

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA

Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO Y EVALUACIÓN DE LOS
PARÁMETROS DE CALIDAD DE HARINA YACA O JACA (*ARTOCARPUS
HETEROPHYLLUS*) Y SU APLICACIÓN PARA UN PRODUCTO DE
PANIFICACIÓN”**

POR:

CARMEN ALEJANDRA SANTIAGO LOPEZ

TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA

Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO Y EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE HARINA YACA O JACA (*ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS*) Y SU APLICACIÓN PARA UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN”

Por:

CARMEN ALEJANDRA SANTIAGO LOPEZ

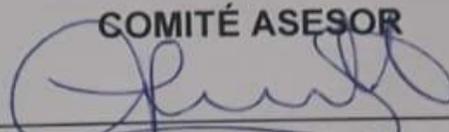
TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

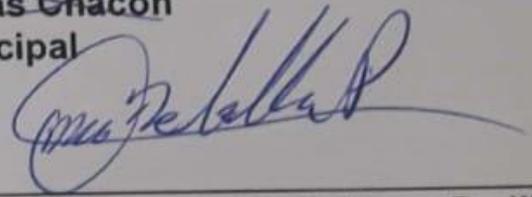
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

La cual fue revisada y aprobada por:

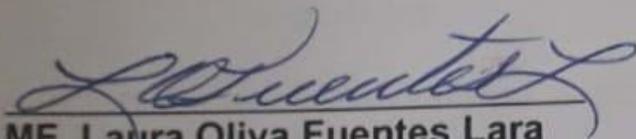
COMITÉ ASESOR



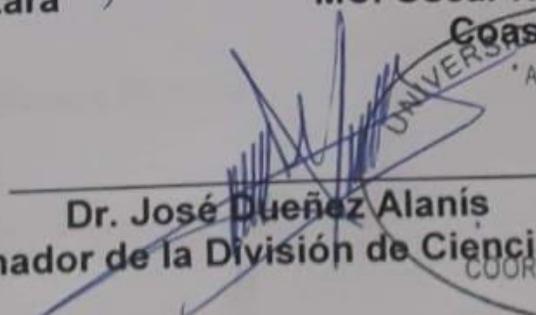
Dra. Xochitl Ruelas Chacón
Asesor Principal



MC. Oscar Noé Reboloso Padilla
Coasesor

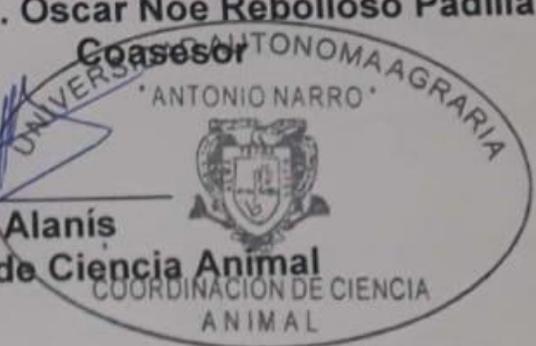


ME. Laura Oliva Fuentes Lara
Coasesor



Dr. José Dueñez Alanís

Coordinador de la División de Ciencia Animal



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA
Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO Y EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS
DE CALIDAD DE HARINA YACA O JACA (*ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS*) Y SU
APLICACIÓN PARA UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN”**

Por:

CARMEN ALEJANDRA SANTIAGO LOPEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

