanislao López Pérez, Magdalena Pérez por su amor y sus sabios consejos.

Mis tíos

Eligio López, Fermina López, Vicenta López, Rosa López, Elmer Cabrera, Teodora López, Mario Mendoza, Hipólito López, Odilia Sacalxot, Luis López, Berta Soto, Andrea López, Regino Pérez, Sergio Sánchez y Valentín Sánchez, por su apoyo económico y moral.

Mis asesores

Ing. Ángel Alfonso Solórzano y Ph.D. Marco Antonio del Cid Flores por la valiosa orientación en la realización de mi trabajo de graduación.

Mis Catedráticos

Ing. Víctor Manuel Nájera, Inga. Carolina Estrada, Dr. Sammy Ramírez, M.V. Edgar del Cid Chacón, Ing. Mynor Cárcamo, Inga. Astrid Argueta, Ing. Aldo de León, Q.B. Gladys Calderón Castilla, Inga. Silvia Guzmán, Inga. Liliana Esquit, Ing. Eduardo Tello, Q.B. Oldin Ramírez e Ing. Carlos Hernández por el apoyo y conocimientos recibidos durante mi carrera.

Los Profesionales

Ing. Jorge Luis Bautista Cancinos, Licda. Ana Teresa Cap Yes, Ing. José Eduardo Santos y Ph. D. Alba Ruth Maldonado por el apoyo brindado.

Mis amigos

Carlos Enrique Martínez, Carmen Minely López, Fredy Valenzuela, Magda González, Manuel Sánchez, Joel Vásquez, Nery Alexander Figueroa, Francisco Girón, Pilar Sánchez por su apoyo, comprensión y los buenos momentos compartidos.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por el apoyo económico brindado a través de su Sección Socioeconómica.

ACTO QUE DEDICO A

Dios Padre Todopoderoso Por darme la oportunidad vivir y favorecerme en las múltiples iniciativas de mi vida.

Mi padrino Ing. Nery Nicolás Figueroa Guerra por su gran apoyo incondicional, durante mis estudios de Ingeniería.

La encargada de Sección Socioeconómica Licenciada Magda Elizabeth Martínez López por el apoyo brindado durante mi formación académica.

ÍNDICE

	Página
1. Resumen	01
2. Introducción	02
3. Planteamiento de problema	04
4. Justificación	05
5. Marco teórico	07
5.1 Deficiencias nutricionales en Guatemala	07
5.2 Plantas nutricionales sub-explotadas en Guatemala	07
5.3 Descripción, valor nutritivo y usos del macaló	08
5.3.1 Descripción de la planta de macaló	08
5.3.2 Clasificación taxonómica del macaló	09
5.3.3 Usos en la alimentación	09
5.3.4 Cultivo y demanda del macaló	10
5.3.5 Disponibilidad del macaló	11
5.3.6 Diferencias significativas entre el género <i>Xanthosoma</i> y el género <i>Colocasia</i>	11
5.3.7 Composición nutricional del macaló	11
5.4 El trigo	12
5.4.1 Definición	12
5.4.2 Clasificación de trigos	13
5.4.3 Composición química del trigo	13
5.4.4 Usos del trigo en la alimentación humana	16
5.5 La Harina	17
5.5.1 Definición	17
5.5.2 Grado de extracción	18
5.5.3 Composición nutricional de la harina de trigo	19
5.6 Galleta	20
5.6.1 Tipos de galletas que se comercializan en Guatemala	20
5.7 Leche	21

	Página
5.8	Huevo 21
5.9	Chocolate 21
5.10	Margarina 22
5.11	Azúcar 22
5.12	Cloruro de sodio 22
5.13	Canela 22
5.14	Polvo de hornear 23
5.15	Análisis sensorial 23
5.15.1	Definición 23
5.15.2	Panel de evaluación sensorial 24
5.15.3	Muestras 25
5.15.4	Laboratorio de evaluación sensorial... 25
5.15.5	Escala hedónica verbal 26
5.15.6	Métodos estadísticos empleados en la evaluación sensorial de alimentos 27
6.	Objetivos: General y específicos 28
7.	Hipótesis 29
8.	Recursos 30
9.	Marco operativo 33
9.1	Procedimiento de elaboración de harina de macal 33
9.1.1	Diagrama de bloques del procedimiento de elaboración de harina de macal 35
9.2.	Procedimiento de elaboración de galletas dulces 36
9.2.1	Diagrama de bloques de procedimiento de elaboración de galletas dulces 38
9.3	Formulaciones de las galletas a elaborar 39
9.4	Evaluación sensorial 40
9.5	Diseño Estadístico 40
9.6	Análisis de Composición nutricional 42

	Página
10. Resultados y discusión de resultados	43
10.1 Identificación y codificación de las galletas dulces	43
10.2 Resultados de Evaluación Sensorial	43
10.3 Resultados de análisis Físico-Químico	49
10.4 Cuantificación de los gastos realizados en la elaboración de galletas dulces	51
11. Conclusiones	54
12. Recomendaciones	55
13. Bibliografía	56
14. Anexos	61
15. Apéndices	65
16. Glosario	72

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1: Composición nutricional del macal (<i>Xanthosoma violaceum</i>) en 100 gramos de porción comestible	12
Cuadro 2: Composición nutricional del trigo (<i>Triticum aestivum</i>) de grano duro y del trigo de grano suave en 100 gramos de porción comestible	15
Cuadro 3: Composición nutricional de la harina de trigo (<i>Triticum aestivum</i>) todo uso en 100 gramos de porción comestible	19
Cuadro 4: Formulación de las galletas dulces	39
Cuadro 5: Identificación de las muestras de galletas dulces	43
Cuadro 6: Valores de la prueba de t del Panel Piloto de evaluación sensorial realizada a dos formulaciones de galletas dulces	44
Cuadro 7: Valores de prueba de t de la repetición del Panel Piloto de evaluación sensorial realizada a dos formulaciones de galletas dulces	45
Cuadro 8: Comparación de puntuaciones de la galleta 50% macal	47
Cuadro 9: Comparación de puntuaciones de la galleta 100% macal	48
Cuadro 10: Gastos para la obtención de un kilogramo de harina de macal	51
Cuadro 11: Rendimiento de macal para la obtención de la harina	51
Cuadro 12: Precios de materias primas al detalle	52

Cuadro 13: Detalles de los gastos en la producción de 100 galletas testigo.	52
Cuadro 14: Detalles de los gastos en la producción de 100 galletas 100% macalõ ..	53
Cuadro 15: Resumen de los gastos los gastos sobre materias primas e ingredientes utilizados en la producción de galletas dulcesõ	53
Cuadro 16: Recomendaciones dietéticas diarias de Calcio y Fósforoõ õ .	61
Cuadro 17: Recomendaciones dietéticas diarias de Ácido Fólicoõ õ õ õ .	62

1. RESUMEN

El fin principal de la presente investigación fue determinar las cantidades de calcio, fósforo y ácido fólico que le aporta la harina de macal a una galleta dulce, aunado a esto se buscó mejorar las propiedades organolépticas.

El primer paso para la elaboración de la galleta dulce con inclusión de macal en la formulación, fue la elaboración de la harina de macal, ya que no existe en el mercado. El macal posee diferencias respecto a la malanga en cuanto a su taxonomía, pero posee similitudes en cuanto a su valor nutritivo. Para elaborar la harina, primero se lavaron, pelaron y rodajearon los cormelos del macal, luego se deshidrataron las rodajas obtenidas en un horno de convección forzada y por último se molieron las rodajas deshidratadas para obtener la citada harina.

Se formularon y elaboraron dos prototipos de galletas dulces utilizando harina de macal (códigos MGA-124 y MGA-336) y un prototipo de galleta dulce testigo con harina de trigo (código MGA-0). Luego, la selección de la galleta más preferida se hizo mediante un Panel Piloto de evaluación sensorial. La Prueba de t, sirvió para determinar si existe diferencia estadística entre dos formulaciones de galletas dulces. El análisis estadístico determinó que no existe diferencia estadística significativa en ninguno de los aspectos sensoriales entre las dos formulaciones de galletas evaluadas.

Se decidió analizar la galleta de código MGA-336 junto a la galleta testigo, en cuanto a las concentraciones de los micronutrientes calcio, fósforo y ácido fólico. En la galleta de código MGA-336 la concentración de calcio es: 1,13%, la del fósforo es: 0,46% y la del ácido fólico es: 11 µg/100 gramos; mientras que en la galleta testigo la concentración del calcio es: 0,92%, la del fósforo es de 0,43% y la del ácido fólico es de: 164 µg/100 gramos. Los gastos de materias primas que se realizaron para la elaboración de 100 galletas dulces con un peso de 10,67 gramos son: Q18,07 para las galletas testigo y Q26,70 para las galletas de código MGA-336.

2. INTRODUCCIÓN

En la investigación: "ESTUDIO DE MERCADO GALLETAS -GUATEMALA", elaborado por: Prochile, Guatemala; se determinó que las galletas son demandadas por la población en general: hombres, mujeres, niños y ancianos, de todos los niveles socioeconómicos, y el consumo de galleta es percibido como una pequeña comida entre comidas, es decir una refacción o merienda; éstas se comercializan con diferente forma, tamaño, color y sabor.

El fin primordial de la presente investigación fue desarrollar la formulación de una galleta dulce con mayor disponibilidad de: calcio, fósforo y ácido fólico que las galletas dulces convencionales. Para lograr lo anterior, se elaboraron galletas dulces con harina de macal (*Xanthosoma violaceum*) o harina de trigo (*Triticum aestivum*).

El macal posee semejanzas con la malanga en cuanto a su valor nutritivo, pero poseen diferencias en cuanto a su origen, ya que el macal es originario de Mesoamérica, mientras que la malanga es originaria del continente asiático.

Durante el desarrollo de la presente investigación se aprovechó el cormelo de macal para elaborar una harina que se utilizó posteriormente para desarrollar dos formulaciones de galletas dulces, en donde variaron los porcentajes de sustitución de la harina de trigo. Los otros componentes de las dos formulaciones no recibieron cambios. Los códigos utilizados para las galletas que utilizaron harina de macal en la formulación son: MGA-124 y MGA-336 y para la galleta testigo se utilizó el código MGA-0.

Las galletas dulces elaboradas de acuerdo a las dos formulaciones en la cual se utilizó harina de macal (MGA-124 y MGA 336), se evaluaron a través de un Panel Piloto de evaluación sensorial para seleccionar la galleta más preferida. Para esta evaluación se utilizó una escala hedónica de siete puntos, y participaron como

panelistas: Ingenieros en Alimentos y estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Alimentos con el curso de Evaluación Sensorial aprobado; dicho Panel de evaluación sensorial se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Carrera.

Los análisis de los contenidos nutricionales de la galleta evaluada sensorialmente y de la galleta testigo se llevaron a cabo en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y en el Laboratorio de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Los análisis realizados fueron de Humedad, Químico-Proximal, determinación de calcio, fósforo y ácido fólico.

La investigación se inició en Julio de 2013 y se terminó en Octubre de 2014.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La desnutrición en Guatemala es un problema complejo y para resolverlo se requieren de diversas acciones, como el aprovechamiento de nutrientes provenientes de nuevas fuentes, o de fuentes poco comunes como los cultivos autóctonos, ya que éstos proveen importantes cantidades de micronutrientes, que son necesarios para afrontar la desnutrición.

Una de las variantes de la desnutrición es el hambre oculta, esto se debe a que no se aprovechan los macronutrientes consumidos, por la falta de micronutrientes; esto se genera en personas de diversas edades y conlleva al padecimiento de enfermedades.

Guatemala es rica en biodiversidad vegetal, existen gran variedad de plantas alimenticias, pero no son muy consumidas, debido a que algunas tienen un sabor no muy apetecible, por lo que están siendo sub- explotadas en el área rural. Una de estas plantas comestibles es el macal (*Xanthosoma violaceum*); este cultivo autóctono posee importantes micronutrientes como el calcio, el fósforo y ácido fólico, además de macronutrientes como: carbohidratos y proteínas.

La presente investigación persigue aprovechar la harina hecha a base del cormelo del macal para sustituir parcial o totalmente la harina de trigo (*Triticum aestivum*) en el desarrollo de dos formulaciones de galletas dulces y verificar cuanto de los siguientes micronutrientes: calcio, fósforo y ácido fólico, son aportados a la referida galleta dulce, en comparación con una galleta dulce que solo utilizó harina de trigo.

Por lo antes planteado surge la siguiente interrogante:

¿La utilización de la harina de macal en la formulación de una galleta dulce aumentará las concentraciones de calcio, fósforo y ácido fólico, en comparación con la galleta dulce testigo?

4. JUSTIFICACIÓN

La disponibilidad de micronutrientes en la alimentación de los guatemaltecos, es una de las necesidades que hay que satisfacer, para evitar cuadros de desnutrición tanto en adultos como en niños. El hambre oculta es catalogado como un tipo de desnutrición y se genera por la falta de determinados micronutrientes en la dieta del adulto o del niño afectado. Son comunes en Guatemala los casos de hambre oculta tanto en adultos como en niños. Entre los micronutrientes que son necesarios están: minerales, hierro, yodo, zinc, ácido fólico entre otros; ya que con el consumo de éstos se mejora la absorción de los macronutrientes como carbohidratos y proteínas. En Guatemala hay variedad de recursos fitogenéticos útiles para la alimentación humana, pero su consumo va en disminución debido entre otros casos, a la diversidad de comida rápida.

Uno de los tubérculos (o cormelos) de gran potencial para la alimentación humana es el macal (*Xanthosoma violaceum*), que es consumido como acompañante de las verduras en el cocido, también es consumido en forma de atole.

El macal contiene importantes componentes nutricionales como los carbohidratos, proteínas e importantes cantidades de micronutrientes como calcio, fósforo y ácido fólico.

El Ministerio de Agricultura y Alimentación . MAGA- de Guatemala, ha fomentado el cultivo del macal en el Departamento de El Petén; esto, con el objetivo de generar exportaciones hacia Miami en Estados Unidos de Norteamérica y Puerto Rico, que demanda dicho alimento en forma fresca. Entre las ventajas que tiene la planta del macal es que no requiere de los mejores suelos, pero sí de suministro de agua.

Por tal razón, para aprovechar las bondades del macal, en la presente investigación se desarrolló la formulación de una galleta dulce, en la que se sustituyó parcial y totalmente la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de macal, para aprovechar los micronutrientes que posee, como el calcio, el fósforo y el ácido fólico. Se elaboró la galleta, debido a que es un alimento popular y puede ser consumida por personas de diferente edad.

