

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LATIERRA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TEMA

**“Elaboración de una galleta integral con adición parcial de harina de
Camote (*Ipomoea batatas L.*) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia
volubilis*)”**

AUTOR

Luis Aldair Yacila Sarango

TUTOR

Ing. Marianela Escobar Msc.

Puyo - Ecuador

Febrero, 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Los criterios emitidos en el proyecto de investigación: ***“ELABORACIÓN DE UNA GALLETA INTEGRAL CON ADICIÓN PARCIAL DE HARINA DE CAMOTE (IPOMOEA BATATAS L.) Y ACEITE DE SACHA INCHI (PLUKENETIA VOLUBILIS)”***, así como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones son de exclusiva responsabilidad de mi autoría, como autor de este trabajo de grado.

Autor

Luis Aldair Yacila Sarango

DNI: 70316179

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Por medio del presente, Marianela Escobar Arcos con CI: 180354666-0 certifico que Luis Aldair Yacila Sarango egresado de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal Amazónica, realizó el Proyecto de investigación titulado: ***“ELABORACIÓN DE UNA GALLETA INTEGRAL CON ADICIÓN PARCIAL DE HARINA DE CAMOTE (IPOMOEA BATATAS L.) Y ACEITE DE SACHA INCHI (PLUKENETIA VOLUBILIS)”***, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial bajo mi supervisión.

Ing. Marianela Escobar Arcos M.Sc.



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND



Oficio No. 91-SAU-UEA-2020

Puyo, 29 de enero de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente al egresado YACILA SARANGO LUIS ALDAIR con C.I. 70316179 con el Tema: "**Elaboración de una galleta integral con adición parcial de harina de Camote (*Ipomea batatas L.*) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)**", de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Directora del proyecto M.Sc. ESCOBAR ARCOS JULIA MARIANELA. ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 1%, Informe generado con fecha 29 de enero de 2020 por parte de la directora conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

Urkund Analysis Result

Analysed Document: PRO-FINAL-CAMOTE.docx (D63129769)
Submitted: 1/29/2020 6:02:00 AM
Submitted By: \${Xml.Encode(Model.Document.Submitter.Email)}
Significance: 1 %

Sources included in the report:

<https://topculinario.com/dc-580,galletas-integrales.html>EcuRed.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3055/1/AL479.pdf>
<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/646/1/T664%20M491.pdf>

Instances where selected sources appear:

3

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación de proyecto de investigación aprueba el proyecto de investigación titulado: ***“ELABORACIÓN DE UNA GALLETA INTEGRAL CON ADICIÓN PARCIAL DE HARINA DE CAMOTE (IPOMOEA BATATAS L.) Y ACEITE DE SACHA INCHI (PLUKENETIA VOLUBILIS)”***

MSc. Juan Elías González
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MSc. Paulina Ulloa
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Mg. Miguel Enríquez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por acompañarme y nunca abandonarme, porque gracias ti mi señor he logrado una meta importante en mi vida, nunca me desampares y guíame en mis nuevos proyectos que sean su voluntad.

A mis padres y hermanos les agradezco por ser el motor principal de mi vida durante estos 5 años de estudios que a pesar de la distancia siempre estuvieron hay para animarme y darme las fuerzas para levantarme.

A mi esposa y a mi hijo por llegar a mi vida justo en el momento que más necesitaba, son mi inspiración de todos los días.

A toda mi familia en Perú y Ecuador, por enseñarme a ser humilde y respetuoso.

A mi tutora por ayudarme en mi proyecto hasta el final.

Yacila Sarango Luis Aldair

DEDICATORIA

Este proyecto quiero dedicárselo a Dios a mi hijo y toda mi familia porque gracias ellos he logrado culminar mis estudios satisfactoriamente.

A mi Dios por protegerme todo este tiempo y guiarme por un buen camino.

A mi hijo por ser mi felicidad cada día que despierto, prometo ser un ejemplo para su vida.

A mi familia por enseñarme a ser fuerte y afrontar cada obstáculo que se me presente.

Yacila Sarango Luis Aldair

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue desarrollar un producto tipo galleta integral aprovechando la harina de camote (*Ipomoea batatas L.*) De dos variedades, adicionando un glaseado de chocolate y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*). El proceso inicia con el lavado, pelado y cortado del camote, luego fue deshidratado en bandejas a 60°C por un tiempo de 24 horas. El camote seco fue triturado por un molino pulverizador para conseguir una harina con un tamaño de partícula de 0,05 mm de acuerdo a la norma INEN 0517. La elaboración de la galleta integral se realizó con la formulación de harinas del 80-20 % y 60-40 % (harina de trigo + harina de camote), proporcionando un total de cuatro tratamientos de los cuales dos galletas fueron de la variedad de camote morado y las otras dos de camote amarillo, en la etapa de secado se glasearon las galletas con chocolate que contiene aceite de Sacha Inchi, una vez concluida esta etapa se controló el rendimiento al final del producto, dando como resultado que la formulación A1B1 que representa el 40% de harina integral y el 60% harina de la variedad de camote morado tubo un valor de 84% que fue el más alto, luego se empacaron en fundas de polietileno y se almacenaron en un ambiente limpio, seco y fresco, una vez obtenidas las galletas se realizó una evaluación sensorial (aroma, sabor, color, textura), utilizando una escala hedónica, también se empleó el uso del programa Excel e Infostat, en donde se obtuvieron resultados en la tabla ANOVA y la prueba Tukey que existía diferencia significativa con respecto a los tratamientos, siendo el tratamiento T4 el 18.26% de harina de camote morado con la formulación (40% de harina de camote morado + 60% de harina integral de trigo), la mejor combinación que gusto a los panelistas, con un grado de confiabilidad del 95%. Finalmente se realizó un análisis bromatológico y microbiológico del mejor tratamiento que mostró valores dentro de lo establecido por la normativa INEN 2085.

Palabras claves: Camote, harina de camote, galleta integral.

ABSTRACT

The aim of this research was to develop a wholemeal biscuit type product using sweet potato flour (*Ipomoea batatas* L.) of two varieties, adding a chocolate glaze and acetylacetyl of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*). The process begins with the washing, peeling and cutting of the sweet potato, then it was dehydrated in trays at 60°C for a period of 24 hours. The dried sweet potato was crushed by a pulverizing mill to obtain a flour with a particle size of 0.05 mm according to the INEN 0517 standard. The elaboration of the wholemeal biscuit was carried out with the formulation of flours of 80-20% and 60-40% (wheat flour + sweet potato flour), providing a total of four treatments of which two biscuits were of the purple sweet potato variety and the other two of yellow sweet potato, in the drying stage the biscuits were glazed with chocolate containing Sacha Inchi oil, once this stage was concluded the yield at the end of the product was controlled, resulting in the formulation A1B1 representing 40% wholemeal flour and 60% flour of the variety of purple sweet potato tube a value of 84% which was the highest, then packaged in polyethylene bags and stored in a clean, dry and fresh, once obtained the cookies were made a sensory evaluation (aroma, taste, color, texture), using a hedonic scale, we also used the Excel and Infostat programs, where results were obtained in the ANOVA table and the Tukey test that there was a significant difference with respect to the treatments, being the T4 treatment the 18.26% of purple sweet potato flour with the formulation (40% purple sweet potato flour + 60% whole wheat flour), the best combination that pleased the panelists, with a degree of reliability of 95%. Finally, a bromatological and microbiological analysis of the best treatment was carried out, which showed values within the established standards INEN 2085.

Keywords: Sweet potato, sweet potato flour, whole grain biscuit.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO I.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1 Formulación del problema.....	3
1.3 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
CAPITULO II.....	5
2 FUNDAMENTACIÓN TEORICA	5
2.1 EL CAMOTE (<i>IPOMOEA BATATAS L.</i>).....	5
2.1.1 Estructuras vegetativas comestibles del camote.....	5
2.1.2 Uso del camote en la industria alimentaria.....	6
2.1.3 Variedades de camote.....	6
2.1.4 Contenido nutricional del camote.....	6
2.1.5 Efectos saludables al consumir camote	7
2.2 HARINA INTEGRAL	8
2.2.1 Industrialización de harinas	8
2.3 HARINA DE CAMOTE.....	8
2.3.1 Composición nutricional	9
2.4 SACHA INCHI	9
2.4.1 Composición nutricional	10
2.5 CHOCOLATE.....	10
2.6 GALLETA INTEGRAL	10
2.6.1 Composición nutricional	11
2.6.2 Panela	11
2.6.3 Huevos.....	11
2.6.4 Mantequilla.....	12
2.6.5 Polvo de Hornear	12
2.6.6 Esencia de vainilla.....	12
2.6.7 Leche pasteurizada	12
CAPITULO III.....	13
3 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
3.1 LOCALIZACIÓN	13

3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	13
3.3	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	13
3.4	ELABORACION DE HARINA DE CAMOTE.....	14
3.4.1	Descripción del proceso de obtención de harina de camote	14
3.5	FORMULACIÓN DE LA GALLETA	14
3.5.1	Descripción del proceso de elaboración de la galleta integral.....	15
3.6	DISEÑO EXPERIMENTAL	16
3.6.1	Modelo matemático	16
3.6.2	Factores en estudio	16
3.7	ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO	17
3.8	REQUISITOS BROMATOLÓGICOS	18
3.8.1	Determinación de la concentración (pH).....	18
3.8.2	Determinación el contenido de proteínas	18
3.8.3	Determinación del contenido de humedad	19
3.8.4	Determinación de ceniza	19
3.9	REQUERIMIENTOS MICROBIOLÓGICOS	20
3.9.1	Métodos para la determinación de la cantidad de microorganismos.....	20
	CAPITULO IV	21
4	RESULTADOS	21
4.1	ELABORACIÓN DE LA GALLETA INTEGRAL.....	21
4.1.1	Cálculo del Rendimiento	21
4.1.2	Diagrama de elaboración de galleta integral	22
4.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA PESO FINAL g	23
4.3	EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA GALLETA INTEGRAL	24
4.4	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	25
4.5	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	26
	CAPITULO V	27
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
5.1	CONCLUSIONES	27
5.2	RECOMENDACIONES	27
	CAPITULO VI.....	28
	BIBLIOGRAFÍA	28