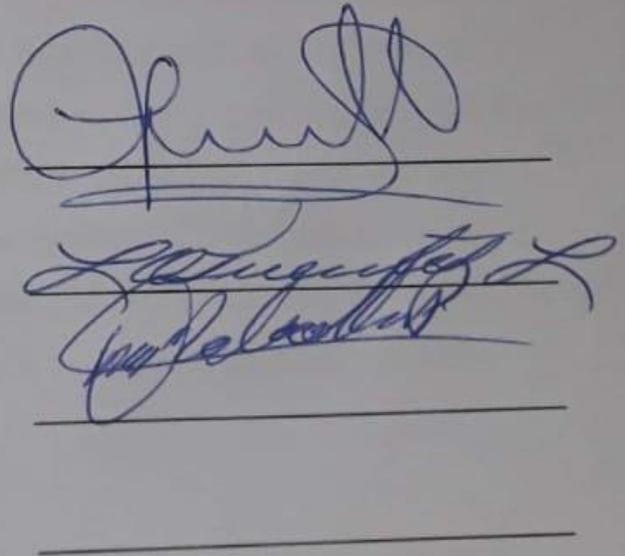
JURADO CALIFICADOR

Dra. Xochit Ruelas Chacón
Presidenta

ME. Laura Olivia Fuentes Lara
Vocal

MC. Oscar Noé Reboloso Padilla
Vocal

Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó
Vocal



Three handwritten signatures in blue ink are written over horizontal lines. The first signature is the most prominent and appears to be 'Xochit Ruelas Chacón'. The second signature is 'Laura Olivia Fuentes Lara'. The third signature is 'Oscar Noé Reboloso Padilla'. There is a fourth horizontal line below the third signature that is not signed.

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada agradezco a Dios por haberme dado los padres que me dio, ellos son mi mayor ejemplo de lucha, perseverancia y dedicación, no tengo palabras para agradecer y explicar todo lo que he aprendido de ellos.

Mis padres **María Lucrecia López Nicio** y **Constantino Eulogio Santiago Ávila** muchas gracias por haberme educado de la forma que lo hicieron integrándome los valores desde pequeña, siempre tomando la responsabilidad de mis actos y nunca darme por vencida por los obstáculos que se nos presenten.

También agradezco sumamente a mi linda y bella Universidad que en ella he vivido muchas cosas que me han fortalecido como persona así como también siendo una buena profesional con valores y ética. Mi lugar en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro lo amare toda la vida y me da mucho orgullo decir que soy un buitre de la Narro.

Agradezco también a todos y cada uno de mis hermanos que con sus palabras de aliento, llamadas de atención me hicieron llegar a este momento de mi vida que es sumamente importante para mí. Todos ellos son un ejemplo a seguir y estoy sumamente agradecida con Dios por habérmelos otorgado como hermanos, porque yo sé que como familia hacemos un gran equipo. Cabe resaltar el apoyo incondicional de mis hermanos Luz Merced y José Eduardo que con sus consejos me hicieron llegar a mi meta y sobre todo por la confianza que siempre me ha otorgado.

Mis profesores de cada una de las materias que curse en esta universidad también el agradecimiento es para ellos por haberme brindado sus conocimientos así como también por haberme tenido la paciencia necesaria para yo así lograr mis conocimientos completos. En especial quiero resaltar el apoyo incondicional

de mi tutora y asesora de tesis la profesora **Xochitl Ruelas Chacón** un gran ejemplo a seguir en todo el ámbito profesional, una gran persona y para mí una gran amiga en la que confié y la cual respeto.

Sabemos de antemano que los seres humanos no podemos estar en total soledad toda la vida es por ello que también agradezco a todas y cada una mis amigas que supieron ganar y valorar mi confianza pero sobre todo por todo el apoyo que ellas me brindaron siempre que yo tuviera alguna dificultad dando esa incondicional ayuda pero sobre todo por brindarme de su valioso tiempo porque eso es algo que yo agradezco y valoro demasiado.

Creo que a cada una de las personas mencionadas anteriormente solo me queda decirles que gracias...gracias por estar en mi vida y por permitirme formar parte de la suya también. He aprendido cosas muy valiosas a su lado y también he aprendido a vivir de manera diferente someténdome a pruebas que gracias a Dios he sabido superar y enfrentar de la manera más correcta y madura.

DEDICATORIAS

Este escrito de tesis está dedicado principalmente a mis padres **María Lucrecia López Nicio y Constantino Eulogio Santiago Ávila**, porque ellos me dieron la confianza y el valor para yo poder seguir adelante con este proyecto...el proyecto de mi vida.

A Dios...creo que Dios sabe perfectamente lo que estoy sintiendo en este mismo momento que estoy redactando estas palabras desde lo más profundo de mi corazón y él sabe que no hayo las palabras correctas para explicar lo profundamente agradecida que me encuentro por haber llegado a este momento de mi vida. Por todo lo que él me ha brindado GRACIAS DIOS MIO.