De esta manera se aprovechará este alimento como vehículo, para hacer llegar al consumidor los micronutrientes aportados por el macal.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Deficiencias nutricionales en Guatemala

La alimentación de los guatemaltecos ha sido influenciada por la publicidad engañosa, costumbres extranjeras, y muchos otros factores que inclinan los gustos por los alimentos menos nutritivos, como la comida rápida.

La deficiencia de micronutrientes constituye un problema serio, que conlleva al menor aprovechamiento de macronutrientes como carbohidratos, proteínas, grasas, a lo que se le llama ~~hambre oculta~~, el cual es comprendido como un tipo de desnutrición. En los últimos años en Guatemala se ha legislado, para proveer alimentos a la población fortificados con micronutrientes, tales son los casos siguientes: el azúcar con vitamina A, sal con yodo, harinas procesadas fortificadas con hierro, etc. No basta entonces tener una alimentación rica en carbohidratos, proteínas y grasas, se deben tener los micronutrientes para que se tenga un mayor aprovechamiento biológico de los alimentos. Los micronutrientes necesarios en la alimentación son los siguientes: zinc, calcio, hierro, fósforo, yodo, vitaminas B₁₂ y ácido fólico (UNICEF, 2010), (Juárez, 2012).

5.2 Plantas nutricionales sub-explotadas en Guatemala

De acuerdo a Bressani, (1993), en Guatemala se tiene una gran diversidad de especies autóctonas de plantas alimenticias que son poco utilizados en la industria de alimentos; muchas de estas plantas alimenticias tienen componentes nutricionales en altas cantidades, pero que son desconocidas o se tienen pocos conocimientos para su utilización en la formulación de alimentos procesados. Algunas de estas plantas autóctonas alimenticias son las siguientes: anona blanca (*Annona squamosa*),, zapote (*Calocarpum sapota Merr*), mamey (*Mammea americana Guttiferae*), chicozapote (*Manikara zapota Van Royen*), guayaba (*Psidium guajava L*), shucte (*Persea schiedeama Nees*), ramón (*Brosimum*

alicastrum Sw), morro (*Crescentia alata*), ayote (*Cucurbit spp*), tacaco (*Frantzia tacaco*), chaya (*Cnidoscolus aconitifolus* Mill), chipilín (*Crotalaria longirostrata*), hierbamora (*Solanum spp*), loroco (*Fernaldia pandurata*), piñuela (*Bromelia pinguin*), ichintal (*Sechium edule* Sw), sagú (*Marantha arundinacea* L), jícama (*Pachyrrizus erosus* (L) Urban), frijol tepari (*Phaseolus acutifolius*), macal u otoa (*Xanthosoma spp*) y otras especies más.

5.3 Descripción, valor nutritivo y usos del macal (*Xanthosoma violaceum*)

5.3.1 Descripción de la planta de macal (*Xanthosoma violaceum*)

El tubérculo que es objeto de estudio recibe el nombre genérico de macal, ocumo rojo, quequisque, tiquizque, yautía, quiscamote y malanga lila, su nombre científico es: *Xanthosoma violaceum*, este es originaria de América Central y el Caribe, pertenece al género de plantas denominada *Xanthosoma*, la cual está formada por alrededor de cuarenta especies de las cuales solo de cinco a seis son fuentes de alimentos. Es una planta terrestre, común en las orillas de los ríos, con grandes raíces que son comestibles después de su cocimiento. La planta no tiene tallo, sus hojas son grandes, acorazonadas de doce a veinticinco centímetros de ancho. (Muralles Monterroso, 2004), (Güinac, 2008).

Las flores machos están separadas de las hembras, por órganos neutros y tienen anteras entrelazadas que se abren en la cúspide. Los ovarios tienen estilos cortos, coronados, con muchos óvulos (Bressani, 1993).

Entre las especies de *Xanthosoma* comestibles están las que se mencionan a continuación: *X. violaceum*, *X.saggitifolium*, *X. atrovirens*, *X. brasiliense* y otras que no se ha podido demostrar su disposición para ser utilizados como alimento, las que si son utilizadas como plantas ornamentales son las siguientes: *X. mafafa*, *X. blandum*, *X. edule*, *X. nigrum*. El macal tiene una planta herbácea, sin tallo aéreo y puede alcanzar hasta dos metros de altura. Las hojas provienen

directamente de un tallo subterráneo llamado cormo, en el cual se forman los cormos secundarios laterales y horizontales llamados cormelos o rizomas, que son la parte comestible. El producto comercial es el rizoma o llamado también cormelo (Jimenez, 2010).

5.3.2 Clasificación taxonómica del macal (*Xanthosoma violaceum*)

Para la planta del macal esta es la clasificación taxonómica:

Reino:	<i>Plantae</i>
Sub reino:	<i>Tracheobionta</i>
Super división:	<i>Spermatophyta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Liliopsida</i>
Sub clase:	<i>Arecidae</i>
Orden:	<i>Arales</i>
Familia:	<i>Araceae</i>
Género:	<i>Xanthosoma</i>
Especie:	<i>Violaceum</i>

(USDA, 2,012)

5.3.3 Usos en la alimentación

Güinac, 2,008, citando a Wu-Leung, W.T. y Flores menciona que las hojas tiernas del macal (*Xanthosoma violaceum*), ya cocidas también son comestibles, pero la parte que más se utiliza en la alimentación son los rizomas tuberosos . cormelos-, de las cuales se pueden hacer harina para diversos usos, cabe mencionar que en algunas comunidades agrarias del Suroccidente de Guatemala, se tienen algunas plantaciones comerciales; en algunos huertos familiares se acostumbran tener algunas plantas, para estas personas, constituyen un gran alimento los rizomas o cormelos que son cocidos, o utilizados como sustitutos de la papa en caldos, sopas y estofados así como su uso en la elaboración de atole. En Belice se

cultiva comercialmente y tiene mayor preferencia que la papa (*Solanum tuberosus*), (Güinac, 2008), (Muralles Monterroso, 2004).

Los cormelos del macal son fuente importante de calorías, provenientes principalmente de los carbohidratos. En otros países de Latinoamérica, se consumen cocidas en agua, como se hace con otros tubérculos, también pueden ser consumidas horneadas o fritas en aceite. Se puede obtener una harina haciendo una previa cocción y deshidratación. La raíz es también utilizada como fuente de energía en alimentación animal (Güinac, 2008).

El uso secundario de las Aráceas (familia a la que pertenece el género *Xanthosoma*), es el aprovechamiento de las hojas que se consumen tiernas y cocidas, esta utilización es común en varias especies y una de ellas, el belembé, se cultiva exclusivamente por sus hojas (Bressani, 1993).

5.3.4 Cultivo y demanda del macal (*Xanthosoma violaceum*)

En regiones del norte de Guatemala como en el departamento de Petén, el gobierno guatemalteco a través del Ministerio de Agricultura y Alimentación - MAGA-, estuvo impulsando su cultivo a nivel comercial, en el año 2011; para el año 2012, en esta región del país el macal se convirtió en un cultivo comercial reemplazando en parte a algunos productos como el café; al mismo tiempo que la empresa Deinsa (Grupo de Desarrollo de Inversiones Corporativas, S.A) exportó importantes cantidades de macal al mercado estadounidense que cultivó en la región de Colimba, Quetzaltenango. En Estados Unidos el macal es consumido por su alto valor nutritivo y sus bajos contenidos de grasa, por lo que anualmente este país importa alrededor de 7.800 contenedores; otros países que importan grandes cantidades de macal son Canadá, Puerto Rico, Francia y España (Ordoñez, 2011), (Ortíz, 2012).

5.3.5 Disponibilidad del macal (*Xanthosoma violaceum*)

El macal tiene la gran ventaja frente a otros tubérculos, ya que se puede cosechar durante todo el año, ya que no es el rizoma principal la parte que se recolecta, sino los rizomas secundarios o cormelos, de manera que cuando ya se tenga la edad suficiente y se ha estimado que los cormelos ya han alcanzado el tamaño apropiado, se pueden extraer del suelo y volver a sembrarse el cormo principal, para que de él broten nuevos cormelos secundarios, siempre que se tenga disponibilidad de agua (Jimenez, 2010), (Muralles Monterroso, 2004).

5.3.6 Diferencias significativas entre el género *Xanthosoma* y el género *Colocasia*.

El género *Xanthosoma* a la cual pertenece el macal y el género *Colocasia*, a la cual pertenece la malanga tiene ciertas diferencias en cuanto al origen en primer lugar, ya que la malanga es originaria del continente asiático, algunos autores coinciden en que se sitúa en el Nordeste de la India, Sudeste de Asia, extendiéndose según otros autores también hasta Australia y Nueva Guinea. La composición química y valor nutritivo de los tubérculos de los dos géneros tanto el *Xanthosoma* (cormelo) como la *Colocasia* (cormo ó rizoma) son muy parecidos; hay diferencias con respecto a la forma de la hoja ya que las dos tienen la forma acorazonada, pero las hojas del género *Xanthosoma* son pecioladas por el centro, mientras las hojas del género *Colocasia* no son pecioladas por el centro (Wikipedia, es.wikipedia.org/wiki/Colocasia_esculenta, 2012), (FAO, 2012), (Pardo Cernadas, 2013).

5.3.7 Composición nutricional del macal (*Xanthosoma violaceum*)

El cormelo del macal (*Xanthosoma violaceum*), tiene importantes cantidades de carbohidratos, por lo que es fuente importante de calorías, considerando también que las cantidades de Calcio, Fósforo y Ácido Fólico son significativos para la nutrición humana.

Cuadro 1: Composición nutricional del macal (*Xanthosoma violaceum*) en 100 gramos de porción comestible.

Composición	Valores
Agua	65,9%
Energía (Kcal)	132
Proteína	1,7 g.
Grasa total	0,30 g.
Carbohidratos	30,90 g
Fibra Total	2,40 g
Ceniza	1,20 g
Calcio	14 mg
Fósforo	56 mg
Hierro	0,80 mg
Tiamina	0,13 mg
Riboflavina	0,03 mg
Niacina	0,70 mg
Vitamina C	5 mg
Vitamina A (Equivalente Retinol)	1 mcg
Ácidos grasos monoinsaturados	0,02 g
Ácidos grasos poli-insaturados	0,08 g
Ácidos grasos saturados	0,04 g
Vitamina B6	0,29 mg
Ácido fólico	23mcg.

Fuente: (INCAP, 2009).

5.4. El trigo

5.4.1 Definición

El trigo es un cereal perteneciente al Género *Triticum*, es una planta anual de la familia de las Gramíneas, con espigas de cuyos granos molidos se saca una harina, es ampliamente cultivado al igual que el maíz y el arroz. El término trigo se utiliza para determinar tanto a las plantas, como a sus semillas comestibles, igual como ocurre con otros cereales. El trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia, región que actualmente abarca a Siria, Jordania, Turquía, Israel e Irak, en donde fue un importante alimento humano para esta cultura. La planta

del trigo alcanza un metro de altura en promedio, la condición óptima para un buen desarrollo, depende de las condiciones del clima y del suelo pero no son específicas, porque depende de la variedad del trigo (Chacón Martínez, 1983).

5.4.2 Clasificación de trigos

Hay diferentes tipos y variedades de trigos, hay países que establecen sus propios sistemas de clasificación.

Los trigos muy duros crecen en climas muy cálidos y secos, y aún cuando absorben más agua, en su comercialización tienen menos humedad. Los trigos duros también crecen en climas muy cálidos y secos (temporal), aunque menos extremos que las anteriores. Los trigos suaves crecen en climas más templados, donde hay presencia de más agua, aunque absorben menos cantidades de ésta, generalmente en su comercialización, aparecen con un contenido mayor de agua que los duros (Chacón Martínez, 1983).

Para el caso de nuestro país la mayor parte del trigo que se consume para productos de galletería y otros productos de panificación, es importado de Estados Unidos y Canadá; generalmente los trigos duros tienen más proteína que los suaves.

5.4.3 Composición química del trigo

El grano maduro del trigo está formado por:

5.4.3.1 Hidratos de carbono

Los carbohidratos son los componentes que en cantidades, son mayores respecto a otros componentes, por lo que pueden abarcar un 71,18 a 74,24% aproximadamente del contenido del trigo, los carbohidratos más importantes son almidón, fibra cruda, maltosa, sucrosa, glucosa, melibiosa, pentosanos, galactosa y rafinosa.

5.4.3.2 Proteínas

El trigo tiene cinco proteínas distintas que son: glutenina, gliadina, albumina, globulina, prolamina. La glutenina y la gliadina conforman el gluten que es necesaria para la fabricación de galletas, pero es de menor importancia muestra de ello que para la fabricación de las mismas, se utiliza harina suave de trigo que tiene en menor proporción gluten. El gluten constituye el 75 a 80% del total de proteínas en el trigo; las otras proteínas son de menor importancia. Las proteínas abarcan de un 10,35 a un 12,61% del contenido del trigo.

5.4.3.3 Lípidos

Los lípidos contenidos en el trigo abarcan desde un 1,54 hasta un 1,56%, y está conformado por ácidos grasos como: mirístico, palmítico, esteárico, palmitoleico, oleico, linoleico, linolénico. Para el germen del grano de trigo, hay una excepción ya que este tiene un 6 a 11% de lípidos, el salvado de un 3 hasta un 5% y el endospermo de un 0,8 hasta un 1,5%.

5.4.3.4 Minerales

Los minerales que contiene el trigo son los siguientes: Potasio, Fósforo, Magnesio, Calcio, Hierro, Sodio, Manganeso y Zinc. Cabe aclarar que el 95% de esta materia mineral del trigo, está formada por fosfatos y sulfatos de Potasio, Magnesio y Calcio. Parte del fósforo se encuentra en forma de ácido fítico.

5.4.3.5 Vitaminas

El trigo contiene básicamente vitaminas del complejo B, como vitamina B₁ (Tiamina), B₂ (Riboflavina), B₃ (Niacina), Ácido Pantoténico, Piridoxina (B₆) y Ácido Fólico (Véase Recomendaciones dietéticas de Ácido Fólico en página 62).

Algunas otras sustancias que tiene el grano de trigo son: enzimas (B-amilasa, celulasa, glucosidasas) y otras sustancias como pigmentos. Los distintos nutrientes se encuentran distribuidos en las diversas áreas del grano de trigo y

algunos se concentran en regiones determinadas. El almidón está presente únicamente en el endospermo, la fibra cruda está casi exclusivamente en el salvado, y la proteína se encuentra por todo el grano. Aproximadamente la mitad de los lípidos totales, se encuentran en el endospermo. Más de la mitad de las sustancias minerales totales, están presentes en el pericarpio, testa y aleurona (Chacón Martínez, 1983). Según la Tabla de composición de Alimentos de Centroamérica publicado por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá . INCAP-, se distinguen dos tipos de trigo siendo estos trigo grano duro y trigo grano suave, los cuales se diferencian en que el primero tiene mayor contenido de proteína, que el segundo.