ANEXOS

ANEXO 1 : DIAGRAMAS Y FOTOGRAFIAS	31
ANEXO 2: HOJA DE CAPTACIÓN.....	35
ANEXO 3: RESULTADOS ESTADISTICOS	37
ANEXO 4: ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.....	41
ANEXO 5: RESULTADOS MICROBIOLÓGICO.....	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción taxonómica del camote.....	5
Tabla 2. Composición nutricional del camote en 100g.....	7
Tabla 3: Composición nutricional de la harina integral de trigo.....	8
Tabla 4. Composición nutricional del Harina de camote.....	9
Tabla 5. Composición nutricional del Sacha Inchi.....	10
Tabla 6. Composición nutricional de la galleta integral por cada 100 g.....	11
Tabla 7: Formula general para la galletas.....	14
Tabla 8. Formulación para la elaboración de la Galleta integral con adición parcial de harina de camote, (En función a todos los ingredientes).....	15
Tabla 9. Factores y niveles.....	16
Tabla 10 Tratamientos, variedades, porcentaje y replicas.....	17
Tabla 11: Requisitos bromatológicos para Galletas INEN 2085.....	18
Tabla 12: Requisito bromatológicos para Galletas Codex Standard 152.....	18
Tabla 13: Requisitos microbiológicos para Galletas INEN 2085.....	20
Tabla 14: Análisis del rendimiento de la galleta integral.....	23
Tabla 15: Análisis de varianza del peso final de la galleta integral.....	23
Tabla 16: Matriz de tratamientos y repeticiones de la evaluación sensorial.....	24
Tabla 17: Cuadro de Análisis de varianza de la evaluación sensorial.....	24
Tabla 18: Análisis de TUKEY del factor A*B.....	25
Tabla 19 Parámetros microbiológicos.....	26
Tabla 20: Análisis de varianza del factor Apariencia.....	37
Tabla 21: Cuadro de análisis de la varianza(Apariencia).....	37
Tabla 22: Prueba de Tukey de los tratamientos (Apariencia).....	37
Tabla 23: Análisis de varianza del factor Color.....	38
Tabla 24: Cuadro del análisis de Varianza según Tukey (Color).....	38
Tabla 25: Análisis de los tratamientos según Tukey (Color).....	38
Tabla 26: Análisis de varianza del factor aroma.....	39
Tabla 27: Cuadro de análisis de varianza según Tukey (Aroma).....	39
Tabla 28: Cuadro de análisis de los tratamientos Tukey (Aroma).....	39
Tabla 29: Análisis de varianza del factor sabor.....	40
Tabla 30: Cuadro de Análisis de varianza (Sabor).....	40
Tabla 31: Análisis de los tratamientos según la prueba de Tukey (Sabor).....	40

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA

Foto 1: Ubicación de la Universidad Estatal Amazónica	13
Foto 2: Recepción de M.P	31
Foto 3: Picado.....	31
Foto 4: Deshidratado	31
Foto 5: Camote Deshidratado	31
Foto 6: Molido.....	31
Foto 7: Recepción de M.P	33
Foto 8: Materiales.....	33
Foto 9: Pesado	33
Foto 10: Cortado.....	33
Foto 11: Glaseado.....	33
Foto 12: Almacenado y Empacado.....	33
Foto 13: Captación	35
Foto 14: Panelistas.....	35
Foto 15: Determinación de proteína	35
Foto 16: Determinación de Ceniza	35
Foto 18: Determinación de pH	35
Foto 17: Determinación de Humedad.....	35
Foto 19: Análisis Microbiológico.....	35

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:Diagrama de flujo de elaboración de harina de camote	32
Ilustración 2: Diagrama de flujo de elaboración de la Galleta Integral.....	34
Ilustración 2 : Resultados de pH.....	41
Ilustración 3: Resultado de análisis de proteína.	41
Ilustración 4: Resultados de análisis de humedad.	42
Ilustración 5:Resultados de análisis de ceniza.....	42

CAPITULO I

1 INTRODUCCIÓN

Ecuador es rico en biodiversidad, debido a la cordillera de los andes que atraviesa al país de norte a sur genera climas y microclimas, las condiciones atmosféricas que favorecen la disponibilidad de agua y el suelo fértil, ha permitido que la actividad agropecuaria sea la principal fuente de recursos económicos para la población rural del país. Sin embargo, no todos los productos tienen la misma demanda en el mercado nacional e internacional.

El camote (*Ipomoea batatas L.*) es un tubérculo nativo de América Latina, crece en climas tropicales y es de fácil propagación, además se mantiene sin la necesidad de insumos por lo tanto sus costos de producción son bajos. La producción mundial es de 150 millones de toneladas anuales, siendo Asia la región que produce aproximadamente 80 millones de toneladas anuales. (Basurto, y otros, 2015).

Las propiedades nutricionales que contiene el camote son muy importantes en la alimentación puesto que otorga beneficios a la salud del consumidor, por esta razón los países en vía de desarrollo lo consideran como una alternativa ante la escasez de sus alimentos y la alta tasa de desnutrición. (Wang & Nie S., 2016).

El desarrollo de nuevos productos ha llevado a que muchos países sobresalgan y aumenten sus ingresos económicos, gracias a la innovación en el sector productivo, hoy en día existen numerosos productos nuevos y la mayor parte proviene de pequeños emprendimientos. El aprovechamiento del camote en las industrias de panificación o harinas ha contribuido en la reducción de costos, aunque son algunos países quienes seleccionan al camote como sustituto de la harina de trigo (CIP, 2015).

La investigación del proyecto pretende incentivar a la población de la ciudad del Puyo a conocer sobre el beneficio del camote y el aprovechamiento de las propiedades que posee, por medio de la creación de productos de acuerdo a las necesidades de los consumidores, siendo la galleta integral propuesta como alternativa que reúne estos requerimientos.

1.1 JUSTIFICACIÓN

La desnutrición es un problema que aqueja a nivel mundial, sobre todo en países en vías de desarrollo. La desnutrición puede ser causada por la mala ingestión o absorción de los nutrientes y por dietas inapropiadas. El último reporte de la FAO, (2019) “informo que alrededor de setecientos mil niños sufren de desnutrición y cuatro puntos ocho millones sufren de retraso en el crecimiento o desnutrición crónica en América Latina y el Caribe”.

Frente a esta dificultad, algunos países han optado por el consumo de tubérculos y cereales para suplir las necesidades nutricionales de los pueblos. En la región amazónica del Ecuador, en la provincia de Pastaza se cultiva el camote en cantidades moderadas debido a las condiciones climáticas y suelos propicios para el desarrollo agrícola. A pesar de producirse en pequeñas escalas, generan fuentes de trabajo e ingresos económicos para las personas del sector agrícola, siendo una de las provincias a nivel Nacional que lo cultiva.

El camote (*Ipomoea batatas L.*) es un alimento perennifera que puede mantener sus características físicas por periodos largos de tiempo, brindando algunos beneficios al agricultor durante su comercialización. La patata (*Ipomoea batatas L.*) posee elementos nutricionales como proteína, fibra, calcio hierro, yodo, vitamina A, entre otras, las cuales son sustancias orgánicas esenciales para el crecimiento y actividades corporales normales del ser humano. (Vidal & Zaucedo, 2018)

La galleta integral es un alimento que no contiene colesterol y es elaborada a base de harina de trigo entero sin la separación de ninguna de sus partes, en combinación de una mezcla de grasas y agua, puede ser adicionada de azúcares y otros alimentos, (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.). Ortegán y Barboza, (2016) señala que es un producto con un valioso contenido nutricional que aporta fibra dietética, energía y al mismo tiempo vitaminas, minerales y ácidos grasos.

El sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), es conocido como el cacahuate de los incas, al consumirlo brinda sustancias nutritivas ejemplo los porcentajes de aceites saludables como el ácido graso Omega 3 (más del 48%), Omega 6 (36%) y Omega 9 (8%), proteína, también muestra antioxidantes como el alfa-tocoferol y vitaminas A y E. (Castaño & Valencia, 2012)

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad elaborar una galleta integral con adición parcial de harina de camote (*Ipomoea batatas L.*) en dos niveles, enriquecido con aceite de sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), por contener antioxidantes y ácidos grasos como el Omega 3 que son saludables para el organismo.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El camote es un producto con escasa demanda en el mercado ecuatoriano, pese a las características nutricionales que posee; este producto andino, no se considera parte de la cultura culinaria del Ecuador. En este contexto, el INIAP (2017) Instituto Nacional de investigaciones agropecuarias del Ecuador, manifiesta que existe una reducida industrialización de la materia prima y se ven obligados a impulsar investigaciones sobre el uso de camote en las industrias alimentarias, buscando alternativas para aprovechar su valor nutricional y los beneficios que brinda al organismo humano.

A través de la elaboración de una galleta integral con la adición parcial de harina de camote y aceite Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), se pretende incentivar a la población, al desarrollo de cultivos y productos a base de camote, indicando la importancia de conocer el valor nutricional de los alimentos.

1.2.1 Formulación del problema

El desconocimiento de las propiedades nutricionales y la escasa utilización de procesos tecnológicos han limitado el aprovechamiento del camote y la diversificación de productos que se pueden obtener a partir de esta hortaliza, así como la demanda en el mercado.

1.3 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.3.1 Objetivo general

Elaborar una galleta integral con adición parcial de harina de camote (*Ipomoea batatas L.*) y aceite de sachá Inchi (*Plukenetia volubilis*), estableciendo una alternativa para el desarrollo de productos agroindustriales en la provincia de Pastaza.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Obtener una galleta integral con adición parcial de harina de camote de dos variedades (Guayaco Morado, Toquecito), y aceite de sachá Inchi.
2. Realizar un análisis sensorial para determinar las características organolépticas de la galleta integral.
3. Evaluar la composición bromatológica y microbiológica del mejor tratamiento.

CAPITULO II

2 FUNDAMENTACIÓN TEORICA

2.1 EL CAMOTE (*IPOMOEA BATATAS L.*)

El camote, es un cultivo que se originó primero en América central desde la época prehispánica. Nieto & Muñoz, (1985), “si bien es cierto se ha considerado en algunos países como alimento principal en sus dietas a lo largo del tiempo”. En general es un cultivo rustico, posee una longitud de 30 a 40 cm de los cuales forma un follaje sobre el suelo horizontalmente de 2 a 3 partes. Es necesario resaltar que en Ecuador se cultiva el tubérculo de manera natural, la provincia con mayor producción es Manabí seguido de Loja y la región amazónica. (Cobeñas & Guzman, 2017).