Está dedicado también a cada una de las personas que estuvieron a mi lado en estos cuatro años llenos de experiencias que los llevare muy presentes en mi día a día.

También está dedicado a cada uno de mis profesores que en cada semestre me dieron del apoyo necesario para poder adquirir y practicar mis conocimientos.

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| AGRADECIMIENTOS..... | iv |
| DEDICATORIAS | vi |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | x |
| RESUMEN | xi |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 JUSTIFICACIÓN..... | 3 |
| 1.2. OBJETIVOS | 6 |
| 2. REVISION DE LITERATURA | 6 |
| 2.1. Alimento..... | 6 |
| 2.2. Alimento funcional | 7 |
| 2.3. Productos de panificación..... | 7 |
| 2.4. Galleta..... | 8 |
| 2.1.1. Proceso de elaboración de galletas | 9 |
| 2.1.2. Cambios durante el horneado | 10 |
| 2.1.3. Efecto del horneado..... | 11 |
| 2.1.4. Calidad de la galleta | 12 |
| 2.1.5. Valor nutritivo de las galletas | 12 |
| 2.1.6. La galleta y sus variantes..... | 15 |
| 2.1.7. Tipos de galleta y caracterización | 16 |
| 2.1.8. Productos de bollería y repostería | 18 |
| 2.1.9. Propiedades nutritivas | 19 |
| 2.2. Ingredientes y funciones | 20 |
| 2.2.1 Yaca | 20 |
| 2.2.1.1. Origen y variedades | 20 |
| 2.2.1.2. Características de la yaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i>)..... | 21 |
| 2.2.1.3. Descripción botánica | 22 |
| 2.2.1.4. Fenología..... | 23 |
| 2.2.1.5. Suelo y clima..... | 24 |
| 2.2.1.6. Propagación | 24 |
| 2.2.2. Harina..... | 31 |

| | |
|--|----|
| 2.2.3. Harina de yaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i> | 33 |
| 2.2.4. Mantequilla | 33 |
| 2.2.5. Huevo..... | 34 |
| 2.2.6. Extracto de vainilla..... | 34 |
| 2.2.7. Polvo para hornear | 34 |
| 2.2.8. Sustituto de azúcar | 35 |
| 3. MATERIALES Y METODOS..... | 36 |
| 3.1. Equipo utilizado en el laboratorio | 36 |
| 3.2. Materia prima utilizada para la elaboración de la galleta | 37 |
| 3.3. Formulación para la elaboración de la galleta | 37 |
| 3.4. Actividades | 38 |
| 3.5. Análisis bromatológico | 43 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSION | 51 |
| 4.1 RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL | 60 |
| 5.- CONCLUSIONES..... | 63 |
| 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. | 64 |
| 7.- Anexos..... | 70 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Contenido de energía macronutrientes y fibra en diferentes galletas por cada 100 g de galleta..... | 11 |
| Cuadro 2. Contenido de macronutrientes y micronutrientes en galleta integral en cada 100 g de galleta..... | 12 |
| Cuadro 3. Composición aproximada de la yaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i>) por cada 100 g de porción comestible..... | 21 |
| Cuadro 4. Contenido de vitaminas de la yaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i>) por cada 100 g de porción comestible..... | 21 |
| Cuadro 5. Información nutrimental de las harinas de trigo..... | 25 |
| Cuadro 6. Ingredientes para la elaboración de galleta..... | 31 |
| Cuadro 7. Formulación de los tratamientos..... | 35 |
| Cuadro 8. Resultados comparativos de Humedad..... | 52 |
| Cuadro 9. Resultados comparativos de Ceniza..... | 53 |
| Cuadro 10. Resultados comparativos de Proteína..... | 54 |
| Cuadro 11. Resultados comparativos de Grasa..... | 55 |
| Cuadro 12. Resultados comparativos de Fibra..... | 56 |
| Cuadro 13. Resultados comparativos de ELN..... | 57 |
| Cuadro 14. Resultados de las medias Apariencia Global..... | 59 |
| Cuadro 15. Resultados de las medias de Color..... | 59 |
| Cuadro 16. Resultados de las medias de Olor..... | 60 |
| Cuadro 17. Resultados de las medias de Sabor..... | 60 |
| Cuadro 18. Resultados comparativos de Textura..... | 61 |
| Cuadro 19. Resultados de las medias de Aceptación Global..... | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Imagen del producto seco y molido..... | 36 |
| Figura 2. Imagen de la determinación de Grasa..... | 40 |
| Figura 3. Imagen de la determinación de Fibra Cruda..... | 41 |
| Figura 4. Imagen de la harina de yaca (<i>Artocarpus heterophylus</i>)..... | 44 |
| Figura 5. Resultados comparativos de Materia Seca Total..... | 51 |
| Figura 6. Resultados comparativos de Humedad..... | 51 |
| Figura 7. Resultados comparativos de Cenizas..... | 52 |
| Figura 8. Resultados comparativos de Proteína..... | 53 |
| Figura 9. Resultados comparativos de Extracto Etéreo..... | 55 |
| Figura 10. Resultados comparativos de Fibra..... | 56 |
| Figura 11. Resultados comparativos de Extracto Libre de Nitrógeno..... | 57 |
| Figura 12. Resultados comparativos de Carotenoides..... | 58 |