Cuadro 2: Composición nutricional del trigo de grano duro y del trigo de grano suave en 100 gramos de porción comestible.

Composición	Trigo grano duro	Trigo grano suave
Agua	13,10%	12,17%
Energía (Kcal)	327	331
Proteína	12,61 g	10,35 g
Grasa total	1,54 g	1,56 g
Carbohidratos	71,18 g	74,24 g
Fibra Total	12,20 g	12,50 g
Ceniza	1,57 g	1,68 g
Calcio	29 mg	27 mg
Fósforo	288 mg	493 mg
Hierro	3,19 mg	3,21 mg
Tiamina	0,38 mg	0,39 mg
Riboflavina	0,12 mg	0,10 mg
Niacina	5,46 mg.	4,80 mg
Ácidos grasos monoinsaturados	0,20 g	0,18 g
Ácidos grasos poli-insaturados	0,63 g	0,66 g
Ácidos grasos saturados	0,27 gr.	0,29 g
Potasio	363 mg	397 mg
Sodio	2 mg.	2 mg
Zinc	2,65 mg.	2,63 mg
Magnesio	126 mg.	126 mg
Vitamina B6	0,30 mg.	0,27 mg
Ácido fólico (Equiv. Folato dietético)	38mcg.	41mcg

Fuente: (INCAP, 2009).

5.4.4 Usos del trigo en la alimentación humana

El trigo generalmente es molido como harina para su utilización; un gran porcentaje de la producción total de trigo, es utilizada para el consumo humano en la elaboración de pan, galletas, tortas y pastas, otro tanto es destinado a alimentación animal y el restante se utiliza en la industria o como simiente (semilla), también se utiliza para la preparación de aditivos para la cerveza y otros licores (Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum>, 2012).

Los principales usos en la alimentación se describen a continuación:

5.4.4.1 Pan con levadura

La mayor evolución en la panificación se dio durante el antiguo Egipto, ya que ellos fueron quienes descubrieron el proceso de fermentación. Estos principios básicos no han cambiado en forma representativa a lo largo de la historia y el avance de los métodos de panadería, consisten especialmente en la utilización de medios cada vez más tecnológicos (Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum>, 2012).

5.4.4.2 Pan ácimo o sin levadura

El pan ácimo o pan sin levadura, se elabora mezclando harina con agua y formando la masa, a la que se le adiciona sal y se le da forma antes de someterla a temperatura alta (Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum>, 2012).

5.4.4.3 Gachas

Es una masa muy blanda elaborada a base de harina de trigo, cocida con agua y sal, y aderezada con leche, miel u otros aditivos. En India y Pakistán, es tradicional su elaboración a base de harina integral y de preferencia con el trigo *durum* (Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum>, 2012).

5.4.4.4 Galletas

Las galletas son elaboradas de masa cocida de harina de trigo, con una pequeña cantidad de agua. El trigo utilizado para las galletas es la variedad *Compactum* (también conocida como Club), el cual es débil debido a que tiene muy poca cantidad de gluten y casi siempre es de baja extracción.

Existen testimonios de que los asirios elaboraban galletas en recipientes de barro y a su alrededor colocaban brasas o piedras calientes. En el antiguo Egipto se elaboraban unas galletas llamadas Shayt, las cuales se encuentran representadas en las pinturas encontradas en la tumba de Rekhmire en Tebas. En Grecia se elaboraba el Dipyre que era un pan que se cocía dos veces y en Roma la galleta se vuelve un alimento popular de las legiones romanas. Durante la Edad Media es muy común el consumo de galletas como pasabocas y para acompañar licores, en inglés y francés se hace común la denominación biscuits, que proviene del vocablo latín *bis quis* que significa cocido dos veces. Algunas galletas requieren la adición de levadura artificial, también suele añadirse azúcar y algo de mantequilla u otra grasa. Actualmente también se pueden encontrar galletas con cobertura de chocolate, jengibre, vainilla y otros ingredientes. (Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum>, 2012).

5.5 La Harina

5.5.1 Definición

La harina es un polvo fino que se obtiene de alimentos ricos en almidón, principalmente cereales, este polvo fino se obtiene mediante un proceso de molienda. Al preparar la harina a partir de cereales, la mayoría de las veces se quitan las capas exteriores del grano del cereal a trabajar, conocidas como salvado y la porción del germen. Un proceso de molienda para obtener harina de trigo lleva a cabo las siguientes fases:

- a) Recepción de materia prima
- b) Limpieza del trigo y eliminación de materias extrañas.
- c) Acondicionamiento (se seca para tener los parámetros de humedad en el grano de trigo).
- d) Molienda, para obtener la harina y otros productos secundarios.
- e) Mezclado de lotes para obtener una harina con características deseables para el cliente.
- f) Almacenaje del producto terminado (Petryk, 2012).

5.5.2 Grado de Extracción

El grado de extracción se refiere al porcentaje de harina obtenida del grano que se está procesando. Por ejemplo para el grano de trigo se tiene un grado de extracción del 82% de endospermo blanco y almidonoso, necesario para obtener harina blanca, pero nunca es posible separarlo exactamente del 18% restante, el cual es el salvado, para así obtener así una harina blanca del 82% de extracción.

Otras clases de harina con diferentes grados de extracción se denominan así.

- a) Harina flor con una tasa de extracción de cuarenta.
- b) Harina blanca con una tasa de extracción de sesenta a setenta. Es la harina refinada de uso común. Solo se ha molido la almendra harinosa, exenta de germen y de cubiertas.
- c) Harina integral con grado de extracción superior a ochenta y cinco, se ha utilizado el grano completo excepto la cascarilla.
- d) Sémola, producto de la molienda de trigo duro, se utiliza para la fabricación de alimentos moldeados y desecados denominados -pastas alimenticias- (ravioles, spaguettis). Tiene mayor contenido en proteínas (gluten) y la molturación es más grosera (Petryk, 2012).

5.5.3 Composición nutricional de la harina de trigo

La composición nutricional de la harina de trigo, varía de acuerdo al uso al que está destinado; para la elaboración de galletas se utiliza harina de trigo suave, a lo que en la Tabla de Composición de alimentos de Centroamérica publicado por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá . INCAP-, lo denomina como harina de trigo para todo uso.

Cuadro 3: Composición nutricional de la harina de trigo todo uso, en 100 gramos de porción comestible

Composición	Valores
Agua	11,92%
Energía (Kcal)	364
Proteína	10,33 g
Grasa total	0,98 g
Carbohidratos	76,31 g
Fibra Total	2,70 g
Ceniza	0,47 g
Calcio	15 mg
Fósforo	108 mg
Hierro	1,17 mg
Tiamina	0,12 mg
Riboflavina	0,04 mg
Niacina	1,25 mg
Acidos grasos monoinsaturados	0,09 g
Acidos grasos poli-insaturados	0,41 g
Acidos grasos saturados	0,16 g
Potasio	107 mg
Sodio	2 mg
Zinc	0,70 mg
Magnesio	22 mg
Vitamina B6	0,04 mg
Acido fólico (como folato dietético)	26 mcg.

Fuente: (INCAP, 2009).

5.6 Galleta

Según la Norma CODEX STAN 192-195, en el apartado 7.1.3 el término galleta se define como una torta pequeña de pan friable fermentada con levadura o bicarbonato de soda. No se refiere a los *biscuit* ingleses, que son galletas o *crackers* dulces de la categoría.

Otra definición más concreta es el siguiente: Pasta pequeña hecha con harina, mantequilla y huevos, que se pueden conservar mucho tiempo sin que se altere (Alboukrek, 2006).

5.6.1 Tipos de galletas que se comercializan en Guatemala

En el mercado guatemalteco se pueden adquirir un sinnúmero de clases de galletas, que se comercializan bajo más de 200 marcas comerciales, pero los tipos de galletas que más comercializan son las siguientes: dulces, saladas, waffle, tipo sándwich, integrales, con granola, dietéticas, entre otras (Lima Sanchinelli, 2012).

Las galletas constituyen uno de los productos más versátiles, clasificados como de consumo masivo ya que son percibidos como una golosina, como una pequeña comida, es decir una refacción o merienda; es un producto de alta aceptabilidad entre los grupos de todas las edades, así mismo es considerado menos dañino que los snacks regulares (ProChile, 2009).

Las características de calidad que se toman en cuenta en una galleta son el esparcimiento, la granulosidad superficial, la compactación, fragilidad y la fuerza de rompimiento.

5.7 Leche

La leche es un líquido producido por las glándulas mamarias de las hembras, el cual es un alimento de gran valor nutritivo, que asegura de forma especial, la subsistencia de las crías al principio de su vida, gracias a su riqueza en grasas emulsionadas, proteínas, lactosa, vitaminas y sales minerales (Alboukrek, 2006), (Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Leche>, 2011).

La leche en polvo se obtiene por medio de un proceso, en donde la misma es introducida a gran presión en cámaras calientes, de esa forma se obtiene una nube de pequeñas gotas de leche que se deshidratan instantáneamente y que se ha denominado sistema Spray. Las propiedades de la leche en polvo son similares a la de su par fluido (Murad, 2012).

5.8 Huevo

Producto comestible de la puesta de algunas aves, principalmente de la gallina, peces, etc. Se presentan protegidos por una cáscara y son ricos en proteínas (principalmente albúmina, que es la clara o parte blanca del huevo) y lípidos. Son un alimento de fácil digestión (Alboukrek, 2006), (Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Cocina_china, 2012).

5.9 Chocolate

Es un alimento sólido compuesto esencialmente por cacao y azúcar molidos; a partir de esta combinación básica, se elaboran distintos tipos de chocolate, que dependen de la proporción entre estos elementos y de su mezcla o no, con otros productos tales como leche y frutos secos. El término cocoa es un nahuatlismo del cacáhuatl (cacao) (Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Chocolate>, 2012), (Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Cocoa>, 2012).

5.10 Margarina

Margarina es un término genérico, para denominar distintos tipos de grasas usadas en sustitución de la mantequilla. Se obtiene mediante procedimientos industriales a partir de grasas insaturadas de origen vegetal, o bien de grasas de origen animal y vegetal mezcladas. Las margarinas 100% vegetal, se obtienen a partir de grasas con un elevado porcentaje de ácido linoleico, una parte del cual deber ser saturado con hidrógeno para que el alimento sea más estable. (Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Margarina>, 2012), (Alboukrek, 2006).

5.11 Azúcar

El azúcar es un alimento de sabor dulce cristalizado, que se extrae de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera (Alboukrek, 2006). Según la norma Coguanor NGO 34 027, el azúcar es el nombre vulgar del disacárido sacarosa de fórmula química ($C_{12}H_{22}O_{11}$); y el azúcar granulado es el producto formado por cristales de sacarosa.

5.12 Cloruro de Sodio

Este compuesto químico (NaCl) es más conocido como sal de mesa, es comúnmente usada como condimento y conservante de comida. La norma Coguanor NGO 34 O24:96, establece las cantidades de yodo que debe tener la sal de origen extranjero o no, para poder ser comercializados en Guatemala.

5.13 Canela

La canela es un condimento obtenido de la corteza del canelo (*Cinnamomum verum*), que sirve para aromatizar dulces y otros manjares cuando esta molida, en cambio cuando esta entera se utiliza para adornar y sazonar platos. Entre

nutrientes que se obtienen de la canela están la fibra, el hierro. (<http://alimentos.org.es/canela>, 2012), (Alboukrek, 2006).

5.14 Polvo de hornear

El polvo de hornear es denominado también levadura química y se utiliza para dar esponjosidad a una masa, debido a la capacidad de liberar dióxido de carbono al igual que las levaduras en los procesos de fermentación alcohólica.

Los componentes básicos del polvo de hornear son bicarbonato sódico, sales ácidas y almidón para evitar la humedad. Uno de los ácidos activa el bicarbonato sódico tan pronto como se mezcla con la masa batida. El segundo ácido no se activa hasta que entra en contacto con el calor. Es por eso que el polvo de hornear se le llama una levadura de doble acción y es por lo tanto, óptimo, porque se aprovechan estas propiedades desde que se mezcla los ingredientes, es decir desde que se inicia a formar la masa y a temperatura ambiente, hasta casi el final del horneado (<http://myeuropeancakes.com/2013/01/05/las-levaduras-quimicas-polvos-de-hornear-impulsores-o-gasificantes/>, 2012), (Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Levadura_qu%C3%ADmica, 2012).

5.15 Análisis Sensorial

5.15.1 Definición

La Evaluación Sensorial se define como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído+(Hernández Alarcón, 2005).

La Evaluación Sensorial de los alimentos es importante, ya que depende de ésta el éxito de un producto alimenticio nuevo en el mercado; la Evaluación Sensorial también está relacionada con el control de calidad y con otras actividades de la industria alimenticia, por lo que es una herramienta básica, que permite la identificación, medición, análisis e interpretación hacia las características de los alimentos. La Evaluación Sensorial puede ser determinada por panelistas, y es utilizado para caracterizar y establecer diferencias con respecto a los atributos sensoriales de los productos y de esta manera establecer su posible aceptabilidad por parte de los consumidores.

5.15.2 Panel de Evaluación Sensorial

El Panel de Evaluación Sensorial depende del estudio que se quiere realizar y para ello se distinguen los siguientes tipos de paneles de Evaluación Sensorial de acuerdo a los tipos de panelistas:

a) Paneles de expertos altamente especializados

Este tipo de panel generalmente lo hacen uno o dos expertos especializados en la Evaluación Sensorial del producto alimenticio (Salamanca Grosso, 2007), (Argueta del Valle, 2008).

b) Paneles de laboratorio donde se utilizan jueces entrenados

Este tipo de panel lo hacen un número reducido de jueces que previamente han recibido capacitación sobre Evaluación Sensorial de alimentos. Este tipo de panel al igual que el de expertos altamente especializados, son utilizados en el control de calidad, en el desarrollo de nuevos productos o para cuando se realizan cambios en las formulaciones de los productos alimenticios (Salamanca Grosso, 2007), (Argueta del Valle, 2008).

c) Paneles de consumidores donde se utiliza un número grande de jueces no entrenados

El tercer tipo de panel de Evaluación Sensorial, es utilizado para determinar la reacción del consumidor hacia el producto alimenticio (Salamanca Grosso, 2007), (Argueta del Valle, 2008).