Tabla 1 Descripción taxonómica del camote

Reino	Embryophyta
Subreino	Magnoliopyt
División	Angiospermae
Subdivisión	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Convolvulaceae
Género	Ipomoea
Sección	Batatas
Nombre Científico	Ipomoea batata (L).
Nombre Común	Boniato, batata, patata dulce, camote

Fuente: (Huamán, 1992)

2.1.1 Estructuras vegetativas comestibles del camote

La planta de camote es consumida y utilizada con otros propósitos en la industria alimentaria por ejemplo en China y África, se consume los tallos y hojas en varios platillos (ensaladas) en los restaurantes, Wang & Nie, (2016), “el camote es una buena opción para sopas y se recomienda a bebes, mujeres gestantes”. La población mexicana se alimenta del tubérculo comúnmente como postres, gelatina, flanes, helados, pudines entre otros”.

2.1.2 Uso del camote en la industria alimentaria

Dentro de este marco industrial en los presentes años venideros el camote ha sido vinculado o dicho en otras palabras catalogado como el alimento principal contra la desnutrición mundial. En países como China lo utilizan para la elaboración de almidón, Perú elabora alimentos panificados y fideos hechos a base la harina de camote, Japón obtiene salmueras de la raíz y lacto bebidas, en Filipinas usan el tubérculo para extraer las antocianinas y agregar la leche fermentada sustituyendo por bacteria lactobacillus acidophilus. (El Sheikha & Ray, 2017).

2.1.3 Variedades de camote

Las variedades de camote se clasifican por su color, sabor entre ellos las más consumidas son las de color morado y anaranjada. En la Costa Ecuatoriana prefieren estas dos variedades a excepción de la sierra que utiliza el camote de piel rosada, morada y crema. La humedad en el camote permite una mayor dulzura a diferencia de los de pulpa seca que son menos dulces (Macías, 2011)

- **Guayaco Morado (Pulpa morada.)**

El color característico es un morado pálido, seguido de un color blanco en la piel secundaria, el rendimiento promedio por hectárea es de 18428,5 kg y de follaje 26285,7 kg donde el tiempo para ser cosechado es de un máximo de 140 días. (Macías, 2011).

- **Toquecito**

Es una variedad donde predomina un color anaranjado, en la piel secundaria el color es ausente y es considerado por tener un alto contenido de carotenoides. El rendimiento promedio por hectárea es de 22000 kg y el de follaje 19428,5 kg. (Macías, 2011).

- **Camote blanco**

El color que le caracteriza es una crema que se encuentra presente en la piel, así como también en la pulpa, en las industrias alimentarias lo utilizan para extraer el almidón por no contener dulzor en consideración de las otras variedades. (Macías, 2011)

2.1.4 Contenido nutricional del camote

Martí, (2011) “considera que es un alimento dulce debido a la degradación del almidón en azúcares como la sacarosa, fructuosa y glucosa” y Beatriz, (2011) “el dulzor es proveniente del camote de pulpa húmeda, los azúcares que contienen dependerá de las variedades. En alguno se ha hallado también maltosa”.

Tabla 2. Composición nutricional del camote en 100g

Contenido	Unidad	Cantidad
Agua	g	64 -74
Fibra	g	1.2 – 3.5
Lípidos	g	0.5 – 2.1
Proteínas	g	1.2 -7.2
Grasas	g	0.4 – 3
Carbohidratos	g	20.19 - 27.3
Azúcar	g	4.18 – 9.7
Almidones	g	11.8
Hierro	mg	0.59
Calcio	mg	22
Fosforo	mg	28
Potasio	mg	337
Glucosa	mg	2.37 – 4.68
Sacarosa	mg	56.94 - 59.97
Fructosa	mg	1.43 - 4
Vitamina C	mg	22.7
Vitamina A	IU	14.545

Fuente: Lim, (2016)

2.1.5 Efectos saludables al consumir camote

El consumo de camote, prevenir el daño vascular coronario y cardiaco por contener vitamina B6. En un estudio se obtuvo como resultado de su investigación que el camote protege al hígado y mejora el funcionamiento de las células hepáticas debido al bloqueo de toxinas que genera el organismo, además las hojas de camote contienen altas concentraciones de polifenoles. (Jung, 2011).

El camote posee antocianinas que reducen la obesidad en individuos y contribuye en personas diabéticas, es muy recomendable en su dieta por brindar bajos niveles glucémicos, es decir que libera lentamente el azúcar. (Martí & Chlaudil, 2011).

2.2 HARINA INTEGRAL

Pineda, (1999) El trigo al momento de ser molido se incluye el salvado y el endospermo, el cual permite el aprovechar por completo su valor nutricional, al ser muy nutritivo se le llama harina integral. Es considerado en el mercado por su alta popularidad en la elaboración de diferentes productos.

Tabla 3: Composición nutricional de la harina integral de trigo

Contenido	Unidad\100g
Energía	339 Kcal
Proteína	13 g
Grasa total	1 g
Hierro	3.6 g
Zinc	2.6
Magnesio	160 mg
Fibra	12 g

Fuente: (PINEDA, 1999)

2.2.1 Industrialización de harinas

El consumo de harina integral en los últimos años ha incrementado debido al uso en diferentes productos de panificación y cereales, en el mercado su demanda es muy elevada por ser consumidos a diario. Está demostrado que agregar harina integral a los panes y galletas causa un efecto detrimento significativo en las propiedades funcionales de la masa, disminuyendo la esponjosidad y el volumen del producto horneado, una posible razón es el incremento en la proporción de germen en la masa. (Botanical online, 2019).

Existen diferentes variedades de harinas en el mercado, que son utilizadas en las industrias alimentarias, como materia prima principal o complemento con otra variedad de harina para aumentar su valor nutricional, las más comunes entre ellas harina de trigo, cebada, avena, maíz, etc. (Botanical online, 2019).

2.3 HARINA DE CAMOTE

La obtención de la harina proviene de un proceso térmico de deshidratación que consiste en extraer la mayor cantidad de agua del tubérculo, previo a la molienda, una vez obtenida el polvo se almacena en ambientes libres de humedad. Este método de conservación permite que mantenga sus propiedades nutricionales por un largo periodo aproximando la vida útil

hasta un año sin adición de preservante. Se utiliza con fines industriales y artesanales destacando que más se usa en la panificación y en otros tipos de productos farináceos. En la actualidad no dispone de un mercado establecido en el mundo, no obstante estudios evalúan el comportamiento al sustituir la harina de trigo con el objetivo de reducir costos. (Hathorn, 2008).

Los alimentos a base de harina pueden ser consumidos por humanos y animales, además se maneja en productos congelados o empacados al vacío o para derivados.

2.3.1 Composición nutricional

Este producto puede reemplazar principalmente a la harina de trigo por contener altos niveles vitamínicos y calóricos. Es necesario resaltar la vitamina A por contener una alta concentración que beneficia en la salud de los humanos.

Tabla 4. Composición nutricional del Harina de camote

Contenido	Unidad\100g
Energía	353 Kcal
Proteína	2.10 gr
Grasa total	0.90 g
glúcidos	84.30
Fibra	1.80 g
Calcio	153 mg
Hierro	5.70 mg
Vitamina A	709 mg
Vitamina C	7.90 mg

Fuente: (Fundación Universitaria Iberoamericana, 2017)

2.4 SACHA INCHI

El Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), es una planta trepadora o liana por lo general, originaria de la selva peruana que fue descubierta por el naturalista Linneo (1753). Su nombre deriva de dos palabras quechuas que significa sachá silvestre y Inchi que hace referencia al maní que produce. Es un fruto rico en ácidos grasos del cual se extrae un aceite rico en antioxidantes (Huamán, 1992)

2.4.1 Composición nutricional

El consumo de este fruto o sus derivados se caracterizado por poseer su elevado contenido de ácidos grasos polinsaturados m-3 m-6, que están relacionados con la prevención de contraer problemas cardiovasculares. (Baldeon, 2015).

Tabla 5. Composición nutricional del Sacha Inchi.

Contenido	%
Grasa Cruda	52.63%
Proteína	27 %
Húmeda	5.63 %
Carbohidratos	7.72 %
Ceniza	2.80 %
Omega 3	48 %
Omega 6	36 %

Fuente: (Baldeon, 2015)

2.5 CHOCOLATE

La palabra chocolate es proviene del azteca que deriva de “xocolatl”, (México) que significa “agua espumada” que fue utilizada desde la época de la conquista por los españoles, un alimento completamente nutricional porque contiene aproximadamente %30 de materia grasa. 61% de carbohidratos, 6% de proteína, 3% de humedad y minerales (Fosforo, calcio, hierro), hay que resaltar el contenido de vitamina A y complejo B. (Valenzuela, 2007)

En las industrias de galletas es utilizado con frecuencia, su uso en galletas le brinda un importante valor agregado tanto en lo comercial como nutritivo.

2.6 GALLETA INTEGRAL

El origen de la galleta es confuso, el primer reconocimiento se dio en España por el siglo XVIII procedente del vocablo francés galet que significa “piedra pequeña”. Aunque el producto era consumido antiguamente por los Egipto como pastas. (EcuRed, 2019)

La galleta y la pastelería son el resultado de una serie de operaciones artesanales he industriales cuando es una galleta integral su fuente principal debe ser la harina de trigo molido entero sin la separación de ninguna de sus partes adicionada de grasas y agua, además otros alimentos, (azucars, aditivos, aromas, etc.)” (Ortega & Parra, 2016).

2.6.1 Composición nutricional

La galleta integral se caracteriza por presentar un valioso contenido nutricional aportando energía y calorías. Es un alimento fibra dietética al mismo tiempo aporta a nuestro organismo otros nutrientes, así como Vitaminas y minerales. (Covián., 2019).

Tabla 6. Composición nutricional de la galleta integral por cada 100 g.

Contenido	Vitaminas	Minerales	Grasas
Proteína 10 g	B1 0.26 mg	Calcio 333 mg	MUFA 13.62 g
Grasa 21.2 g	B2 0.06 mg	Hierro 2.5 mg	PUFA 3.48 g
Agua 13.4 g	B3 2.4 mg	Potasio 200 mg	Saturados 4.1 g
Fibra 12.5 g	B6 0.18 mg	Magnesio 28 mg	
Glúcidos 42.9 g	E 1.53 mg	Sodio 300 mg	
		Fósforo 133 mg	
		Selenio 7.3 µg	
		Zinc 1.2 mg	

Fuente: (Covián., 2019)

2.6.2 Panela

La sacarosa es la principal fuente energía en el organismo de las personas al realizar sus actividades diarias, el consumo de azúcares refinadas causa alteraciones en nuestra salud, por esta razón es importante que los consumidores traten de elegir productos naturales o elaborados orgánicamente con en el caso de la panela que no se adhiere ningún químico.