RESUMEN

En este proyecto se obtuvo la harina de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) por un proceso de secado de 60°C durante 24 horas. La harina se utilizó para elaborar galletas con diferentes porcentajes de harina de trigo integral (HI), harina de yaca (HY) y harina de trigo blanca (HB). Las formulaciones fueron cuatro: formulación 1, consistió de 75% HI - 25% HY, formulación 2, consistió de 50% HI - 50% HY, y formulación 3, consistió de 50% HI 50% HB, formulación 4, consistió de 100% HY. La formulación tres se utilizó como muestra control.

A las cuatro formulaciones se le realizaron diferentes determinaciones bromatológicas como cenizas, materia seca parcial (MSP), materia seca total (MST), proteína cruda, grasa o extracto etéreo, carotenoides, fibra, extracto libre de nitrógeno (ELN) o carbohidratos, con el objetivo de comparar dichas características y definir cuál formulación posee mejores propiedades funcionales.

Además se realizó una prueba sensorial del tipo hedónica a las diferentes formulaciones de galletas. Los atributos evaluados de las galletas fueron: apariencia global, color, olor, sabor, textura y aceptación global.

Con los resultados obtenidos y comparando las formulaciones con el control se observaron diferencias significativas a una $P > 0.05$ en humedad, cenizas, grasa, fibra y en el contenido de carotenoides. Observándose que en algunos casos con el 50% de esta harina de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) se obtiene un mayor contenido de los nutrientes.

Así como también con la evaluación sensorial se encontró diferencia por arriba de la P indicada anteriormente en la formulación 50-50 comparándola con el control de solo harina de trigo blanca e integral.

Los resultados de nuestra galleta indican que esta se puede considerar un alimento funcional.

Palabras claves: harina de yaca, galleta funcional, galleta de *Artocarpus heterophyllus*, evaluación sensorial, análisis bromatológico de galletas.

1. INTRODUCCIÓN

Se puede denominar alimento a todas aquellas sustancias que aporten un valor calórico a nuestra dieta, ya sean líquidos, sólidos, estas además ayudan a regular nuestro metabolismo y a mantener una temperatura adecuada.

Se ha dicho que desde nuestros antepasados el hombre ha sido omnívoro y fue hasta la etapa del neolítico donde este empieza a hacer sus cacerías y de la misma manera a tratar de cultivar sus propios alimentos.

Cabe destacar que en estos tiempos los alimentos que son de origen vegetal han tenido un gran auge puesto que últimamente las sociedades han tomado estereotipos de comer saludablemente para cuidar su salud.

Hoy en día se resalta la importancia de lograr una alimentación saludable y, para ello, en todos los medios de comunicación se requiere, según los expertos, una dieta suficiente y equilibrada, que contenga los nutrientes esenciales (UNICEF, 2011). Hablar de la alimentación y nutrición en una población es muy complejo debido a que en ello actúan diferentes factores como pueden ser el social, el económico y el cultural (Martínez y Villezca, 2003).