5.15.3 Muestras

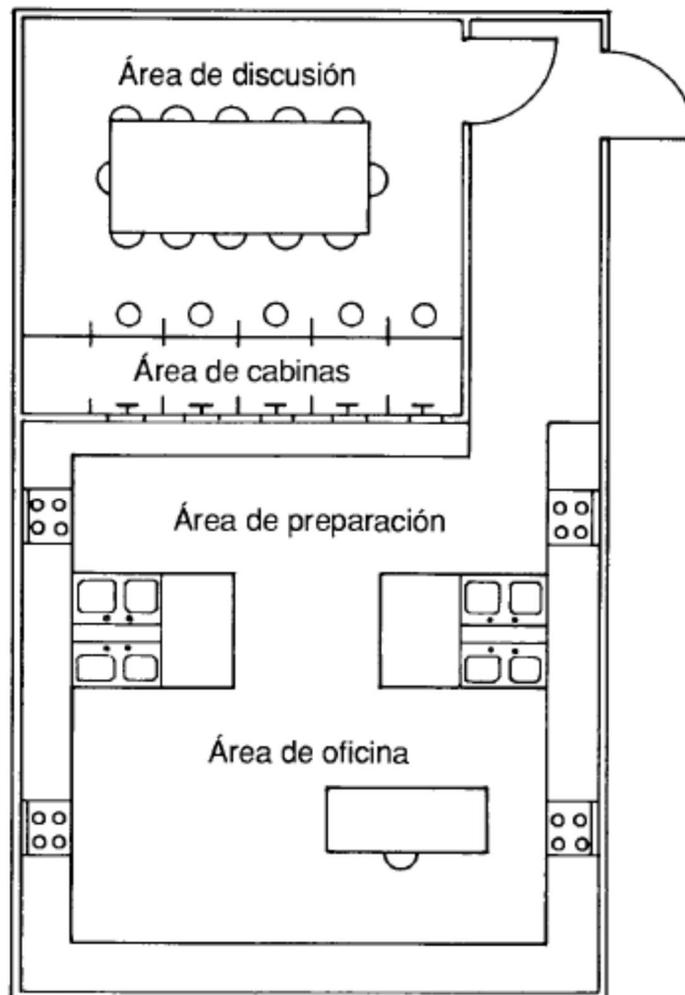
Para realizar los distintos paneles de Evaluación Sensorial, las muestras de los alimentos se sirven a la temperatura a la que se consume el alimento, las muestras también deben ser uniformes y representativas del producto alimenticio, identificadas mediante un código y presentadas en recipientes limpios, incoloros y sin ningún sabor.

Los alimentos pequeños como dulces, chocolates, caramelos: la muestra debe ser una unidad. Los alimentos grandes o a granel: veinticinco gramos. Los alimentos líquidos como sopas o cremas: una cucharada equivalente a veinticinco mililitros (Hernández Alarcón, 2005).

5.15.4 Laboratorio de Evaluación Sensorial

Un laboratorio de Evaluación Sensorial de alimentos debe tener las comodidades para llevar a cabo los paneles de evaluación; debe tener los siguientes ambientes: área de preparación de alimentos, área de oficina, área de discusión y la más importante la cual es el área de cabinas, además debe estar equipado con cristalería adecuada (Watts, 1992).

Ilustración 1: Plano del laboratorio para pruebas sensoriales construido en INCAP, Guatemala.



Fuente: Watts, 1992.

5.15.5 Escala hedónica verbal

El principio de la prueba de la escala hedónica verbal, consiste en solicitarle a los panelistas que den su informe, sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto a través de una escala hedónica verbal o de satisfacción.

Para panelistas entrenados se utiliza una escala hedónica verbal de siete puntos la cual es la siguiente:

1. Me disgusta mucho: _____
2. Me disgusta moderadamente: _____
3. Me disgusta un poco: _____
4. Ni me gusta, ni me disgusta: _____
5. Me gusta un poco: _____
6. Me gusta moderadamente: _____
7. Me gusta mucho: _____

(Esquit Donis, 2013).

5.15.6 Métodos estadísticos empleados en la evaluación sensorial de alimentos

Los métodos estadísticos sirven para hacer inferencias y obtener conclusiones acerca de los productos alimenticios. Utilizando un método estadístico apropiado se puede determinar si una hipótesis debe aceptarse o rechazarse, determinar si existen diferencias entre las muestras, tratamientos o poblaciones y si estas diferencias dependen a su vez de otras variables o parámetros y verificar la consistencia de los panelistas entrenados, tanto durante la fase de capacitación, como durante el estudio mismo (Hernández Alarcón, 2005), (Watts, 1992).

6. OBJETIVOS

6.1 GENERAL

Determinar las concentraciones de calcio, fósforo y ácido fólico en una galleta dulce elaborada con harina de macal (*Xanthosoma violaceum*) en comparación con otra galleta dulce elaborada solo con harina de trigo (*Triticum aestivum*)

6.2 ESPECIFICOS

1. Establecer una metodología para la elaboración de harina a partir de cormelos de macal para su respectiva utilización en las formulaciones de galletas dulces.
2. Desarrollar dos formulaciones de galletas dulces utilizando harina de macal.
3. Determinar mediante un Panel Piloto de evaluación sensorial, la galleta dulce más preferida, que utilice harina de macal en la formulación.
4. Determinar las concentraciones de calcio, fósforo, ácido fólico en la galleta dulce preferida por el Panel Piloto de evaluación sensorial y en la galleta de formulación testigo, mediante análisis realizados en laboratorios externos de análisis de alimentos.
5. Cuantificar los gastos de materias primas utilizadas en la elaboración de galletas dulces.

7. HIPÓTESIS

La galleta dulce elaborada con harina de macal (*Xanthosoma violaceum*), presenta mayores concentraciones de calcio, fósforo y ácido fólico que la galleta dulce elaborada con harina de trigo (*Triticum aestivum*).

8. RECURSOS

8.1 Humanos

- a) Tesista: T.U. Marvin Manolo Sánchez López.
- b) Estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Alimentos que hayan aprobado el Curso de Evaluación Sensorial.
- c) Docentes asesores:
 - a.
 - b. Principal: Ing. Ángel Alfonso Solórzano.
 - c. Adjunto: Ph. D. Marco Antonio del Cid Flores.
- d) Docente encargado del Laboratorio de Análisis Sensorial de la Carrera de Ingeniería en Alimentos ubicado del CUNSUROC.
- e) Docentes de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del CUNSUROC.

8.2 Institucionales

- a) Biblioteca del Centro Universitario del Suroccidente, . CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- b) Laboratorio de Análisis Sensorial de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, ubicado en el CUNSUROC.
- c) Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- d) Laboratorio de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá . INCAP-.

8.3. Económicos

Los gastos en los que se incurrieron durante la investigación, fueron sufragados por el tesista.

8.4 Materiales y equipo

8.4.1 Suministros

- a) Detergente.
- b) Cloro.
- c) Fósforos.
- d) Bolsas para basura.
- e) Bata blanca.
- f) Cofia.
- g) Mascarilla.
- h) Guantes.
- i) Material de empaque (bolsas de polietileno de baja densidad).

8.4.2 Equipo

- a) Balanza Analítica Electrónica con exactitud de 0,1 gramo y capacidad máxima de 500 gramos.
- b) Termómetro.
- c) Horno industrial a gas propano.
- d) Cilindro de gas propano.
- e) Molino de disco.

8.4.3 Utensilios

- a) Bandejas de horneado.
- b) Bolillos de madera.
- c) Cuchillos.
- d) Pelador manual de tubérculos.
- e) Rasqueta de panadero.

8.5 Materia prima

- a) Tubérculos de macal (*Xanthosoma violaceum*).
- b) Harina suave de trigo.
- c) Polvo de hornear
- d) Leche en polvo.
- e) Canela en polvo.
- f) Mantequilla.
- g) Cloruro de Sodio (Sal).
- h) Azúcar granulada.
- i) Agua purificada.

8.6 Panel Piloto de Evaluación Sensorial

- a) Muestras
- b) Vasos de plástico.
- c) Platos de plástico.
- d) Servilletas.
- e) Agua pura.
- f) Lapiceros.
- g) Boletas impresas con escala hedónica.
- h) Etiquetas.

9. MARCO OPERATIVO

9.1 Procedimiento de elaboración de harina de macal

Debido a que no existe en el mercado local la mencionada harina, se elaboró de la manera siguiente:

a) Lavado

Los cormelos de macal, se lavaron para eliminar los restos de material orgánico como la tierra, que se encontraba incrustado en la cáscara de los mismos. Seguidamente se dejaron los cormelos lavados en remojo, por un tiempo aproximado de diez minutos, para facilitar el pelado.

b) Pelado

La eliminación de la cáscara de los cormelos de macal, se llevó a cabo con el fin de elaborar harina de macal, con una coloración menos oscura. El pelado de los cormelos se hizo con el borde filoso de un cuchillo y se tuvo el cuidado de eliminar solo la cáscara de los cormelos, para no incidir negativamente en el rendimiento de la producción de la harina.

c) Reducción de tamaño

Para la reducción de tamaño de los cormelos, se procedió de la siguiente manera:

Rodajeado de los cormelos a un espesor de $2,3 \text{ mm} \pm 0,02 \text{ mm}$, teniendo especial cuidado de apegarse a esta especificación para lograr un secado uniforme de las rodajas. La reducción de tamaño tiene el objetivo de generar un área superficial mayor que conlleve a una mayor transferencia de calor en el proceso de secado.

d) Secado

Se calentó el horno hasta 190 grados Celsius en un tiempo aproximado de diez minutos. Se colocaron las rodajas de macal en las bandejas de secado a una distancia uniforme. El secado se llevó a cabo a una temperatura aproximada de 190 grados Celsius, durante un tiempo aproximado de veinte minutos, utilizando para ello un horno de convección forzada, que a su vez utiliza como combustible el gas propano.

El objetivo de este procedimiento fue disminuir la actividad acuosa, para generar una mayor vida de anaquel. El indicador sensorial de que las rodajas han alcanzado el secado apropiado es la crujencia.

e) Molturación

Se molieron las rodajas crujientes de macal, utilizando un molino de accionamiento motor eléctrico.

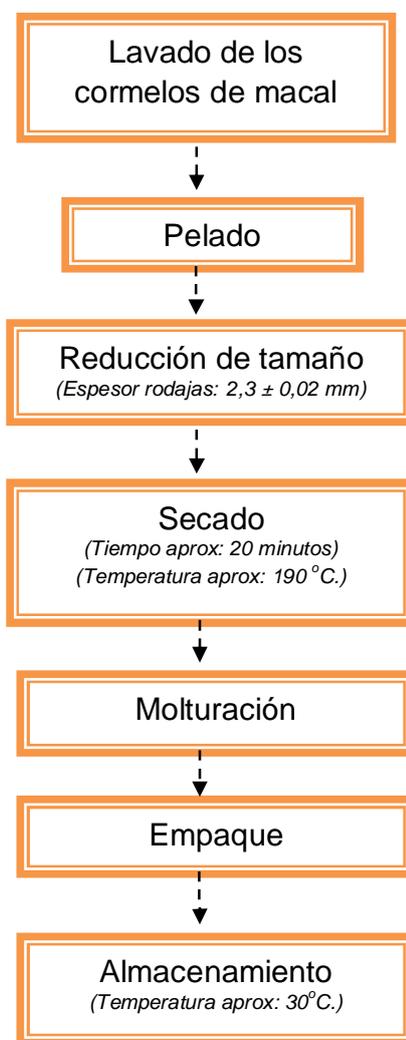
f) Empacado:

Se empacó la harina de macal en bolsas de polietileno de baja densidad, con cierre hermético. El polietileno de baja densidad tiene buena resistencia térmica y química, es traslúcida y es más flexible que el polietileno de alta densidad.

g) Almacenamiento

Se almacenó la harina de macal en un ambiente con temperatura inferior a 30°C.

9.1.1 Diagrama de bloques del procedimiento de elaboración de harina de macal



9.2 Procedimiento de elaboración de galletas dulces

En la presente investigación se elaboraron tres tipos de galletas dulces de acuerdo a las formulaciones desarrolladas planteadas (Véase página 39).

a) Recepción de la materia prima

Se inspeccionó el estado de los ingredientes, para reemplazar los que posean características no adecuadas.

b) Pesado

Se pesaron los ingredientes utilizando balanzas apropiadas para tal efecto. En el pesado de la harina tanto de trigo como la de macal y los demás ingredientes se utilizó una balanza analítica electrónica con una exactitud de 0,1 gramo y con una capacidad máxima de 500 gramos.

c) Mezclado

Se mezclaron los ingredientes, colocando primero la margarina junto con el agua (en poca cantidad), luego se agregaron los demás ingredientes como lo son la sal común, el azúcar granulado, los huevos, la canela en polvo, la leche en polvo, el polvo de hornear, el chocolate en polvo y el mejorador de amasado.

d) Amasado

Se agregó a la mezcla formada, la harina de trigo y/o la harina de macal en las cantidades que especifica la formulación. Se agregó agua, dependiendo de las condiciones plásticas de la masa. Se amasó durante quince minutos.

e) Leudado

Se dejó reposar la masa por quince minutos, para que el polvo de hornear generará un leudado que hizo más voluminosa la masa y con ello se facilitara el moldeado de las galletas.

f) Engrasado de bandejas

Se colocó una capa fina de margarina a la superficie de las bandejas, en las cuales se colocaron las galletas, para evitar que se adhirieran a las mismas durante el horneado.

g) Moldeado

Se moldeó la masa obtenida, generando formas cuadrangulares con las especificaciones aproximadas siguientes: Espesor de dos milímetros, ancho de cinco centímetros y largo de seis centímetros.

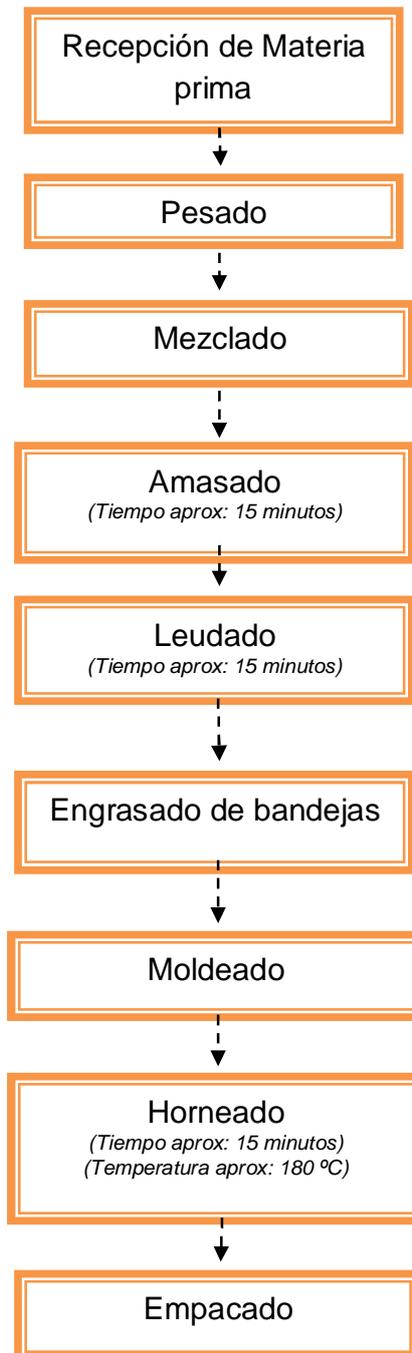
h) Horneado

Se calentó el horno a 180 grados Celsius por un tiempo aproximado de diez minutos. Se hornearon las galletas a una temperatura de 180°C durante un tiempo aproximado de quince minutos.

i) Empacado

Se empacaron las galletas en bolsas de polietileno de baja densidad para mejor conservación.