Una mezcla de panela en las galletas aumenta su valor nutricional y asegura al consumidor un producto beneficioso para su salud, la panela es un producto poco común en alimentos, aunque actualmente estudios realizados la consideran mejor que el azúcar refinado la cual reducidas cantidades de carbohidratos. Vitaminas, proteínas, grasas, agua y minerales como el calcio, fosforo, hierro, sodio, potasio, magnesio en cambio la panela si lo tiene, es importante en la alimentación de niños. (Jara, 2014)

2.6.3 Huevos

Los huevos son reconocidos a nivel mundial por mantenerse en los índices altos de consumos por familia. Es un producto popular debido a su composición nutricional y es unos de los alimentos de primera necesidad y son consumidos bien como frescos o procedentes de

cámara de conservación además en las industrias sirven como ingredientes para la elaboración de dulces y galletas.

El contenido nutricional que representa es muy alto, así como vitaminas y minerales entre ellas resaltan la Vitamina A, B3, B6 B12, B9, (Ácido fólico), Zinc, Colina, Lecitina. (Soyar, 2006)

2.6.4 Mantequilla

La NTE INEN 161 (2011). Es un producto graso derivado exclusivamente de la leche o productos derivados, luego de pasar por una pasteurización, se caracteriza por presentar una forma de emulsión del tipo agua en aceite.

Las mantequillas se clasifican en:

- Mantequilla sin sal.
- Mantequilla con sal.

2.6.5 Polvo de Hornear

Llamado también leudante químico, el polvo de hornear libera anhídrido carbónico, en panificación es el principal ingrediente que se utiliza para levantar o hacer esponjosa la masa de harina o almidón al momento del horneado. Está compuesto de bicarbonato de sodio, pirofosfato de sodio, fosfato mono cálcico y almidón, su aspecto físico es de un polvo de color blanco. (Coburgos, 2019)

2.6.6 Esencia de vainilla

La vainilla es un producto aromático que se utiliza con frecuencia en confiterías, tratándose del fruto proveniente de la planta de las orquídeas. Es un cultivo que se reproduce en lugares tropicales, siendo una gran fuente estimulante, en los mercados comercializan esencias de vainillas que se aproximan a la auténtica los cuales derivan del fenol, estos productos sintéticos no tienen comparación al de la vainilla natural. (Pérez & López, 2011).

2.6.7 Leche pasteurizada

Es un producto lácteo que sufre un cambio térmico para asegurar la completa eliminación de microorganismos patógenos y toxicogénicos, sin desnaturalizar sus propiedades físico-químicas que a sus ves mantiene sus características organolépticas y cualidades nutritivas. (INEN 076, 2013).

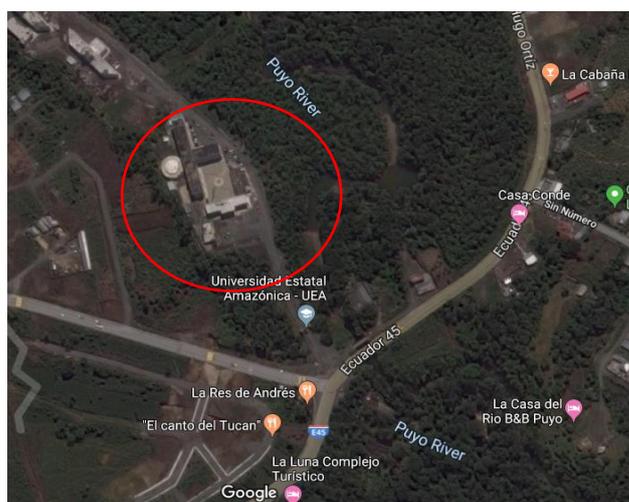
CAPITULO III

3 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se realizó en la provincia de Pastaza, ciudad del Puyo, en la Universidad Estatal Amazónica que se ubica en el paso lateral km. 2½, vía Tena. Las actividades se desarrollaron en los laboratorios de agroindustrias, bromatología, microbiología y química.

Foto 1: Ubicación de la Universidad Estatal Amazónica



Fuente: Google Maps

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se empleó en el estudio es experimental en el cual se observa los cambios producidos por una o más variables en el desarrollo del producto, también se incluyó una investigación cualitativa y cuantitativa para identificar las características organolépticas a través de un análisis sensorial, y un medio estadístico para la validación de los resultados obtenidos que permitió determinar la mejor formulación.

3.3 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El proyecto consto de un diseño de dos factores AxB, en combinación de dos niveles 2x2 (tratamiento por replica), con 8 unidades experimentales por medio de la herramienta estadística, ANOVA y TUKEY que permito la comparación y diferencia de los tratamientos.

3.4 ELABORACION DE HARINA DE CAMOTE

La elaboración de la harina de las dos variedades de camote permitió el uso en el proceso de obtención de la galleta integral. En la operación de deshidratado se tomó en cuenta el peso a la inicial y al final.

3.4.1 Descripción del proceso de obtención de harina de camote

El proceso inicia con la recepción de la materia prima, se evalúa que esté libre de daños por golpes, plagas, etc. además se toman los pesos para luego determinar el rendimiento final, luego se lavaron los camotes con agua limpia, también se clasificaron y se desecharon cualquier unidad defectuosa, inmediatamente son pelados y cortados para ser llevados a una pre molienda, el cual permitió que se realice un secador horizontal de cabina o horno, donde se colocó en bandejas a temperatura de 60°C por un tiempo de 24 horas hasta que se elimine el agua contenida, una vez seca, se dirigió por un molino pulverizador para obtener una harina fina, posteriormente al ser realizada la molienda, paso por un tamiz que definió el tamaño de partícula óptima que está de acuerdo a la normativa. El producto fue empacado en bolsas de polietileno de alta densidad. **Ver Anexo 1.**

3.5 FORMULACIÓN DE LA GALLETA

Se realizaron las siguientes formulaciones en la elaboración de la galleta integral a base de harina de camote, añadiendo el total de ingredientes.

Tabla 7: Formula general para las galletas

INGREDIENTES	%
Harina de trigo	50
Harinas	50
Leche	10%
Grasa vegetal (margarina)	50%
Polvo de hornear	3%
Panela	30%
Esencia de vainilla	1.5%
Huevos	6%

Fuente (Sosa; 2011)

Tabla 8. Formulación para la elaboración de la Galleta integral con adición parcial de harina de camote, (En función a todos los ingredientes).

INGREDIENTES	Camote Amarillo		Camote Morado	
	T1	T2	T3	T4
	(80/20)	(60/40)	(80/20)	(60/40)
Harina de trigo	36.53%	27.4%	36.53%	27.4%
Harina de Camote	9.13%	18.26%	9.13%	18.26%
Leche	13.69%	13.69%	13.69%	13.69%
Grasa vegetal (margarina)	22.83%	22.83%	22.83%	22.83%
Polvo de hornear	0.68%	0.68%	0.68%	0.68%
Panela	13.69%	13.69%	13.69%	13.69%
Esencia de vainilla	0.68%	0.68%	0.68%	0.68%
Huevos	2.74%	2.74%	2.74%	2.74%

Fuente: Elaboración propia

Nota: Luego de obtener la galleta integral de camote se le aplicó un glaseado de una mezcla de chocolate y acetite sacha Inchi en relación del 15% y 5%.

3.5.1 Descripción del proceso de elaboración de la galleta integral.

En esta primera etapa ingresaron las materias prima harinas, panela, huevos, esencia, polvo de hornear, leche, chocolate, aceite Sacha Inchi y grasa vegetal con su respectivo pesado luego se utilizó una batidora marca Oster para mezclar la grasa vegetal y la panela hasta que se torne fina (punto de cremado). Luego se agregó la leche, esencia de vainilla, huevos y la mezcla de las harinas junto con el polvo de hornear en seguida se añade la harina integral y harina de camote mezclando, por 5 minutos con ayuda de la batidora, además se agregó el polvo de hornear (La estabilidad de la mezcla debe ser homogénea sin desprenderse al momento del moldeado). A continuación, se agrega una cantidad de la masa sobre la tabla de figurado extendido hasta darle forma, , previo al horneado son colocadas en bandejas de acero inoxidable dejando un centímetro de distancia entre ellas, posteriormente son horneadas a temperatura de 175 °C (347°F) por un tiempo de 20 minutos., deben quedar bien horneadas, tostadas, del color del pan, obtenidas las galletas son enfriadas a temperatura ambiente (20-25 °C x 2 a 3 horas) , después de esta etapa se agrega una crema de chocolate con aceite sacha Inchi a temperatura de 40 °C dejándole enfriar por 30 minutos al terminar se empacan en bolsas de polietileno-celofán y almacenan en un ambiente seco y fresco. **Ver Anexo 1.**

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

En el proceso se evaluará el tiempo, temperatura y rendimiento de los tratamientos, aplicando un diseño AXB que demuestre la mejor formulación del producto final en el programa Infostat.

En la evaluación sensorial se utilizará un diseño bi-factorial AXB que evalúa la relación entre los factores a estudiar en el proceso, además con los resultados obtenidos se conoció el mejor efecto combinado aplicando en la prueba de Tukey.

3.6.1 Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + R_k + E_{ij} \tag{1}$$

Donde:

μ =Efecto global

A_i =efecto del i-esimo nivel del factor A; $i=1, \dots, a$

B_j = efecto del i-esimo nivel del factor B; $i=1, \dots, b$

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción entre los factores A y B

R_k = efecto de las replicaciones, $K=1, \dots, R$

E_{ij} = residuo o error experimental

3.6.2 Factores en estudio

El estudio experimental se basó en los porcentajes de las mezclas de harinas, como factores las variedades de camote y los niveles de adicción en la mezcla con la harina integral de trigo.

Tabla 9. Factores y niveles.

FACTORES	NIVELES
FACTOR A (Variedad de camote)	A0 Toquecito
	A1 Guayaco Morado
FACTOR B (Porcentaje de harina de camote)	B0 20 %
	B1 40 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10 Tratamientos, variedades, porcentaje y replicas.

N°	TRATAMIENTOS	VARIEDAD	PORCENTAJE	
			R1	R2
T1	A0B0	Toquecito	20	20
T2	A0B1	Toquecito	40	40
T3	A1B0	Guayaco Morado	20	20
T4	A1B1	Guayaco Morado	40	40

Fuente: Elaboración propia

3.7 ANALISIS ORGANOLÉPTICO

La evaluación sensorial se efectuó, con dos réplicas de un total de 40 estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial.