De acuerdo con la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, toda persona tiene el derecho de consumir alimentos inocuos y nutritivos, además de contar con una alimentación adecuada y no padecer de hambre FAO (1996). Lo anterior significa que todo individuo posee el derecho de contar con una alimentación suficiente que satisfaga sus necesidades nutricionales básicas. Una buena alimentación deberá involucrar aspectos tan variados como tener en cuenta que la producción de alimentos en una región debe ser la adecuada para sus habitantes, es decir, las variedades de alimentos disponibles en la región deberán ajustarse a la cultura alimentaria existente y dichos alimentos (producción) deben cubrir las necesidades nutricionales desde

un punto de vista de calidad, cantidad y seguros (sin contaminantes, ni tóxicos) para el consumo humano (Lagunas y Cuevas, 2012).

Nuestro cuerpo y/o organismo necesita de diferentes nutrientes para realizar las diferentes actividades que en él se llevan a cabo es por ello que es de vital importancia consumir los alimentos que nos aporten tanto los carbohidratos, vitaminas, proteínas y demás nutrientes que puedan darnos algún tipo de beneficio para nuestro organismo en general (OPS, 2001).

Hoy en día existen una gran cantidad de alimentos que están en combinación o en evolución con diferentes tipos de nutrientes haciendo los alimentos originales o dándoles a ellos mismos un aporte funcional para las personas o el mercado potencial al cual va dirigido.

Como ya sabemos todo lo que consumimos en nuestro día a día es lo que conocemos como dieta y de acuerdo a ella uno va obteniendo los nutrientes necesarios para las diversas funciones que cada persona realiza. Hay diversos alimentos que últimamente han entrado mucho aunque por el simple hecho de que su etiqueta es conocido como alimento funcional, como es el caso de la soja, los arándanos, las moras azules y todos aquellos alimentos que aporten algún beneficio de consumo para nuestra salud.

Muchas investigaciones de hoy en día se han centrado prácticamente en estudios donde el objetivo es encontrar algún tipo de nutriente funcional en los diferentes alimentos y así llevarlo a diferentes estudios clínicos y formar ensayos que nos ayuden a identificar cuáles son los beneficios netos que estos alimentos o productos alimenticios nos pueden proporcionar (Lagunas y Cuevas, 2012).

Las galletas como ya sabemos forman parte de la dieta diaria de varias familias en nuestro país, ya que estas proporcionan a las personas que las consumen una buena cantidad de carbohidratos y un gran aporte energético.

Muchos de los alimentos que contienen un gran contenido de hidratos de carbono han sido consumidos de forma considerable y por ello se han ido expulsando de la

dieta de las familias puesto que el alto consumo de ello ha generado problemas de sobrepeso y/o obesidad (Lagunas y Cuevas, 2012).

La harina de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) es una alternativa muy económica y por medio de las galletas hacer un alimento nutritivo, rico y además barato.

1.1 JUSTIFICACIÓN

En México las enfermedades de sobre peso están en aumento, cada día son más los Mexicanos que nos vemos en peligro por padecer algunas de estas enfermedades, ya sea por el estilo de vida que se lleva en el día a día o por las necesidades de estar en sedentarismo en un tipo de trabajo.

Así pues los seres humanos nos vemos en la necesidad de consumir alimentos que nos proporcionen los diferentes y suficientes nutrientes para así poder llevar acabo nuestras actividades correspondientes, así como también tener un buen funcionamiento cerebral y aumentar la capacidad de pensamiento.

En México, el 70% de los mexicanos padece sobrepeso y casi una tercera parte sufre de obesidad, además, esta enfermedad se asocia principalmente con la diabetes y enfermedades cardiovasculares, pero también con trastornos óseos y musculares y algunos tipos de cáncer (ISSSTE, 2016).

La galleta (del francés galette) es un producto alimenticio pequeño y plano, dulce o salado, horneado hecho normalmente a base de harina, huevos, azúcar, y/o mantequilla, aceite de cocina u otros aceites o grasas. Puede incluir otros ingredientes como pasas, avena, virutas de chocolate, amaranto o nueces. En la actualidad existe una gran variedad de galletas que difieren entre sí tanto en sus ingredientes, como en su proceso de cocción y en los instrumentos de corte y moldeo utilizados.

Los ingredientes más habituales son la harina de trigo blando, azúcar, sal, leche condensada, huevos, mantequilla, lecitina, anti aglutinante, bicarbonato sódico y agua (Rodríguez *et al.*, 2008).