9.2.1 Diagrama de bloques del procedimiento de elaboración de galletas dulces



9.3 Formulaciones de galletas de macal utilizadas

En la formulación testigo de las galletas dulces no se utilizó harina de macal, en las demás formulaciones solo variaron las cantidades de harina de trigo y harina de macal de acuerdo a los porcentajes de sustitución.

Cuadro 4: Formulaciones de las galletas dulces

Ingredientes	Formulación testigo	Formulación 1 (Sustitución parcial de harina de trigo por harina de macal en un 50%)	Formulación 2 (Sustitución de la harina de trigo por harina de macal en un 100%)
	(Código MGA-0)	(Código MGA-124)	(Código MGA-336)
	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Harina de macal	00,00	26,70	53,40
Harina suave de trigo	53,40	26,70	00,00
Polvo de hornear	2,13	2,13	2,13
Leche en polvo	4,28	4,28	4,28
Canela en polvo	0,43	0,43	0,43
Margarina	9,08	9,08	9,08
Cloruro de Sodio (sal)	0,43	0,43	0,43
Azúcar granulada	12,34	12,34	12,34
Huevo	12,82	12,82	12,82
Chocolate en polvo	2,99	2,99	2,99
Mejorador de amasado	2,10	2,10	2,10
TOTAL	100	100	100

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Las formulaciones de galletas dulces se desarrollaron a partir de una formulación típica de galletas, procurando mejorar las características de color, olor, sabor y textura; para lograr ello, la proporción de los ingredientes fue variando, hasta conseguir mejorar las características antes mencionadas.

9.4 Evaluación Sensorial

El objetivo fue determinar cuál de las dos formulaciones de galleta dulce en donde se utilizó harina de macal, es la más preferida, para que posteriormente fuera analizado en cuanto a la composición nutricional, junto a la galleta testigo que no utilizó harina de macal.

Dicha Evaluación Sensorial se llevó a cabo durante la segunda y tercera semana del mes de Septiembre de 2014, en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Carrera de Ingeniería en Alimentos mediante un Panel Piloto. Para este Panel Piloto de Evaluación Sensorial, se utilizaron boletas impresas con la Escala Hedónica de siete puntos, en la cual se tiene una apreciación máxima de %Gusta mucho+ y se tiene una apreciación mínima de %Disgusta mucho+(Véase Apéndice en página 65). Se necesitaron quince jueces entrenados de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, por ello, en el Panel participaron estudiantes con el Curso de Evaluación Sensorial aprobado y catedráticos de la mencionada carrera.

En el Panel Piloto de evaluación sensorial se evaluaron los siguientes aspectos sensoriales: color, olor, sabor y textura.

9.5 Diseño estadístico

Para determinar si existe diferencia estadística significativa entre las dos formulaciones de galletas dulces que utilizaron harina de macal en la formulación, se uso un diseño experimental simple, donde la distribución de tratamientos se hizo en grupos pareados, el número de tratamientos (formulaciones de galletas) fue de dos, la metodología estadística utilizada fue la Prueba de t (t de Student) y el número de evaluadores fue de quince.

Primero se calculó la media aritmética para cada formulación de galleta dulce para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

La desviación estándar de cada formulación de galleta dulce, se calculó con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

El error estándar de la media aritmética de cada formulación de galleta dulce, se calculó con la siguiente fórmula:

$$G = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

El error estándar de la diferencia se calculó con la siguiente fórmula:

$$G_{dif} = \sqrt{G_1^2 + G_2^2}$$

Para encontrar el valor de t calculada (tc) se utilizó la siguiente fórmula:

$$tc = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{G_{dif}}$$

Y por último para hallar el valor de t tabulada (tt), se necesita consecuentemente hallar los grados de libertad (GL) para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$GL = n - 1$$

Criterio de conclusión:

Si t calculada (tc) es mayor que t tabulada (tt) existe diferencia estadística significativa entre los datos obtenidos en el Panel Piloto de Evaluación Sensorial de las dos formulaciones de galletas dulces.

Para cada uno de los aspectos sensoriales (color, olor, sabor y textura) se debe hallar su t calculada (tc) y su t tabulada (tt), para consecuente realizar el tipo de análisis descrito en el párrafo anterior (Véase Anexo 3, Valores: t de Student en página 63).

9.6 Análisis de composición nutricional

El primer análisis que se llevó a cabo fue el de contenido de Materia Seca y Humedad de la harina de macal, esto con el objetivo de determinar si la harina posee menos del 11,92% de humedad, para considerarlo seguro para un almacenamiento (debido a que los valores menores a este porcentaje de humedad hay menor proliferación de microorganismos).

La muestra MGA-336 de galleta dulce evaluada en el Panel Piloto de Evaluación Sensorial, junto a la muestra de galleta dulce de formulación testigo, se analizaron en cuanto al contenido Proximal Completo, que incluyen los siguientes análisis: Proteína Cruda, Extracto Etéreo, Fibra Cruda, Materia Seca, Humedad y Cenizas, así como las cantidades de Calcio y Fósforo. Estos análisis al igual que el análisis realizado a la harina de macal, fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El análisis de las cantidades de Ácido Fólico se llevó a cabo en el Laboratorio de Composición de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá . INCAP-.

Estos análisis se llevaron a cabo desde la última semana de Septiembre hasta la penúltima semana de Octubre de 2014.

9.7 Metodología para la cuantificación de gastos de materias primas

Los gastos realizados sobre la compra de materias primas utilizadas en la elaboración de las galletas dulces, se cuantificaron tomando en consideración los precios al detalle que se tienen en el mercado local. Se tomó como base la utilización de 0.616 kilogramos de harina (de trigo o de macal), debido a que con esta cantidad de harina se elaboraron 100 galletas dulces, los cuales fueron necesarios para la puesta en marcha del Panel Piloto de evaluación sensorial y para realizar los análisis de composición nutricional.

10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1 Identificación y codificación de las galletas dulces

En el siguiente cuadro se puede observar el nombre, el código y la descripción de cada una de las galletas dulces elaboradas.

Cuadro 5. Identificación de las muestras de galletas dulces.

Nombre de galleta	Código	Descripción
Galleta Testigo	MGA-0	En la formulación de esta galleta dulce se utiliza 100% harina de trigo.
Galleta 50% macal	MGA-124	En la formulación de esta galleta dulce se utiliza 50% harina de trigo y 50% harina de macal.
Galleta 100% macal	MGA-336	En la formulación de esta galleta dulce se utiliza 100% harina de macal

Fuente: Elaboración propia, 2014.

10.2 Resultados de evaluación sensorial

En el Panel Piloto de evaluación sensorial y su repetición, se evaluaron cuatro aspectos sensoriales: color, olor, sabor y textura, en dos muestras de galletas dulces que son: galleta 50% macal y galleta 100% macal. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente, mediante la Prueba de t (t de Student), en la cual el Criterio de Conclusión es el siguiente: Si t calculada (t_c) es mayor que t tabulada (t_t), existe diferencia estadística significativa entre los datos obtenidos en el Panel Piloto de evaluación sensorial de las dos formulaciones de galletas.

Para cada uno de los aspectos sensoriales (color, olor, sabor y textura), se obtuvo su t calculada (t_c) y se le buscó su t tabulada (t_t), (Véase anexo 3 en página 63) para consecuentemente determinar si existe diferencia estadísticamente significativa en cada uno de los aspectos.

10.2.1 Panel Piloto de evaluación sensorial

De acuerdo al siguiente cuadro se puede observar que en cada uno de los cuatro aspectos sensoriales el valor de t calculada es menor que t tabulada por lo que no existe diferencia estadística significativa, en ninguno de los cuatro aspectos sensoriales.

Cuadro 6: Valores de la prueba de t del Panel Piloto de evaluación sensorial realizada a dos formulaciones de galletas dulces

Aspecto sensorial	t calculada	t tabulada
Color	0,39	1,7613
Olor	1,71	1,7613
Sabor	1,66	1,7613
Textura	1,75	1,7613

Fuente: Elaboración propia, 2014.

En el primer aspecto sensorial el cual es el color, las muestras de galletas 50% macal, obtuvieron una media aritmética de 5,53 puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta moderadamente+ de la Escala hedónica utilizada, mientras que las galletas 100% macal obtuvieron una media aritmética de 5,33, puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta poco+ de la escala hedónica utilizada.

En el segundo aspecto sensorial el cual es el olor, las muestras de galletas 50% macal, obtuvieron una media aritmética de 5,73 puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta moderadamente+ de la escala hedónica utilizada, mientras que las galletas 100% macal obtuvieron una media aritmética de 5,07, puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta poco+ de la escala hedónica utilizada.

En el tercer aspecto sensorial el cual es el sabor, las muestras de galletas 50% macal, obtuvieron una media aritmética de 5,33 puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta moderadamente+ de la escala hedónica utilizada, mientras

que las galletas 100% macal, obtuvieron una media aritmética de 4,6, puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta poco+ de la escala hedónica utilizada.

En el cuarto aspecto sensorial el cual es la textura, las muestras de galletas 50% macal, obtuvieron una media aritmética de 4,73 puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta poco+ de la escala hedónica utilizada, mientras que las galletas 100% macal obtuvieron una media aritmética de 3,67, puntuación que se categoriza en la calificación de %No gusta, ni disgusta+ de la escala hedónica utilizada.

Para comprobar los resultados estadísticos del Panel Piloto de evaluación sensorial realizado y por ende darle mayor confiabilidad, se realizó una repetición del Panel Piloto en condiciones idénticas.

10.2.2 Repetición de Panel Piloto de evaluación sensorial

En la repetición del Panel Piloto de evaluación sensorial se volvieron a generar los mismos resultados estadísticos. En el siguiente cuadro se puede observar que en cada uno de los cuatro aspectos sensoriales el valor de t calculada es menor que t tabulada por lo que no existe diferencia estadística significativa, en ninguno de los cuatro aspectos sensoriales.

Cuadro 7: Valores de prueba de t de la repetición del Panel Piloto de evaluación sensorial realizada a dos formulaciones de galletas dulces

Aspecto sensorial	t calculada	t tabulada
Color	1,15	1,7613
Olor	1,19	1,7613
Sabor	0,45	1,7613
Textura	0,64	1,7613

Fuente: Elaboración propia, 2014.

En el primer aspecto sensorial el cual es el color, las muestras de galletas 50% macal, obtuvieron una media aritmética de 5,6 puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta moderadamente+ de la escala hedónica utilizada, mientras que las galletas 100% macal obtuvieron una media aritmética que fue de 6,06, puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta moderadamente+ de la escala hedónica utilizada.

En el segundo aspecto sensorial el cual es el olor, las muestras de galletas 50% macal obtuvieron una media aritmética de 5,47, puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta poco+ de la escala hedónica utilizada, mientras que las galletas 100% macal obtuvieron una media aritmética que fue de 6,06, puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta moderadamente+ de la escala hedónica utilizada.

En el tercer aspecto sensorial el cual es el sabor, las muestras de galletas 50% macal, obtuvieron una media aritmética de 5,67, puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta moderadamente+ de la escala hedónica utilizada, mientras que las galletas 100% macal obtuvieron una media aritmética de 5,87, puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta moderadamente+ de la escala hedónica utilizada.

En el cuarto aspecto sensorial el cual es la textura, las muestras de galletas 50% macal, obtuvieron una media aritmética de 5,2 puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta poco+ de la escala hedónica utilizada, mientras que las galletas 100% macal, obtuvieron una media aritmética de 4,87, puntuación que se categoriza en la calificación de %Gusta poco+ de la escala hedónica utilizada.

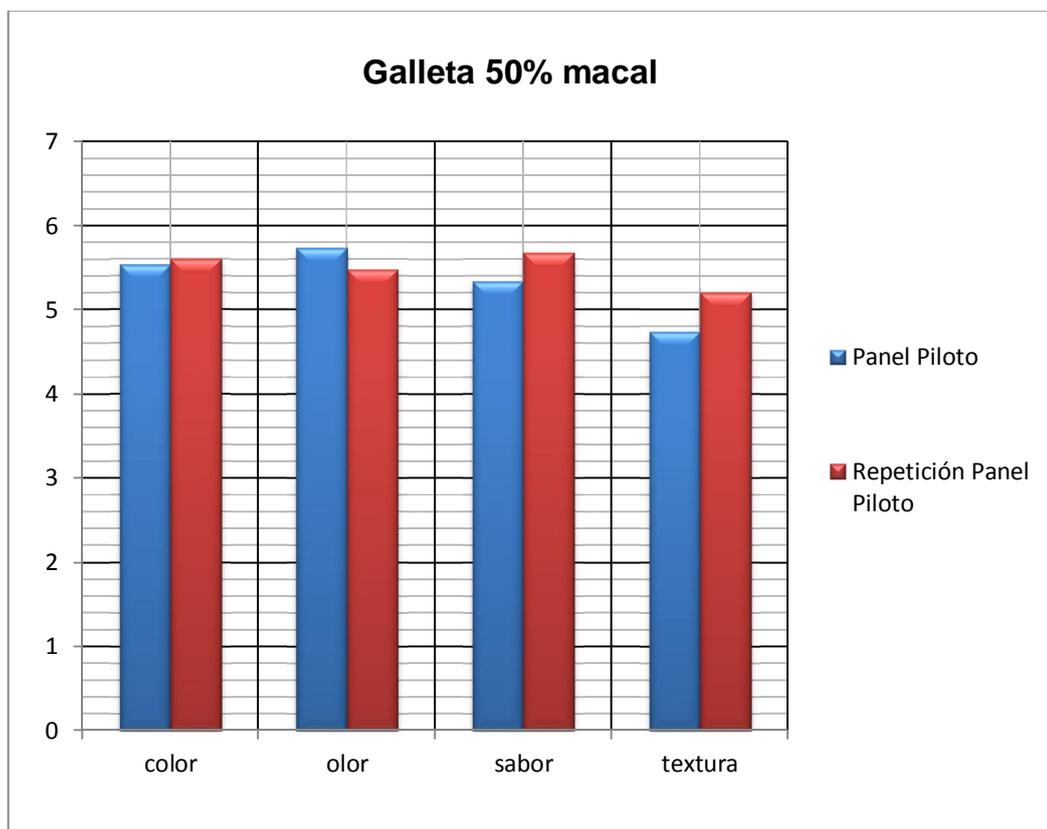
En los siguientes cuadros comparativos e ilustraciones se puede apreciar de mejor manera que las medias aritméticas de las puntuaciones en cada uno de los cuatro aspectos tuvieron aumento en la repetición del Panel Piloto de evaluación sensorial, exceptuando el aspecto olor de la galleta 50% macal.