Saltos, (2010) ” Diversos estudios han demostrado que se requiere el mayor número de personas en caso de panelistas que no han sido entrenados en una prueba discriminativa”.

Prueba discriminativa

La prueba discriminativa es utilizada para comprar dos o más muestras de un producto alimenticio donde los catadores perciben diferencia o no, esta prueba se clasifica en pruebas de diferenciación y pruebas de sensibilidad., en el estudio la evaluación sensorial permitió detectar diferencias entre el conjunto de muestras o tratamientos del producto alimenticio tipo galleta (Saltos, 2010).

Escala hedónica

Para realizar un análisis sensorial la escala hedónica busca calificar el producto en un grado de aceptabilidad que vas desde “Me gusta mucho” a “Me disgusta mucho” (Saltos, 2010).

Se utilizó una escala hedónica que se representó en una tabla con valores del 1 al 5 siendo el menor Me disgusta mucho y el mayor Me gusta mucho, los parámetros a evaluar fueron el color, aroma, sabor y textura.

3.8 REQUISITOS BROMATOLÓGICOS

El análisis bromatológico de cada prueba, se comparó con la normativa que asegura la calidad del producto para el consumo humano.

Tabla 11: Requisitos bromatológicos para Galletas INEN 2085.

Requisito	Min	Max	Método de ensayo
pH en solución acuosa al 10%	5,5	9,5	NTE INEN 526
Proteína % (%N x 5,7)	3,0	-	NTE INEN 519
Humedad	-	10,0	NTE INEN 518

Fuente: (INEN 2085, 2005)

Codex Standard 152, (1985) los productos elaborados a base de harina deberán presentar una composición química de ceniza a un nivel aceptable debido a los estudios que se realizan para su composición nutricional.

Tabla 12: Requisito bromatológicos para Galletas Codex Standard 152

Requisito	Min	Max	Norma Internacional
Ceniza	0,55	1,5	Codex Standard 152

Fuente: (Codex Standard 152, 1985)

3.8.1 Determinación de la concentración (pH)

El método para determinar el Ph, fue usando un medidor de pH digital el cual consistió en disolver 2 gramos de muestra en 300 ml de agua destilada, luego paso por papel filtro hasta tener un fluido libre de sólidos. NTE INEN 526.

3.8.2 Determinación el contenido de proteínas

El contenido de proteína se efectuó a través del método Kjeldahl, el valor adquirido se multiplica con un factor para expresarlo como proteína. La muestra para el ensayo debe ser acondicionada en recipientes herméticos, utilizado reactivos que se requieren según la normativa NTE INEN 519.

$$P = \frac{V * N * F * 0.014 * 100}{M} \quad (2)$$

Donde:

P = Contenido de proteína

V = ml ácido sulfúrico consumido

N = Normalidad del ácido

F = Factor para convertir el contenido de nitrógeno en proteína, (5,7 Harinas vegetales).

M = Peso de muestra en gramos

3.8.3 Determinación del contenido de humedad

Este método consistió en calentar las muestras en una estufa tomando el peso inicial y determinar de la pérdida de peso final a temperaturas cercanas al (100 – 130 °C) por un periodo de 2 horas, evitando exponer las muestras al aire. NTE INEN 518.

$$H = \frac{m1 - m2}{m} * 100 \quad (3)$$

Donde:

H = % de Humedad

m = Peso de la muestra inicial en gramos

m1 = Peso de placa más muestra

m2 = Peso de la placa más muestra seca

3.8.4 Determinación de ceniza

El método de determinación de ceniza fue por medio de la estufa, se colocó un 1 gramo de muestra en crisoles y se dejó en una temperatura de 105 °C por 2 horas.

$$C = \frac{m2 - m}{m1 - m} * 100 \quad (4)$$

Donde:

C = % de Ceniza

m = Peso del crisol vacío en gramos

m1 = Peso del crisol más muestra en gr

m2 = Peso del crisol con ceniza en gr

3.9 REQUERIMIENTOS MICROBIOLÓGICOS

Los resultados de análisis microbiológicos son comparados con los requisitos que indica la normativa INEN para galletas:

Tabla 13: Requisitos microbiológicos para Galletas INEN 2085

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
R. E. P. ufc/g	3	1.0×10^3	3.0×10^4	1	NTE INEN 1529-5
Mohos y levaduras upc/g	3	2.0×10^2	5.0×10^2	1	NTE INEN 1529-10
Coliformes totales	3	$< 1.0 \times 10^2$	$< 1.0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-7
Coliformes Fecales ufc/g 3	3	ausencia	--	0	NTE INEN 1529-8

Fuente: (INEN 2085, 2005)

3.9.1 Métodos para la determinación de la cantidad de microorganismos

- **R. E. P. ufc/g:** Este método de ensayo solo permitirá cuantificar la presencia de grupos de microorganismos aerobios mesófilos. (NTE INEN 1529-5).
- **Mohos y levaduras upc/g:** Se realizó el método de recuento, en placas, por siembra en profundidad para para cuantificar mohos y levaduras de la muestra (NTE INEN 1529-10).
- **Coliformes totales:** Métodos de recuento de colonias en un medio solido que indica el contenido de coliformes en el producto (NTE INEN 1529-7).
- **Coliformes Fecales ufc/g 3:** Es una técnica que establece el número más probable para determinación de coliformes fecales y pruebas en una muestra de alimento destinado al consumo humano o animal. (NTE INEN 1529-8).

CAPITULO IV

4 RESULTADOS

4.1 ELABORACIÓN DE LA GALLETA INTEGRAL

El proceso inicio con la recepción de las materias primas, Harinas (camote, trigo), panela, huevos, esencia, polvo de hornear, leche, chocolate, aceite Sacha Inchi y grasa vegetal, se utilizó una balanza analítica, luego se mezclan con ayuda de una batidora la grasa vegetal con la panela hasta un punto de cremado, en ese instante se añadió la leche, esencia de vainilla, huevos, y por último la mezcla de las harinas junto con el polvo de hornear durante 5 minutos. La masa alcanzo una mezcla homogénea sin desprenderse al momento del moldeado, posteriormente se expandió en bandejas de acero inoxidable para ser cortado o figurado dándole un módelo atractivo, se hornearon a temperatura de 175 °C (347°F) por un tiempo de 20 minutos y se dejaron enfriar a temperatura ambiente (20-25 °C x 2 a 3 horas). Después se agregó una crema de cobertura de chocolate con aceite sachá Inchi a temperatura de 40 °C dejándole enfriar a temperatura ambiente previo a su almacenamiento, luego el producto obtenido fue empacado en bolsas de polietileno-celofán y almacenados en un ambiente seco y fresco.

Las cantidades que ingresaron se calcularon de acuerdo a la formulación de la **Tabla 8** para galletas integrales, el peso inicial de la materias primas e insumos fue de 650 g y se obtuvieron un total de 546 g al final del proceso, con un peso aproximado de 0.5 g por galleta.

En el horneado la temperatura se debe controlar a 175 °C y el tiempo de 20 minutos porque son los principales factores que influyen en sus características organoléptica, además para asegurar un producto libre de microorganismos patógenos se debe utilizar el uso correspondiente de la vestimenta y el aseo tanto de la persona encargada, así mismo los materiales a usar **Ver Anexo 1**.

4.1.1 Cálculo del Rendimiento

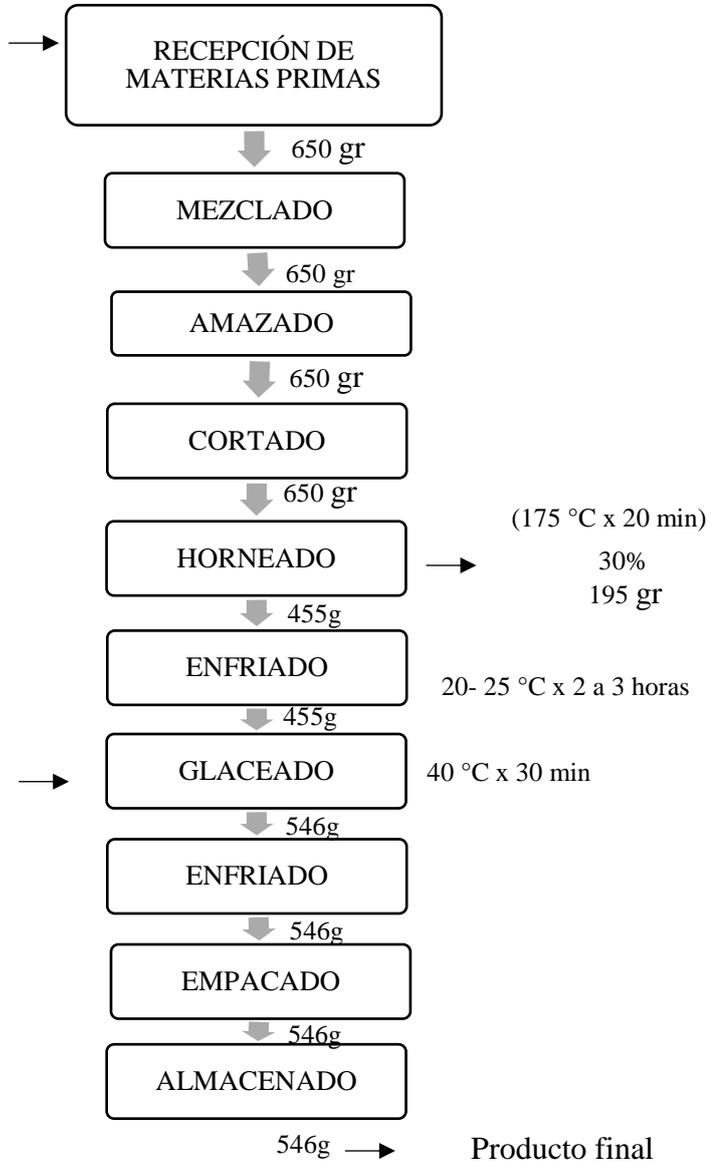
$$\%rendimiento = \frac{\text{Cantida de producto final}}{\text{Cantida de M.P}} * 100 \quad (5)$$

El porcentaje del rendimiento de un total de 546 g de producto final es igual a 84%.