Cuadro 8: Comparación de puntuaciones de la galleta 50% macal

Aspecto Sensorial	Panel Piloto	Repetición Panel Piloto
Color	5,53	5,6
Olor	5,73	5,47
Sabor	5,33	5,67
Textura	4,73	5,2

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Ilustración 2: Gráfica comparativa de puntuaciones de la galleta 50% macal



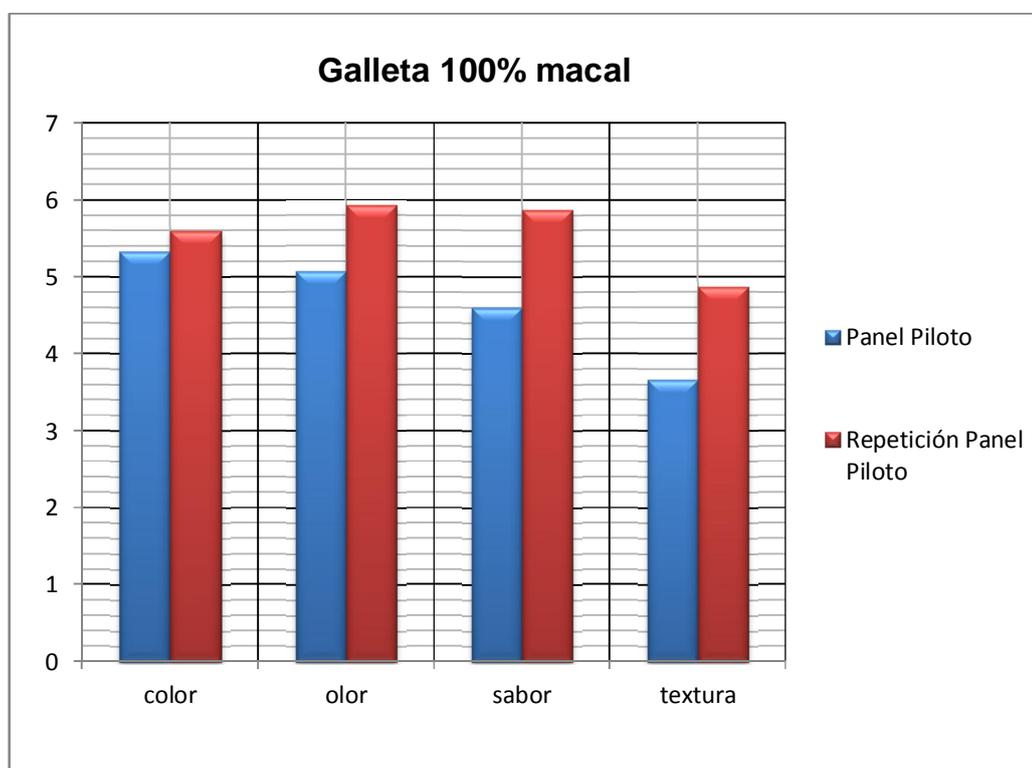
Fuente: Elaboración propia, 2014.

Cuadro 9: Comparación de puntuaciones de la galleta 100% macal

Aspecto Sensorial	Panel Piloto	Repetición Panel Piloto
Color	5,33	5,6
Olor	5,07	5,93
Sabor	4,6	5,87
Textura	3,67	4,87

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Ilustración 3: Gráfica comparativa de puntuaciones de la galleta 100% macal



Fuente: Elaboración propia, 2014.

De acuerdo a las ilustraciones anteriores se puede observar que en la repetición del Panel Piloto de evaluación sensorial, la galleta 100% macal obtuvo mejores puntuaciones, consolidando un grado de preferencia mayor que la galleta 50% macal, por tal motivo se decidió analizarla bromatológicamente junto a la muestra de galleta testigo.

10.3 Resultados de análisis Físico-Químico

10.3.1 Resultados de análisis de humedad realizada a la harina de macal

De acuerdo al análisis de humedad, realizado a la harina de macal en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Véase Apéndice 2 en página 67), la harina de macal posee una baja cantidad de agua, alcanzando apenas el 1,13%, siendo ésta la condición de la harina de macal se considera segura para el almacenamiento, debido a que posee menor cantidad de agua que una harina de trigo de uso común que posee hasta un 11,92% (Véase Cuadro 3 en página No. 19).

10.3.2 Resultados de análisis Químico-Proximal realizado a las galletas

Los resultados de análisis Químico-Proximal (Véase Apéndice 3 y 4 en páginas 68 y 69) que se les realizaron a las muestras de galletas dulces en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia son los siguientes:

En la galleta 100% macal se puede observar que posee una mayor cantidad de agua siendo esta de 11,83%, mientras que en la galleta testigo se tiene 7,97% de agua, esto se debe a que en la galleta testigo desaparece la harina de macal, situación que se da manera parecida, con el Extracto Etéreo (E.E.) que posee 10,09% para la galleta 100% macal y 8,48% para la galleta testigo.

En cuanto a la fibra cruda (F.C.) presente en las galletas los resultados son los siguientes; la galleta 100% macal posee 7,13% fibra cruda, mientras que la galleta testigo tiene 1,33% de fibra cruda; entonces la galleta 100% macal, posee un 5,8% más fibra cruda que la galleta testigo. En este resultado se puede observar la superioridad de la harina de macal frente a la harina de trigo en cuanto al aporte de la fibra a la formulación de la galleta dulce.

La proteína cruda presente en la galleta 100% macal, es menor que en la galleta testigo ya que esta tiene 6,82% mientras que la galleta testigo tiene 13,11%, esto se debe a que la galleta testigo está hecho a base de trigo y este componente de la formulación posee más proteína que el macal de acuerdo a la bibliografía consultada (Véase Cuadro 1 en página 12 y Cuadro 2 en página 15).

La galleta 100% macal posee una menor cantidad de Extracto Libre de Nitrógeno (E.L.N.) respecto a la galleta testigo, ya que posee 68,45% mientras que la galleta testigo tiene un 72,43%.

10.3.3 Resultados sobre las cantidades de micronutrientes de galletas

La parte medular de la investigación fue la determinación de las cantidades de Calcio, Fósforo y Ácido Fólico aportadas por la harina de macal a la formulación de la galleta dulce, por lo que se analizó la galleta 100% macal y la galleta testigo. (Véase Apéndices en páginas 68 a 71)

En cuanto al primero de los micronutrientes el Calcio, la galleta 100% macal posee 1,13%, mientras que la galleta testigo aporta un 0,21% menos de Calcio o sea un 0,92%.

La cantidad de Fósforo es levemente mayor en la galleta 100% macal, debido a que posee 0,46% y en la galleta testigo 0,43%.

El Ácido Fólico contenido en la galleta 100% macal es de 11 $\mu\text{g}/100$ gramos, mientras que en la galleta testigo se tiene 164 $\mu\text{g}/100$ gramos, de Ácido Fólico (Véase Apéndice 6 en página 71 y Apéndice 5 en página 70). En la formulación de la galleta testigo se utilizó harina de suave de trigo que es comúnmente comercializada al detalle en los expendios de productos de panificación en Guatemala; por lo tanto se deduce que la harina de trigo utilizada, poseía una fortificación mínima con ácido fólico de 1,8 mg/Kg de harina, de acuerdo al

REGLAMENTO TECNICO CENTROAMERICANO RTCA 67.01.15:07 HARINAS, HARINA DE TRIGO FORTIFICADA. ESPECIFICACIONES+ Por medio de estas afirmaciones se puede aclarar la razón por la cual galleta 100% macal posee menor cantidad de ácido fólico que la galleta testigo. Uno de los factores que se comprobaron en esta investigación es la estabilidad del ácido fólico contenida en la harina de trigo comercializada en Guatemala, debido a que se mantuvo estable frente a la temperatura de horneado que se utilizó en el marco operativo de esta investigación que fue de 180 °C.

10.4 Cuantificación de los gastos realizados en la elaboración de galletas

Las siguientes estimaciones de gastos sobre materias primas en la elaboración de las galletas dulces, se basa en precios de los mismos al detalle; en cuanto a los procesos de producción se basan en experimentos realizados a nivel de laboratorio.

Cuadro 10: Gastos para la obtención de un kilogramo de harina de macal

Rubro	Gasto
Compra de cormelos de macal	Q 8,99
Alquiler de horno para secado	Q 9,98
Alquiler de molino (molturación)	Q 3,49
Total	Q 22,46

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Cuadro 11: Rendimiento de macal para la obtención de su harina

Peso de cormelos de macal	8,28 Kg
Peso de harina de macal obtenido	2,029 Kg
Rendimiento aproximado	24,51%

Fuente: Elaboración propia, 2014.

En la tabla anterior se puede observar que procesando 8,28 kilogramos de cormelos de macal, se obtienen un total de 2,029 kilogramos de harina, lo que genera un rendimiento del 24,51%.

Los siguientes cálculos, de los gastos sobre materias primas se llevaron a cabo, usando de referencia los precios de los mismos al detalle, estos se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 12: Precios de materias primas al detalle.

	Kilogramo	libra	onza	Gramo
Harina de trigo suave	Q8.26	Q3.75	Q0.23	Q0.008
Harina de macal	22.46	Q10.19	Q0.64	Q0.022
Polvo de hornear	Q35.24	Q16.00	Q1.00	Q0.035
Leche en polvo	Q59.10	Q26.83	Q1.68	Q0.058
Canela en polvo	Q337.74	Q153.33	Q9.58	Q0.333
Margarina	Q17.73	Q8.05	Q0.50	Q0.018
Sal	Q2.20	Q1.00	Q0.06	Q0.002
Azúcar	Q7.71	Q3.50	Q0.22	Q0.008
Huevo	Q18.09	Q8.21	Q0.51	Q0.018
Chocolate en polvo	Q24.83	Q11.27	Q0.70	Q0.025
Mejorador de amasado	Q52.86	Q24.00	Q1.50	Q0.052

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Para la producción de 100 galletas dulces con un peso de 10,67 gramos se utilizaron aproximadamente 616 gramos de harina.

Cuadro 13: Detalles de los gastos en la producción de 100 galletas testigo.

Materias primas	Peso en gramos	Gasto
Harina	616,00	Q 5,02
Polvo de hornear	24,58	Q 0,85
Leche en polvo	49,38	Q 2,88
Canela en polvo	4,94	Q 1,65
Margarina	104,73	Q 1,83
Sal	4,94	Q 0,01
Azúcar	142,38	Q 1,08
Huevo	147,83	Q 2,64
Chocolate en polvo	34,46	Q 0,84
Mejorador de amasado	24,12	Q 1,26
	TOTAL	Q 18,07

Fuente: Elaboración propia, 2014.

De acuerdo al cuadro anterior el valor unitario de una galleta testigo con un peso aproximado de 10,67 gramos, es de Q 0,18.

Cuadro 14: Detalles de los gastos en la producción de 100 galletas 100% macal

Materias primas	Peso en gramos	Gasto
Harina de macal	616	Q 13,65
Polvo de hornear	24,58	Q 0,85
Leche en polvo	49,38	Q 2,88
Canela en polvo	4,94	Q 1,65
Margarina	104,73	Q 1,83
Sal	4,94	Q 0,01
Azúcar	142,38	Q 1,08
Huevo	147,83	Q 2,64
Chocolate en polvo	34,46	Q 0,84
Mejorador de amasado	24,12	Q 1,26
	TOTAL	Q 26,70

Fuente: Elaboración propia, 2014.

De acuerdo al cuadro anterior el valor unitario de una galleta 100% macal con un peso aproximado de 10,67 gramos, es de Q 0,27.

En el siguiente cuadro se describe de manera resumida los gastos en los que se incurren en la producción de 100 galletas dulces. Los gastos varían de acuerdo al tipo de formulación utilizada.

Cuadro 15: Resumen de los gastos materias primas e ingredientes utilizados en la producción de galletas dulces

Gasto por producción de 100 galletas testigo	Q18,07
Gasto por producción de 100 galletas 100% macal	Q26,70
GASTO TOTAL	Q 44,77

Fuente: Elaboración propia, 2014.

11. CONCLUSIONES

- 11.1 La hipótesis es aceptada respecto a los contenidos de calcio y fósforo; debido a que las concentraciones de estos micronutrientes fueron mayores en la galleta que utilizó harina de macal en la formulación, que en la galleta que utilizó harina de trigo fortificada.
- 11.2 La hipótesis es rechazada respecto al contenido de ácido fólico debido a que la concentración de este micronutriente fue menor en la galleta que utilizó harina de macal, que en la galleta que utilizó harina de trigo fortificada.
- 11.3 La metodología para la elaboración de la harina de macal fue modificada en cuanto a tiempos de secado, debido a que el indicador de que las rodajas de macal estaban correctamente secas era su crujencia.
- 11.4 Entre las dos formulaciones de galletas dulces evaluadas en el Panel Piloto de Evaluación Sensorial, se determinó mediante el método estadístico de Prueba de t, que no existe diferencia estadística significativa en ninguno de los aspectos sensoriales.
- 11.5 Las concentraciones de los micronutrientes en la galleta 100% macal son las siguientes: calcio: 1,13%, fósforo: 0,46% y ácido fólico: 11 $\mu\text{g}/100$ gramos; mientras que en la galleta testigo son las siguientes: calcio: 0,92%, fósforo: 0,43% y ácido fólico: 164 $\mu\text{g}/100$ gramos.
- 11.6 Uno de los importantes aportes de la harina de macal a la formulación de una galleta dulce fue la cantidad de fibra cruda, debido a que la harina de macal aporta un 5,8% más fibra cruda que la harina de trigo fortificada.
- 11.7 Los gastos realizados para la producción de 100 galletas 100% macal, fueron Q 26,70 y para la producción de 100 galletas testigo fueron Q 18,07.