4.1.2 Diagrama de elaboración de galleta integral

- Harina de trigo integral 60%
- Harina de camote 40%
- Grasa vegetal 50%
- Panela 30%
- Esencia de vainilla 1.5%
- Leche 10%
- Polvo de hornear 3%
- Huevos 6%

- Chocolate 15%
- Aceite Sacha Inchi 5%



4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA PESO FINAL g

En la elaboración de la galleta integral se controló el tiempo, temperatura, peso final y el rendimiento del producto final, los resultados se evaluaron en el programa Infostat con un medio estadístico que determinó la varianza del peso final de la galleta al 95% de confiabilidad.

Tabla 14: Análisis del rendimiento de la galleta integral

Tratamiento	Código	Temperatura °C	Tiempo min	Peso producto final g		Rendimiento
				I	II	
T1	A0B0	175	20	538	537	82%
T2	A0B1	175	20	537	539	83%
T3	A1B0	175	20	543	545	84%
T4	A1B1	175	20	546	546	84%

Fuente: Elaboración propia

Análisis: En la tabla 14 se puede observar el rendimiento final obtenidos en cada formulación a una temperatura de 175 °C x 20 minutos. El tratamiento T3 y T4 tiene un rendimiento de 84% g que supera al T1 y T2.

Tabla 15: Análisis de varianza del peso final de la galleta integral

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	109.38	3	36.46	32.41	0.0029
FACTOR A	105.13	1	105.13	93.44	0.0006**
FACTOR B	3.13	1	3.13	2.78	0.1709
FACTOR A*FACTOR B	1.13	1	1.13	1.00	0.3739
Error	4.50	4	1.13		
Total	113.88	7			

Fuente: Infostat

Análisis: En la tabla 15 se muestra el análisis de varianza para el peso final obtenido del producto, el cual describe estadísticamente que el factor A es altamente significativo, mientras que el factor B y la interacción entre los factores AxB indican que no hay una diferencia significativa en las formulaciones a un nivel de confiabilidad del 95%.

4.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA GALLETA INTEGRAL

Tabla 16: Matriz de tratamientos y repeticiones de la evaluación sensorial.

TRATAMIENTOS	FACTORES	R1	R2
663	A0B0	3.38	3.05
554	A0B1	3.33	3.25
887	A1B0	3.35	3.39
667	A1B1	4.25	4.49

Fuente: Infostat

Tabla 17: Cuadro de Análisis de varianza de la evaluación sensorial

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1.77	3	0.59	27.02	0.0041
FACTOR A	0.76	1	0.76	34.96	0.0041**
FACTOR B	0.58	1	0.58	26.49	0.0068**
FACTOR A*FACTOR B	0.43	1	0.43	19.61	0.0114*
Error	0.09	4	0.02		
Total	1.86	7			

Fuente: Infostat

Análisis: Los valores obtenidos en el análisis de varianza de la evaluación sensorial para las formulaciones en el factor A que es la variedad de camote y en el factor B los niveles de porcentaje de adición de harina de camote indican que estadísticamente son altamente significativos porque el valor de la probabilidad es inferior a 0.05.

En la combinación del factor Ax B muestra un valor inferior a 0.05 por lo tanto existe una diferencia significativa y es necesaria utilizar la prueba de Tukey para tener más exacto los resultados y determinar la mejor formulación.

Tabla 18: Análisis de TUKEY del factor A*B

FACTOR A	FACTOR B	Medias	n
A1	B0	3.22	A
A0	B1	3.29	A
A1	B0	3.37	A
A1	B1	4.37	B

Fuente: Infostat.

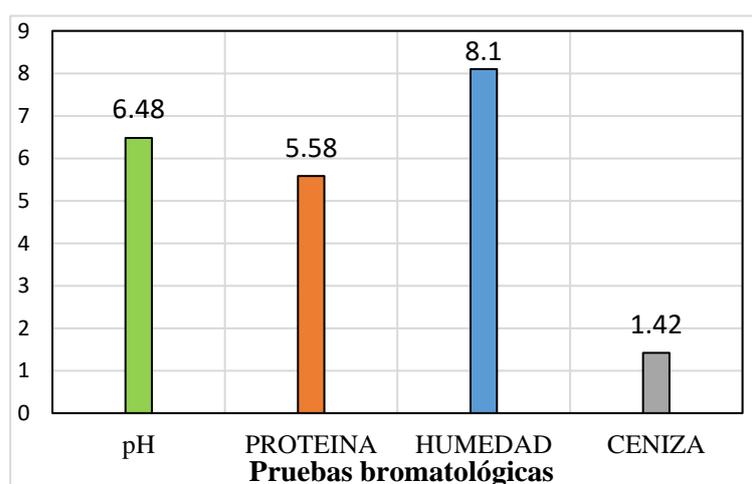
Análisis: En la Tabla 18 se exponen los resultados de la prueba de Tukey, aclarando que estadísticamente existió diferencia significativa entre los tratamientos, siendo la mejor formulación A1B1 (el 40% Harina de camote morado y 60% Harina de trigo integral) el que representa un nivel más aceptable en una escala del 1 al 5, dando un valor de 4.37 que representa el gusto en los catadores.

En estudios realizados en galletas elaborada con 100% de harina de camote muestran buena aceptabilidad, sin embargo, al utilizar harina de camote en el proceso se dificulta el manejo de la masa por ser harina sin gluten según (Vázquez & Ochoa, 2018).

4.4 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Los requisitos que deben cumplir las galletas en función a la normativa INEN 2058 y Codex Standard 152, se califican como los más importantes para determinar la calidad del producto.

Ilustración 2: Resultados de análisis bromatológicos



Análisis: En la ilustración 2 se muestran los resultados de cada prueba bromatológica aplicada a la mejor formulación de la galleta integral que representa el 40% de harina de camote morado y 60% de harina de trigo.

Los resultados de cada análisis son:

INEN 2058

- El valor que se obtuvo del pH, es de 6.48, lo que indica que se encuentra dentro del límite máximo y mínimo de 5.5 y 9.5.
- La humedad fue de 8.1%, la norma estable que debe tener como máximo el 10% para evitar el crecimiento microbiano.
- El valor determinado de la proteína fue de 5.58%, superando el 3% requerido para galletas.

Codex Standard 152

- El valor de la ceniza fue de 1.42% por lo tanto el Codex Standard 152, normativa internacional para galletas debe estar dentro de .0.5% y 1.5%, límites mínimos y máximos

4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Los resultados de los análisis microbiológicos se compararon con los valores establecidos en la normativa IENEN 2058.

Tabla 19 Parámetros microbiológicos

PARAMETROS					
Levaduras	Coliformes totales Residuales	Recuento de mesófilos	Coliformes totales	E. Coli	Resultado
25 UFC	<1	Nd	Nd	Nd	Cumple

Análisis: En la tabla 19 se exhiben los resultados microbiológicos que se expresaron por medio de un conteo de microorganismo, donde los valores de (levadura 25 UFC/g, coliformes totales <1, bacterias, bacterias coliformes totales y Escherichia coli), muestran ausencia de microorganismo que afecten al producto por lo tanto cumple con los requisitos permitidos en galletas.

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se obtuvo una galleta integral con adición parcial de harina de camote de la variedad Guayaco morado que fue horneada a 175°C durante 20 minutos, incorporando un glaseado de aceite sacha Inchi y chocolate, siendo A1B1 (40% harina de camote - 60% harina de trigo integral) la formulación que presentó el 84% de rendimiento.

Se determinó por medio de un análisis sensorial que las características de la galleta integral de camote de acuerdo a la formulación A1B1 (40% de harina camote morado y el 60% harina de trigo integral) presento atributos que fueron de “**Me gusta**” para los catadores.

Se evaluó a través de su composición bromatológica y microbiológica que la formulación de la galleta integral de camote A1B1 (40% de harina camote morado y el 60% harina de trigo integral) cumple con la normativa INEN 2085 y Codex Standard 152 y puede ser utilizada para la industrializar la harina de camote.

5.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda agregar harina de camote después mezclar los ingredientes que se utilizarán en la elaboración de galleta, para que la maza sea uniforme y se eviten perdidas al momento del figurado.
- ❖ Realizar un estudio que determinen las diferencias de sus características físicas y químicas de la galleta integral de camote considerando cambios de temperatura y tiempo de horneado.
- ❖ Se recomienda utilizar envases herméticos para asegurar la inocuidad del producto.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Baldeon, D. (2015). Utilización de plukenetia volubilis (sacha inchi) para mejorarlos componentes nutricionales de la hamburguesa. *Enfoque UTE V.6*, 2-4.
- Basurto, F., Martínez, D., Rodríguez, T., Evangelista, V., Mendoza, M., Castro, D., . . . Vaylón, V. (2015). Conocimiento actual del cultivo de Camote (*Ipomoea batata* (L.)Lam) en México. *Agro Productividad*, 30–34.
- Botanical online. (25 de Noviembre de 2019). *Harina integral y refinada*. Obtenido de <https://www.botanical-online.com/alimentos/harina-blanca-integral-caracteristicas>
- Castaño, D. L., & Valencia, M. d. (2012). COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE SACHA INCHI (*Plukenetia volúbilis* Linneo) Y SU RELACIÓN CON LA BIOACTIVIDAD DEL VEGETAL. *Revista chilena de nutrición*, 45-52.
- CIP. (15 de Diciembre de 2015). *International Potato Center*. Obtenido de Datos y Cifras del Camote: <https://cipotato.org/es/programas-de-investigacion/camote/datosycifrasdelcamote/>
- Cobeñas, R. C., & Guzman, F. (2017). *Manual técnico del cultivo de camote*. Ecuador-Portoviejo: INIAP, Estación Experimental Portoviejo.
- Coburgos. (2 de Diciembre de 2019). *Ficha tecnica de productos polvo de hornear*. Obtenido de http://www.coburgos.com/images/polvo_hornear.pdf
- Codex Standard 152. (1985). Norma de codex para la harina de trigo. En C. S. 152.
- Covián., F. G. (3 de Octubre de 2019). *TopCulinario.com*. . Obtenido de <https://topculinario.com/dc-580,galletas-integrales.html>
- EcuRed. (2 de Diciembre de 2019). *Galletas*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Galletas>
- El Sheikha, A., & Ray, R. (2017). Potential impacts of bioprocessing of sweet potato. *Food Sci*, 455–471.
- FAO. (3 de Octubre de 2019). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1201490/>
- Fundación Universitaria Iberoamericana. (2018 de Noviembre de 2017). *Composición nutricional de la col morada*. Obtenido de Funiber: <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/COL-MORADA-5>
- Hathorn, C. (2008). Comparison of chemical, physical, micro estructural, and microbial propertis of breads suplementes with sweetpotato flour and high gluten doug enhancers. *Lebensmittel wissensschatf -und-technologi*, 803.
- Huamán, Z. (1992). Botanica sistematica y morfologia de la planta de batata o camote. *Boletín de información técnica 25 CIP*.
- INEN 076. (2013). Leche y productos lacteos. En I. E. Normalización. Quito - Ecuador.