12. RECOMENDACIONES

- 12.1 Utilizar la harina de macal como fuente significativa de Calcio y Fósforo, en las formulaciones de otros productos de panificación, ya que en la galleta dulce con formulación que utilizó harina de macal, los porcentajes contenidos de estos micronutrientes son los siguientes: 1,13% de Calcio y 0,46% de Fósforo.
- 12.2 Perfeccionar el método de elaboración de galletas dulces descrito en la presente investigación, para mejorar el grado de preferencia de las mismas.
- 12.3 Realizar un estudio de vida de anaquel a la galleta 100% macal debido a que sí posee mayor cantidad de calcio y fósforo que una galleta testigo.
- 12.4 Consumir galletas 100% macal debido a que posee un 7,13% de fibra cruda, por lo que tiene un 5,8% más de fibra cruda que la galleta testigo.
- 12.5 Reducir los gastos de producción de las galletas 100% macal debido a que es un 47.76% más cara que la galleta testigo.

13. BIBLIOGRAFÍA

- 13.1 Alboukrek, A. (2006). Diccionario Enciclopédico usual. Guatemala, Gt: Larousse, 96p.
- 13.2 Alimentos.org. (2012). *Información general acerca de la canela*. Recuperado de: <http://alimentos.org.es/canela>.
- 13.3 Argueta del Valle, A. D. (2008). *Determinación de la aceptabilidad de galletas para niños en edad escolar elaboradas a partir de harina de semilla de pan (Artocarpus altilis) en el municipio de San Lorenzo del departamento de Suchitepéquez*. Mazatenango, Suchitepéquez, Gt: Investigación del Programa Universitario en Alimentación y Nutrición -PRUNIAN-: Dirección General de Investigación . DIGI-: Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-: USAC, 151p.
- 13.4 Botanical. (2013). *Aleurona*. Recuperado de: www.botanical-online.com
- 13.5 Bressani, R. (1993). *Valor Nutritivo y usos en alimentación humana de algunos cultivos autóctonos subexplotados de Mesoamérica*. Santiago de Chile: FAO, 74p.
- 13.6 Chacón Martínez, M. (1983). *Sustitución parcial de harina de trigo utilizando harina de arroz, banano, soya y yuca. Caracterización de sus propiedades y posible utilización en galletería comercial*. Tesis para optar al título de Licenciado en Tecnología de Alimentos. Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 144p.
- 13.7 Definición.com. (2013). *Autóctono*. Recuperado de: <http://definiciona.com/autoctono/>.
- 13.8 Diccionario Digital Español. (2013). *Panel*. Recuperado de: <http://definicion.de/panel/>.
- 13.9 Diccionario Digital Español. (2013). *Pericarpio*. Recuperado de: <http://www.definicion-de.es/pericarpio/>
- 13.10 Diccionario Digital Español. (2013). *Taxonomía*. Recuperado de: <http://definicion.de/taxonomia/>
- 13.11 Dictionary, T. f. (2013). *Germen*. Recuperado de: <http://es.thefreedictionary.com/germen>
- 13.12 Dictionary, T. f. (2013). *Hedónica*. Recuperado de: <http://es.thefreedictionary.com/hed%C3%B3nica>

- 13.13 Dictionary, T. f. (2013). *Pigmento*. Recuperado de:
<http://es.thefreedictionary.com/pigmento>
- 13.14 Ecured. (2013). *Globulina*. Recuperado de:
<http://www.ecured.cu/index.php/Globulina>
- 13.15 Ecured. (2013). *Recurso Fitogenético*. Recuperado de:
http://www.ecured.cu/index.php/Recurso_Fitogen%C3%A9tico
- 13.16 Esquit Donis, A. L. (23 de Julio de 2013). *Escala hedónica apropiada*. (M. M. Sánchez López, Entrevistador). Docente de la carrera de Ingeniería en Alimentos. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Suroccidente . CUNSUROC-: Mazatenango, Suchitepequez, Gt.
- 13.17 Glosario. (2013). *Rizoma*. Recuperado de:
<http://ciencia.glosario.net/botanica/rizoma-8975.html>
- 13.18 Guatemala, Ministerio de Economía. (1993). Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR 34 024:96: *Sal Yodada para consumo humano*.
- 13.19 _____ (1985). Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR 34 027: *Azúcar de caña y Azúcar de remolacha*.
- 13.20 Güinac, D. A. (2008). *Búsqueda, colecta y caracterización agromorfológica de cultivares de macal (Xanthosoma violaceum) procedentes del suroccidente de Guatemala*. Mazatenango, Suchitepéquez, Gt. Investigación del Programa Universitario en Alimentación y Nutrición -PRUNIAN-. Dirección General de Investigación . DIGI-: Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-.
- 13.21 Hernández Alarcón, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Bogotá, D.C.: Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD-.
- 13.22 How. (2013). *Antera*. Recuperado de:
http://www.ehowenespanol.com/funcion-antera-flor-info_193126/.
- 13.23 INCAP. (Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panamá). (2,009). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*. Guatemala: INCAP, 137p.
- 13.24 Jiménez F. (2010). *Malanga lila*. Recuperado de:
<http://www.apac.org.ni/MalangaLila/html/index.html>.

- 13.25 Juárez, E. (25 de Mayo de 2012). *Cuatro de cada diez niños padece anemia*. Recuperado de: <http://www.lahora.com.gt/index.php/nacional/guatemala/actualidad/159040-cuatro-de-cada-diez-ninos-padece-anemia>.
- 13.26 Kids Health. (2013). *Ácido Fólico*. Recuperado de: http://kidshealth.org/parent/en_espanol/embarazo/folic_acid_esp.html
- 13.27 Kioskea. (2013). *Prótido*. Recuperado de: <http://salud.kioskea.net/faq/9005-protido-definicion>.
- 13.28 Lexicoon. (2013). *Raviol*. Recuperado de: <http://lexicoon.org/es/raviol>
- 13.29 Lima Sanchinelli, L. (15 de Marzo de 2012). *Macal y malanga, para la exportación*. Recuperado de: <http://www.elperiodico.com.gt/es/20120827/economia/217018/>.
- 13.30 Menchú, M. T. ; Torún, B., & Elías, L. (2012). *Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP*. Guatemala, Gt: INCAP, 222p.
- 13.31 Murad, S. (2012). *La leche y sus propiedades nutricionales*. Recuperado de: <http://www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm>.
- 13.32 Muralles Monterroso, T. A. (2004). *Evaluación de 3 distanciamientos de siembra en cultivo de macal (Xanthosoma sagittifolium), con 3 niveles de fertilización en caserío Santa Cruz, San Francisco, Petén*. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Guatemala, Gt. Universidad de San Carlos de Guatemala . USAC-, Facultad de Agronomía . FAUSAC-.
- 13.33 Myeuropean cakes. (2012). *Polvo de hornear*. Recuperado de: <http://myeuropean cakes.com/2013/01/05/las-levaduras-quimicas-polvos-de-hornear-impulsores-o-gasificantes/>.
- 13.34 Odepa. (2013). *Aráceas*. Recuperado de: http://www.opepa.org/index.php?option=com_content&task=view&id=249&Itemid=30
- 13.35 Ordoñez, A. (7 de Abril de 2011). *Guatemala apuesta por aumentar la exportación de macal*. Recuperado de: www.infosurhoy.com/cocoon/saii/xhtml/es/features/saii/.../feature-02.
- 13.36 Ortiz, A. (25 de Junio de 2012). *Guatemala va tras EE.UU. con el macal*. Recuperado de: www.prensalibre.com.gt/.../Guatemala-va-EE-UU-macal_0_7253274..

- 13.37 Pardo Cernadas, E. (30 de Octubre de 2013). *Xanthosoma*. Recuperado de: <http://almejeiras.wordpress.com/2013/10/30/la-malanga/>.
- 13.38 Petryk, N. (2012). *Tasa de extracción de la harina*. Recuperado de: <http://www.alimentacionsana.com.ar/informaciones/chef/harina.htm>.
- 13.39 ProChile, G. (Septiembre de 2009). *Estudio de mercado galletas Guatemala*. Recuperado de: www.prochile.cl.
- 13.40 Real Academia Española. (2013). *Cofia*. Recuperado de: <http://buscon.rae.es/drae/srv/search?val=cofias>.
- 13.41 Roma, Comisión del Codex Alimentarius. (1995). *Codex Alimentarius 192-195: Norma general del Codex para los aditivos alimentarios*, 361p.
- 13.42 Salamanca Grosso, G. (2007). *Criterios relativos al análisis sensorial de mieles*. Recuperado de: http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/analisis_sensorial_mieles.doc.
- 13.43 UBA (Universidad de Buenos Aires). (2013). *tabla t de Student*. Recuperado de: cms.dm.uba.ar/academico/materias/y_estadistica.../tabla_tstudent.pdf
- 13.44 UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la infancia). (2010). *Micronutrientes*. Recuperado de: http://www.unicef.org/guatemala/spanish/primer_infancia_18489.htm.
- 13.45 USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). (2012). *Xanthosoma violaceum*. Recuperado de: <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=XAVI>.
- 13.46 Vigo, U. d. (2013). *Endospermo*. Recuperado de: http://webs.uvigo.es/mmegias/2-organos-v/guiada_o_v_semilla.php
- 13.47 Watts, B. e. (1992). *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa, Canadá: Centro de Investigaciones para el desarrollo -CIID-, 184p.
- 13.48 Wikipedia. (2012). *Chocolate*. Recuperado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Chocolate>.
- 13.49 Wikipedia. (2012). *Cocoa*. Recuperado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Cocoa>.

- 13.50 Wikipedia. (2012). *Colocasia esculenta*. Recuperado de:
es.wikipedia.org/wiki/Colocasia_esculenta.
- 13.51 Wikipedia. (2013). *Cormo*. Recuperado de:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Cormo>
- 13.52 Wikipedia. (2012). *Huevo*. Recuperado de:
http://es.wikipedia.org/wiki/Cocina_china.
- 13.53 Wikipedia. (2011). *Leche*. Recuperado de:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Leche>.
- 13.54 Wikipedia. (2012). *Levadura química*. Recuperado de:
http://es.wikipedia.org/wiki/Levadura_qu%C3%ADmica.
- 13.55 Wikipedia. (2012). *Margarina*. Recuperado de:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Margarina>.
- 13.56 Wikipedia. (2013). *Testa*. Recuperado de:
[http://es.wikipedia.org/wiki/Testa_\(bot%C3%A1nica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Testa_(bot%C3%A1nica))
- 13.57 Wikipedia. (2012). *Triticum*. Recuperado de:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Triticum>.
- 13.59 WordReference. (2013). *Bromatología*. Recuperado de:
<http://www.wordreference.com/definicion/bromatolog%EDa>
- 13.59 WordReference (2013). *Caldo*. Recuperado de:
<http://www.wordreference.com/definicion/caldo>
- 13.60 WordReference. (2013). *Granel*. Recuperado de:
[http://www.wordreference.com/definicion/granel%20\(a\)](http://www.wordreference.com/definicion/granel%20(a))
- 13.61 WordReference. (2013). *Salvado*. Recuperado de:
<http://www.wordreference.com/definicion/salvado>

Vo. Bo. _____

Licda. Ana Teresa Cap Yes de González

Bibliotecaria

14. ANEXOS

Anexo 1:

Cuadro 16: Recomendaciones dietéticas diarias de Calcio y Fósforo

Sexo/ edad	Calcio (Ingesta Adecuada)	Fósforo
	mg/día	mg/día
Niños		
0-6 meses	300	100
7-12 meses	400	275
1-3 años	500	450
4-6 años	600	500
7-9 años	700	700
Hombres		
10-11,9	1.200	1.200
12-13,9	1.200	1.200
14-15,9	1.200	700
16-17,9	1.200	700
18-29,9	1.000	700
30-49,9	1.000	700
50-64,9	1.200	700
65 y +	1.200	700
Mujeres		
10-11,9	1.200	1.200
12-13,9	1.200	1.200
14-15,9	1.200	700
16-17,9	1.200	700
18-29,9	1.000	700
30-49,9	1.000	700
50-64,9	1.200	700
65 y +	1.200	700
Embarazo	1.000	700
Lactancia	1.000	700

Fuente: (Menchú, Torún, & Elías, 2,012).

Anexo 2

Cuadro 17: Recomendaciones dietéticas diarias de Ácido Fólico

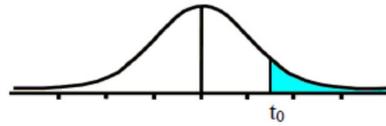
Sexo/ edad	Acido fólico (como folatos) µg EFD*/día
Niños	
0-5 meses	52
6-11 meses	75
1-3 años	150
4-6 años	170
7-9 años	200
Hombres	
10-11.9	250
12-13.9	300
14-15.9	350
16-17.9	375
18-29.9	400
30-64.9	400
65 y +	400
Mujeres	
10-11.9	280
12-13.9	350
14-15.9	375
16-17.9	400
18-29.9	400
30-64.9	400
65 y +	400
Embarazo	600
Lactancia	500

Fuente: (Menchú, Torún, & Elías, 2,012)

*EFD: Equivalentes de Folato dietético

Anexo 3: Valores: t de Student

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800

Fuente: cms.dm.uba.ar/academico/materias/...y_estadistica.../tabla_tstudent.pdf

50	0.6794	1.2987	1.6759	2.0086	2.4033	2.6778
51	0.6793	1.2984	1.6753	2.0076	2.4017	2.6757
52	0.6792	1.2980	1.6747	2.0066	2.4002	2.6737
53	0.6791	1.2977	1.6741	2.0057	2.3988	2.6718
54	0.6791	1.2974	1.6736	2.0049	2.3974	2.6700
55	0.6790	1.2971	1.6730	2.0040	2.3961	2.6682
56	0.6789	1.2969	1.6725	2.0032	2.3948	2.6665
57	0.6788	1.2966	1.6720	2.0025	2.3936	2.6649
58	0.6787	1.2963	1.6716	2.0017	2.3924	2.6633
59	0.6787	1.2961	1.6711	2.0010	2.3912	2.6618
60	0.6786	1.2958	1.6706	2.0003	2.3901	2.6603
61	0.6785	1.2956	1.6702	1.9996	2.3890	2.6589
62	0.6785	1.2954	1.6698	1.9990	2.3880	2.6575
63	0.6784	1.2951	1.6694	1.9983	2.3870	2.6561
64	0.6783	1.2949	1.6690	1.9977	2.3860	2.6549
65	0.6783	1.2947	1.6686	1.9971	2.3851	2.6536
66	0.6782	1.2945	1.6683	1.9966	2.3842	2.6524
67	0.6782	1.2943	1.6679	1.9960	2.3833	2.6512
68	0.6781	1.2941	1.6676	1.9955	2.3824	2.6501
69	0.6781	1.2939	1.6672	1.9949	2.3816	2.6490
70	0.6780	1.2938	1.6669	1.9944	2.3808	2.6479
71	0.6780	1.2936	1.6666	1.9939	2.3800	2.6469
72	0.6779	1.2934	1.6663	1.9935	2.3793	2.6458
73	0.6779	1.2933	1.6660	1.9930	2.3785	2.6449
74	0.6778	1.2931	1.6657	1.9925	2.3778	2.6439
75	0.6778	1.2929	1.6654	1.9921	2.3771	2.6430
76	0.6777	1.2928	1.6652	1.9917	2.3764	2.6421
77	0.6777	1.2926	1.6649	1.9913	2.3758	2.6412
78	0.6776	1.2925	1.6646	1.9908	2.3751	2.6403
79	0.6776	1.2924	1.6644	1.9905	2.3745	2.6395
80	0.6776	1.2922	1.6641	1.9901	2.3739	2.6387
81	0.6775	1.2921	1.6639	1.9897	2.3733	2.6379
82	0.6775	1.2920	1.6636	1.9893	2.3727	2.6371
83	0.6775	1.2918	1.6634	1.9890	2.3721	2.6364
84	0.6774	1.2917	1.6632	1.9886	2.3716	2.6356
85	0.6774	1.2916	1.6630	1.9883	2.3710	2.6349
86	0.6774	1.2915	1.6628	1.9879	2.3705	2.6342
87	0.6773	1.2914	1.6626	1.9876	2.3700	2.6335
88	0.6773	1.2912	1.6624	1.9873	2.3695	2.6329
89	0.6773	1.2911	1.6622	1.9870	2.3690	2.6322
90	0.6772	1.2910	1.6620	1.9867	2.3685	2.6316
91	0.6772	1.2909	1.6618	1.9864	2.3680	2.6309
92	0.6772	1.2908	1.6616	1.9861	2.3676	2.6303
93	0.6771	1.2907	1.6614	1.9858	2.3671	2.6297
94	0.6771	1.2906	1.6612	1.9855	2.3667	2.6291
95	0.6771	1.2905	1.6611	1.9852	2.3662	2.6286
96	0.6771	1.2904	1.6609	1.9850	2.3658	2.6280
97	0.6770	1.2903	1.6607	1.9847	2.3654	2.6275
98	0.6770	1.2903	1.6606	1.9845	2.3650	2.6269
99	0.6770	1.2902	1.6604	1.9842	2.3646	2.6264
100	0.6770	1.2901	1.6602	1.9840	2.3642	2.6259
∞	0.6745	1.2816	1.6449	1.9600	2.3263	2.5758

Fuente: cms.dm.uba.ar/academico/materias/...y_estadistica.../tabla_tstudent.pdf

15. Apéndices

Apéndice 1:

BOLETA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS GALLETAS DE MACAL

BOLETA No. _____

FECHA: _____ HORA: _____

INSTRUCCIONES: A continuación usted podrá evaluar dos muestras de galletas de macal, las cuales debe calificar de acuerdo a su preferencia en la escala presentada, colocando una $\%$ en el aspecto que considere conveniente. Debe beber agua entre cada prueba que deguste.

COLOR

APRECIACIÓN	124	336
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

OLOR

APRECIACIÓN	124	336
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

SABOR

APRECIACIÓN	124	336
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

TEXTURA (CRUJENCIA)

APRECIACIÓN	124	336
Gusta mucho		
Gusta moderadamente		
Gusta poco		
No gusta ni disgusta		
Disgusta poco		
Disgusta moderadamente		
Disgusta mucho		

OBSERVACIONES:

Gracias por su colaboración

Apéndice 2: Resultado sobre el contenido de Humedad en Harina de macal



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

Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas

FORMULARIO BROMATO 7

INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



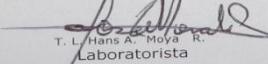
Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Univ
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 24188307
E-mail: bromato2000@yahoo.es

Solicitado por: **MARVIN MANOLO SÁNCHEZ** Dirección: **CIUDAD, GUATEMALA.** No. **463**

Fecha de recibida la muestra: **25-08-2014.** Fecha de realización: **DEL 25 AL 29-08-2014.**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H.	T.N.D. %	E.B. Cal/Kcal
638	HARINA DE MACAL	SECA	1.13	98.87	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
----	-----	SECA	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																
		SECA																
		COMO ALIMENTO																

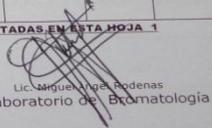
OBSERVACIONES:
Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.



T. L. Hans A. R. Moya R.
Laboratorista



TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 1



Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2014/463
29/08/14

Fuente: Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia . FMVZ-, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Apéndice 4: Resultados del Análisis Químico-Proximal de Galleta 100% macal



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

Elaborado por: Aura Marina de Marroquín
Autorizado por: Lic. Miguel Ángel Rodenas



Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Telefax: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 16
E-mail: bromato2000@yahoo.es

FORMULARIO BROMATO 7

INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Solicitado por: **MARVIN MANOLO SÁNCHEZ.**

Fecha de recibida la muestra: **22-09-2014.**

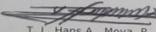
Dirección: **MAZATENANGO.**

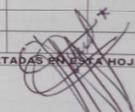
Fecha de realización: **DEL 22 AL 26- 09- 2014.**

No. 491

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D %	Lignina %	Dig. Pepsina %	Dig. K.O.H.	T.N.D. %	E.B. Cal/kcal	
672	MGA-336	SECA	11.83	88.17	10.09	7.13	6.82	7.51	68.45	1.13	0.46	---	---	---	---	---	---	---	
		COMO ALIMENTO	---	---	8.90	6.29	6.01	6.62	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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


T. L. Hans A. Moya R.
Laboratorista


Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

Resultados 2014/491
25/09/14

Fuente: Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia . FMVZ-, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Apéndice 5: Resultado sobre cantidad Ácido Fólico en galleta testigo



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Centro Analítico Integral (CAI)
Laboratorio de Composición de Alimentos
Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.
PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529
www.incap.int

INFORME DE ANÁLISIS

No. CA-14-196

Solicitante:	Atención: Marvín Sánchez L.
Dirección: Sector Loma Sur, Aldea Sibaná, El Asintal Retalhuleu	Tel/Fax: 4385-9467
Fecha de recepción de muestra: 24/09/14	Fecha de informe: 21/10/14
No. de solicitud: CA-14-143	

CONDICIONES DE RECEPCIÓN EN EL LABORATORIO

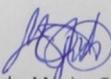
Empaque primario: Bolsa Ziploc	Temperatura: <input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/> Refrigeración
--------------------------------	--

Código Lab.	Fecha de inicio del análisis	Descripción del solicitante	Ácido fólico ⁽¹⁾ (µg/100g)
LCA-14-671	25-09-2014	Galleta MGA-0	164

Metodología utilizada basada en:

⁽¹⁾ Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Method 2004.05

Observaciones:


Licda. Mónica Guamuch
Responsable
Laboratorio de Composición de Alimentos
Unidad de Nutrición y Micronutrientes



Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.
Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.

CA-14-196 MARVIN SANCHEZ

1 de 1

Fuente: Laboratorio de Composición de alimentos, INCAP

Apéndice 6: Resultado sobre cantidad de Ácido Fólico en galleta 100% macal

 Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)
Centro Analítico Integral (CAI)
Laboratorio de Composición de Alimentos
Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.
PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529
www.incap.int

INFORME DE ANÁLISIS

No. CA-14-198

Solicitante: Dirección: Sector Loma Sur, Aldea Sibaná, El Asintal Retalhuleu
Atención: Marvin Sánchez L.
Tel/Fax: 4385-9467
Fecha de recepción de muestra: 24/09/14
Fecha de informe: 21/10/14
No. de solicitud: CA-14-143

CONDICIONES DE RECEPCIÓN EN EL LABORATORIO

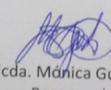
Empaque primario: Bolsa Ziploc Temperatura: Ambiente Refrigeración

Código Lab.	Fecha de inicio del análisis	Descripción del solicitante	Ácido fólico ⁽¹⁾ (µg/100g)
LCA-14-673	25-09-2014	Galleta MGA-336	11

Metodología utilizada basada en:

⁽¹⁾ Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Method 2004.05

Observaciones:


Licda. Mónica Guamuch
Responsable
Laboratorio de Composición de Alimentos
Unidad de Nutrición y Micronutrientes



Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.
Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.

CA-14-198 MARVIN SANCHEZ 1 de 1

Fuente: Laboratorio de Composición de alimentos, INCAP.

16. GLOSARIO

16.1. Ácido fólico

El ácido fólico o folacina es una coenzima necesaria para la formación de proteínas estructurales y hemoglobina.

El ácido fólico es efectivo en el tratamiento de ciertas anemias. Se encuentra en vísceras de animales, verduras de hoja verde, legumbres, frutos secos, germen de trigo y levadura de cerveza (Health, 2013).

16.2. Aleurona

Es el conjunto de gránulos proteicos presentes en las semillas de diversas plantas. Es la sustancia de reserva alimenticia, de naturaleza albuminoidea, que el embrión de la semilla utiliza durante la germinación (Botanical, 2013).

16.3. Antera

Las anteras son la parte de la flor de una planta, que desarrollan y distribuyen el polen. Las anteras contienen el polen que está formado por el esquema necesario para la reproducción (How, 2013).

16.4. Aráceas

Nombre común de una familia de plantas que comprende aproximadamente 2.000 especies herbáceas. El nombre común de su género más representativo es el aro. La familia tiene distribución mundial, y varias especies forman tallos subterráneos comestibles, ricos en almidón (Odepa, 2013).

16.5. Autóctono

Autóctono es utilizada para referirse a personas, cosas, fenómenos, productos, que han nacido o surgido en el mismo lugar, región o país, etc., donde se encuentran (Definición.com, 2013).

16.6. Bromatología

Ciencia que estudia los alimentos, su preparación adecuada y su asimilación por el organismo (Reference.com, Word Reference.com, 2013).

16.7. Cofia

Prenda femenina de cabeza, generalmente blanca y de pequeño tamaño, que llevan enfermeras, camareras, criadas, etc., como complemento de su uniforme (Española, 2013).

16.8. Cormo

Un cormo es un tallo engrosado subterráneo, de base hinchada y crecimiento vertical que contiene nudos y abultamientos de los que salen yemas. Está recubierto por capas de hojas secas, a modo de túnicas superpuestas. En la parte inferior produce pequeños cormos nuevos que servirán para la reproducción de nuevas plantas. Al igual que los bulbos y los rizomas, estos órganos son acumuladores de sustancias nutritivas constituidos por células parenquimales (Wikipedia, Wikipedia, 2013).

16.9. Escala Hedónica

Es una escala utilizada en la evaluación sensorial, que mide el grado de satisfacción que tiene una persona de un alimento. Las escalas deben ser impares con un punto intermedio de %i me gusta, ni me disgusta+ (Hernández Alarcón, 2005).

16.10. Esteárico

El ácido esteárico es un ácido graso saturado de dieciocho átomos de carbono, de fórmula $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$. No es soluble en agua, pero sí en alcohol y éter. Junto con los ácidos láurico, mirístico y palmítico, forma un importante grupo de ácidos grasos. Se encuentra en abundancia en la mayoría de los aceites y grasas, animales y vegetales, en forma de éster· triestearato de glicerilo o estearina· y constituye la mayor parte de las grasas de los alimentos y del cuerpo humano. El ácido se obtiene por la hidrólisis del éster, y comercialmente se prepara hidrolizando el sebo (Salud, 2013).

16.11. Endospermo

El endospermo es un tejido de reserva, que proporciona nutrientes al embrión y durante las primeras fases del desarrollo de la planta (Vigo, 2013).

16.12. Fitogenético

Palabra compuesta. Fito: afijo que significa planta, vegetal, y genética, adjetivo, en biología, relativo a la génesis u origen de las cosas; que estudia las leyes de la herencia. Entonces significa: estudio de la génesis u origen de las plantas, vegetales, por indudablemente estudia también la diversidad genética correspondiente al mundo vegetal (Ecured, 2013).

16.13. Genérico

Qué es común o se refiere a un conjunto de elementos del mismo género (dictionary, Farlex, 2013).

16.14. Globulina

Es una proteína vegetal y animal que se encuentra en el suero sanguíneo, de mayor peso molecular que las albúminas, e interviene en la coagulación (Ecured, Ecured Cuba, 2013).

16.15. Gluten

Es un complejo de proteínas de color blanco grisáceo, duro y elástico, presente en el trigo y en menor medida en el centeno. Da a la masa de pan el tacto viscoso o pegajoso, que retiene el gas cuando sube por acción de la levadura. La mayor parte está compuesta por dos proteínas denominadas glutenina y gliadina.

16.16. Granel

Se refiere al tipo de producto alimenticio que se encuentra en grandes cantidades sin envasar (Reference, Word Reference.com, 2013).

16.17. Leudar

Dar fermento a la masa con la levadura.

16.18. Panel

Cada uno de los compartimentos, limitados comúnmente por fajas o molduras, en que para su ornamentación se dividen los lienzos de pared, las hojas de puertas, etc (Español D. D., Definición De Español, 2013).

16.19. Pericarpio

Parte exterior del fruto de las plantas, que cubre las semillas; proviene de la pared del ovario (Español, Definición De Español, 2013).

16.20. Pigmento

Es una sustancia de diversa naturaleza química que se encuentra en las células de los seres vivos y que da color (dictionary, Farlex, 2013).

16.21. Prótido

Un prótido es una molécula compuesta por un conjunto de aminoácidos. Se le llama péptido si contiene un número pequeño de aminoácidos y proteína cuando el número es importante (Kioskea, 2013).

16.22. Raviol

Son formas cuadradas de pasta y rellenos, que se utilizan para elaborar diferentes recetas culinarias (Lexicoon, 2013).

16.23. Rizoma

Tallo carnoso que crece horizontalmente debajo de la superficie del suelo y actúa como órgano de acumulación de nutrientes que permite perpetuarse a la planta. Los rizomas no son raíces, cuya función es absorber nutrientes, sino que emiten raíces por la cara inferior y tallos por la superior. A diferencia de las raíces verdaderas, los rizomas tienen nudos, yemas y hojas diminutas y no mueren cuando se cortan; si se replantan, dan lugar a una planta nueva (Glosario, 2013).

16.24. Salvado

Capa exterior, rica en fibra, del grano, subproducto de la producción de harina (Reference, Word Reference.com, 2013).

16.25. Taxonomía

Ciencia que estudia la clasificación de animales y plantas. Es probable que el primer estudio científico sobre plantas consistiera en el intento de catalogarlas. La taxonomía tiene su origen en un vocablo que significa ordenación (Español D. D., 2013).

16.26. Testa

La testa es la más externa de las capas de la semilla. Su función es la de proteger a la semilla del medio ambiente (Wikipedia l. e., 2013).