- INEN 161. (2011). Mantequillas. Requisistos. En I. E. NORMALIZACIÓN. Quito-Ecuador: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA.
- INEN 2085. (2005). Norma Técnica Ecuatoriana. *Galletas Requisitos*. Quito - Ecuador.
- INIAP. (2 de Marzo de 2017). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/durante-el-ano-2017-iniap-y-el-centro-internacional-de-la-papa-cip-buscaran-nuevas-alternativas-de-produccion-en-rubros-como-el-camote/>
- Jara, V. (2014). *PANELA: Propiedades, información y aceptación*. Mar del Plata: MASCETTI.
- Jung, J. (2011). Distribution of phenolic compounds and antioxidative activities in parts of sweet potato (*Ipomoea batata* L.). Plants and in home processed roots. *Food Compos Anal*, 29-37.
- Macías, C. (2011). Características morfológicas, agronomía molecular y química de germoplasma de camote (*Ipomoea batata*) para consumo humano y animal de la provincia de Manabí. *UNESUM*, 144.
- Martí, H. C., & Chlaudil, H. (2011). La batata: el redescubrimiento de un cultivo. *Ciencia Hoy*, 17-23.
- Martí, H., & Corbino, B. C. (2011). La batata: el redescubrimiento de un cultivo. *Ciencia hoy*, 17-23.
- Nieto, C., & Muñoz, L. &. (1985). El cultivo de camote (*Ipomoea batatas*) en Ecuador. *Programa de Cultivos Andinos del INIAP*, 1-2.
- Ortega, M. B., & Parra, K. (2016). Formulación y evaluación de una galleta elaborada con avena, linaza y pseudofruto del cauñil como alternativa de un alimento funcional. *MULTICIENCIAS*, 76-86.
- Pérez, C., & López, A. (2011). Extractos de vainilla: una mezcla de componentes químicos de aroma y sabor. *Temas selectos de ingeniería en alimentos*, 51-63.
- PINEDA, N. (1999). *Especial para amas de casa. Harina integral de trigo y sus características*. Tegucigalpa- Honduras: Repostería "El Hogar".
- Saltos, S. H. (2010). *Sensometría "Análisis en el Desarrollo de Alimentos Procesados"*. Ambato - Ecuador: Pedagógica Freire.
- Soyar, R. (2006). Nutrientes del huevo, composición química, buenas prácticas. *Centro de información nutricional*, 1-4.
- Valenzuela, B. (2007). El chocolate, un placer saludable. *REVISTA CHILENA DE NUTRICIÓN*, 4-6.
- Vázquez, C. Q., & Ochoa, L. (2018). EVALUACIÓN SENSORIAL Y PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE GALLETAS UPLEMENTADAS CON HARINA DE CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.). *Agroproductividad: Vol. 11*, 113-119.

- Vidal, A., & Zaucedo, A. R. (2018). Propiedades nutrimentales del camote. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha (Ipomoea batatas L.) y sus beneficios en la salud humana*, 135-137.
- Wang, S., & Nie S., Z. F. (2016). Chemical constituents and health effects of sweet potato. *Food Res Int Vol*, 90–116.

ANEXOS

ANEXO 1 : DIAGRAMAS Y FOTOGRAFÍAS

PROCESO DE ELABORACIÓN DE HARINA DE CAMOTE



Foto 2: Recepción de M.P



Foto 3: Picado



Foto 4: Deshidratado



Foto 5: Camote Deshidratado



Foto 6: Molido

ELABORACION DE HARINA DE CAMOTE

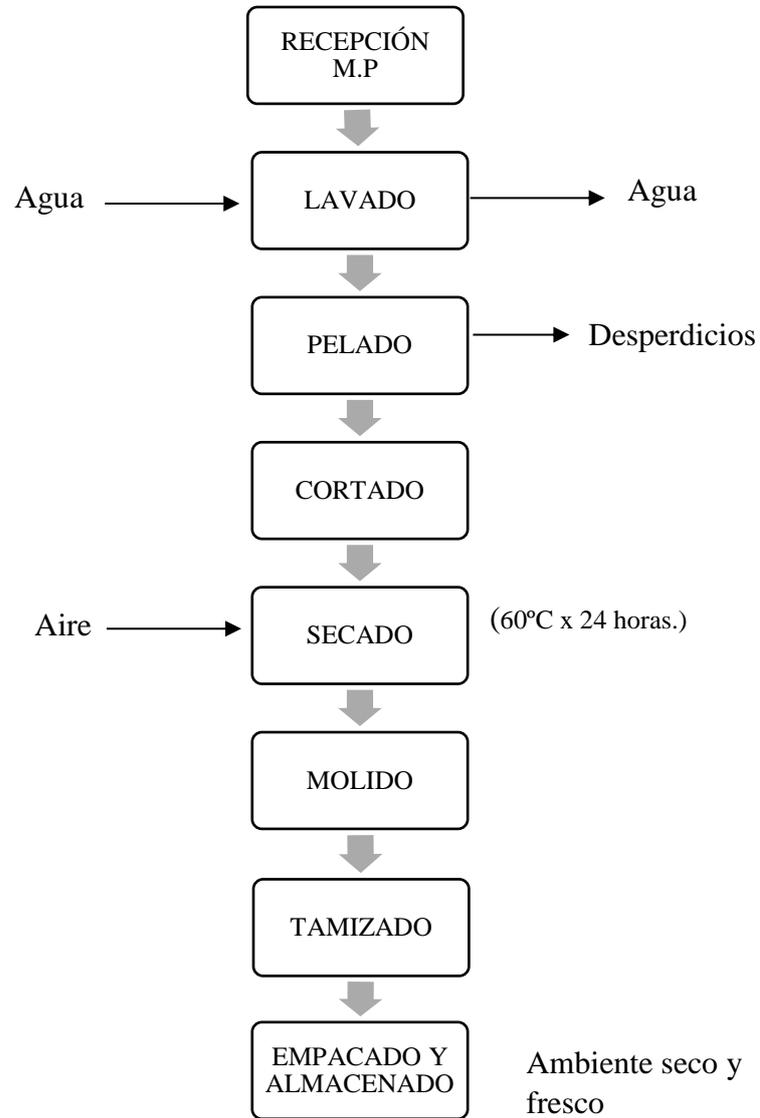


Ilustración 1: Diagrama de flujo de elaboración de harina de camote

Fuente : (cmpachas 2011)

ELABORACIÓN DE LA GALLETA INTEGRAL



Foto 7: Recepción de M.P



Foto 8: Materiales



Foto 9: Pesado



Foto 10: Cortado



Foto 11: Glaseado



Foto 12: Almacenado y Empacado

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA GALLETA INTEGRAL

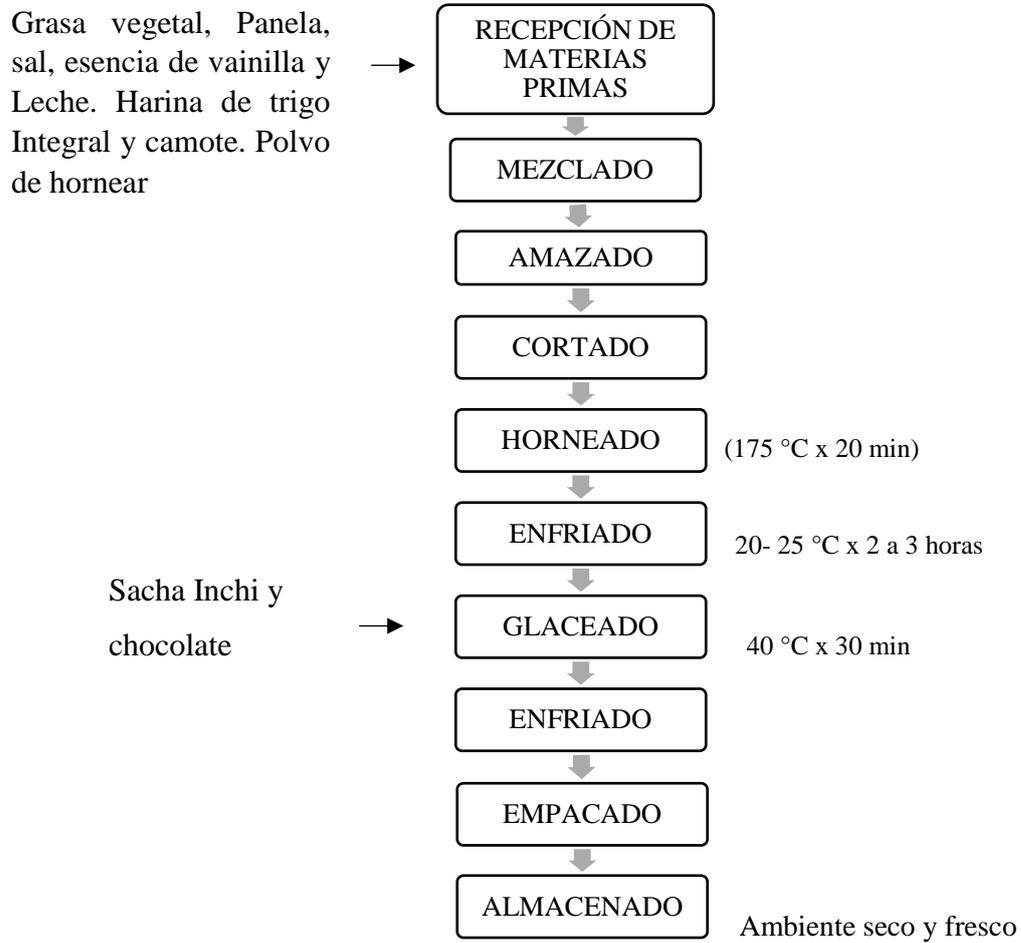


Ilustración 2: Diagrama de flujo de elaboración de la Galleta Integral

Fuente: (FAO 2018)

EVALUACIÓN SENSORIAL



Foto 13: Captación



Foto 14: Panelistas

ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS Y MICROBIOLÓGICOS



Foto 15: Determinación de proteína



Foto 16: Determinación de Ceniza



Foto 18: Determinación de Humedad



Foto 17: Determinación de pH



Foto 19: Análisis Microbiológico

ANEXO 2: HOJA DE CAPTACIÓN

UNIVERSIDAD ESTADL AMAZONICA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



Nombre: _____ **Fecha:** ___/___/___

Objetivo: Identificar el mejor tratamiento de una galleta integral a con adición parcial de harina de dos variedades de camote y aceite de Sacha Inchi.

Indicaciones: Indique según el nivel de degustación los siguientes atributos a evaluar cada muestra, colocando la “ponderación” especificada en los cuadros, se recomienda tomar un sorbo de agua antes de comenzar y entre cada una de las muestras.

PUNTAJE	
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

ATRIBUTOS	663	554	887	667
Apariencia				
Color				
Aroma				
Sabor				

Observaciones: _____

ANEXO 3: RESULTADOS ESTADISTICOS

APARIENCIA

Tabla 20: Análisis de varianza del factor Apariencia.

Orígenes de la variaciones	Suma de cuadrados	Grados de liberta	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor critico de F
Entre Grupos	25.71875	3	8.5729167	8.3703	3.40188E-05	2.66256
Dentro de los Grupos	159.775	156	1.0241987			
Total	185.49375	159				

Fuente: Excel.

Tabla 21: Cuadro de análisis de la varianza(Apariencia).

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	25.72	3	8.37	8.37	<0.0001
Tratamientos	25.72	3	8.57	8.37	<0.0001
Error	159.78	156	1.02		
Total	185.49	159			

Fuente: Infostat.

Tabla 22: Prueba de Tukey de los tratamientos (Apariencia).

Tratamientos	Medias	n		
1	3.30	40	A	
2	3.33	40	A	
3	3.78	40	A	B
4	4.38	40		B

Fuente: Infostat.

COLOR

Tabla 23: Análisis de varianza del factor Color.

Orígenes de la variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico de F
Entre Grupos	30.468	3	10.15625	8.4488	3.0853E-05	2.66256
Dentro de los Grupos	187.525	156	1.202083			
Total	185.49375	159				

Fuente: Excel.

Tabla 24: Cuadro del análisis de Varianza según Tukey (Color).

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	30.47	3	10.16	8.45	<0.0001
Tratamientos	30.47	3	10.16	8.45	<0.0001
Error	187.53	156	1.20		
Total	217.99	159			

Fuente: Infostat.

Tabla 25: Análisis de los tratamientos según Tukey (Color).

Tratamientos	Medias	n		
1	3.30	40	A	
2	3.33	40	A	
3	3.78	40	A	B
4	4.38	40		B

Fuente: Infostat.

AROMA

Tabla 26: Análisis de varianza del factor aroma.

Orígenes de la variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico de F
Entre Grupos	37.625	3	12.54166	12.675	1.85353E-05	2.66256
Dentro de los Grupos	154.35	156	0.989423			
Total	191.975	159				

Fuente: Excel.

Tabla 27: Cuadro de análisis de varianza según Tukey (Aroma).

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	37.63	3	12.54	12.68	<0.0001
Tratamientos	37.63	3	12.54	12.68	<0.0001
Error	154.35	156	0.99		
Total	191.98	159			

Fuente: Infostat.

Tabla 28: Cuadro de análisis de los tratamientos Tukey (Aroma).

Tratamientos	Medias	n	
1	3.13	40	A
2	3.33	40	A
3	3.60	40	A
4	4.40	40	B

Fuente: Infostat.

SABOR

Tabla 29: Análisis de varianza del factor sabor.

Orígenes de la variaciones	Suma de cuadrados	Grados de liberta	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor critico de F
Entre Grupos	66.418	3	22.13958	21.475	1.06954E-05	2.66256
Dentro de los Grupos	160.82	156	1.030929			
Total	227.2437	159				

Fuente: Excel.

Tabla 30: Cuadro de Análisis de varianza (Sabor).

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	30.47	3	22.14	21.48	<0.0001
Tratamientos	66.42	3	22.14	21.48	<0.0001
Error	160.53	156	1.03		
Total	227.99	159			

Fuente: Infostat.

Tabla 31: Análisis de los tratamientos según la prueba de Tukey (Sabor).

Tratamientos	Medias	n	
1	2.78	40	A
2	3.03	40	A
3	3.23	40	A
4	4.45	40	B

Fuente: Infostat.

ANEXO 4: ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

pH

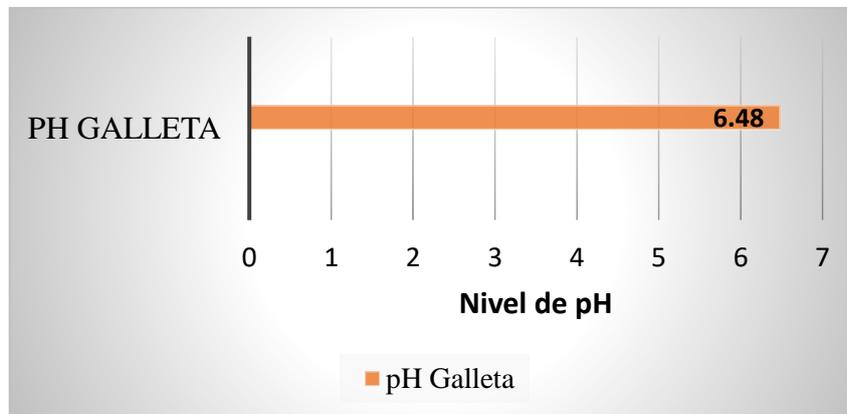


Ilustración 3 : Resultados de pH.

PROTEÍNA

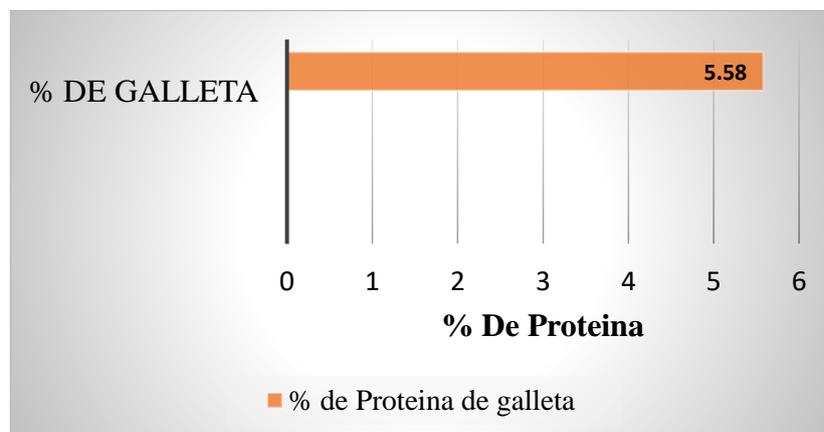


Ilustración 4: Resultado de análisis de proteína.

HUMEDAD

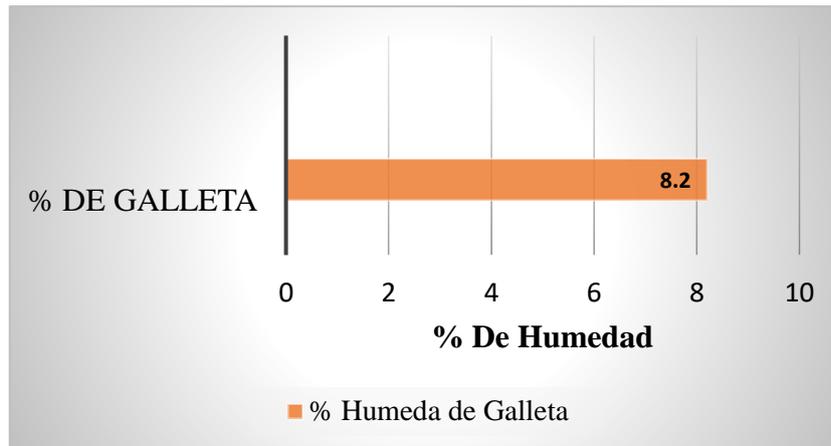


Ilustración 5: Resultados de análisis de humedad.

CENIZAS

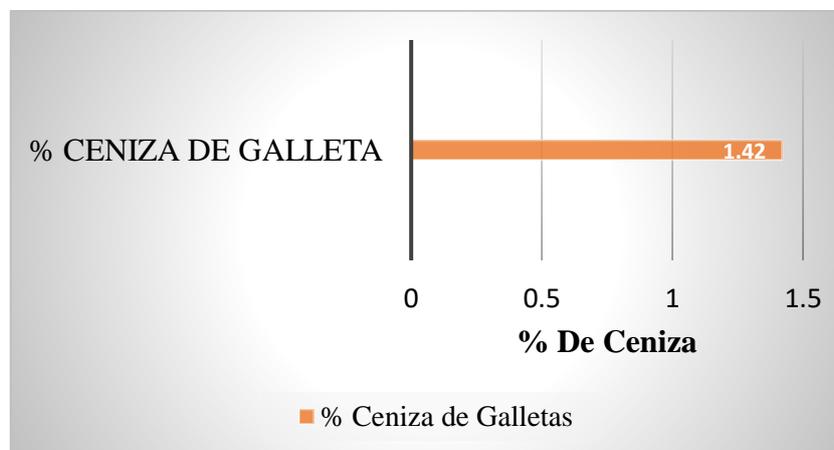


Ilustración 6: Resultados de análisis de ceniza.

ANEXO 5: RESULTADOS MICROBIOLÓGICO

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA



Dirección: PUYO
Fecha: 15/12/ 2019
Tipo de muestra: GALLETA
Número de muestra: 1 muestras

DATOS GENERALES		PARAMETROS				
Fecha	levaduras	Coliformes totales Residual	Recuento de mesófilos	Coliformes Totales	E. coli	Resultados
15/12/2019	25 UFC	<1	Nd	Nd	Nd	Cumple

Límites Máximos Permisibles				
Coliformes totales	Levaduras	Recuento de Mesófilos	Coliformes Totales	E. Coli
0,3 – 1 < 1/g	10.100 UFC	<1 ufc/g	<1 NMP/100 ml	<0NMP/100 ml

Fecha de realización del Ensayo.

La muestra fue tomada y recibida por el responsable de la muestra el 15/12/2019

Codificación:

*Ufc/ml: unidad formadora de colonias por mililitro

*NMP/100ml: Número más probable de coniformes por 100 mililitro

Atentamente.

Ing. Luis Antonio Díaz M.Sc.
Lic. 02-17-402
Técnico Analista