Para algunas galletas es preciso que haya un cierto desarrollo del gluten mientras que para las que se desee que sean fácilmente desmenuzables y prácticamente sin elasticidad no hace falta desarrollar más gluten. El alto contenido en azúcares, el bajo contenido en agua y el pH de 3 altos (debido al bicarbonato) dificultan la formación de gluten (Rivera *et al.*, 2008).

Sin lugar a duda unos de los alimentos más consumidos en todo el mundo es el pan, se podría decir que se considera unos de los alimentos más demandados en el globo terráqueo, en segundo lugar se encuentra lo que son las galletas que pueden ser de diferente tipo, ya sean saladas o dulces, así como también de diferentes tipos de ingredientes.

Este proyecto tiene como finalidad principal la obtención de una galleta funcional y que aparte sea nutritivo, tomando como referencia una combinación de ingredientes que aporten los diferentes nutrientes, ya sean proteínas, carbohidratos. La galleta además tiene como funcionalidad dar un aporte energético completo sin la obtención de tantos carbohidratos para que además también la puedan consumir personas con diabetes y/o obesidad.

Uno de los principales ingredientes en este alimento será lo que es la harina de trigo integral y el ingrediente funcional o el de nuestro interés que es la harina de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*). Esta harina por si sola contiene una gran cantidad de carbohidratos así como también proteínas y minerales; lo mejor de la harina de la yaca es que a pesar de contener una gran cantidad de carbohidratos y/o azúcares esta es reducida en su totalidad en grasas, lo cual lo hace ser más un alimento funcional a partir de todo lo saludable que ofrece.

Últimamente la yaca ha tenido un gran auge en todo el globo terráqueo, ya que se manifiesta y menciona que con este fruto se podría eliminar la desnutrición en las partes más arraigadas del continente africano, ya que no solo es rico en nutrientes

como el magnesio, vitamina B6 y si no que además contiene un bajo contenido de carbohidratos.

La galleta que se pretende ofrecer tiene como objetivo: brindar los nutrientes necesarios que para aquellas personas que tienen un gusto por ellas, pero que no pueden consumirlas por el gluten que contienen, sean de igual manera beneficiadas en adquirir sus aportaciones nutricionales. Además de aportar beneficios para la salud entre los principales, el de aumentar la inmunidad contra enfermedades, ayuda como laxante así como también a la prevención de cánceres y osteoporosis.

La yaca actualmente se consume en muy pocas regiones de la República Mexicana.

Se conoce y consume más en el sur del país, así como en algunos estados del centro entre los cuales el principal es Nayarit, en donde existen dos mil hectáreas en producción; 10 ejidos del municipio de San Blas dependen del cultivo de la yaca y tienen produciendo mil 250 hectáreas al año, en el estado se producen aproximadamente 30 mil toneladas de la fruta (Gómez, 2016).

De las 30 mil toneladas, al menos 13 mil son documentadas para la exportación a Estados Unidos, Canadá y Europa; ocho toneladas se quedan en el mercado nacional y el resto (Sánchez López, productor nayarita de la yaca) incumple con los requerimientos de calidad y se aprovecha para cuestiones caseras, como la elaboración de pan, endulzado o nieve el costo de la fruta en el mercado internacional es de entre seis y siete dólares por kilogramo (Gómez, 2016).

1.2. OBJETIVOS

Objetivo general: Evaluar el efecto del proceso de secado sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una galleta funcional a base de harina de yaca.

Objetivos específicos:

1. Determinar y evaluar el secado de la harina de yaca para la obtención de la galleta funcional
2. Evaluar los parámetros fisicoquímicos y sensoriales de la galleta funcional a base de harina de yaca.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Alimento

Los alimentos son sustancias que se ingiere para subsistir. De ellos se obtienen todos los elementos químicos que componen el organismo, excepto la parte de oxígeno tomada de la respiración.

Los alimentos aportan elementos (nutrientes) que sirven para realizar todas las funciones del organismo, tales como respirar, mantener la temperatura corporal, digerir los alimentos, crecer y realizar actividad física. Además, son necesarios para reparar los órganos y tejidos del cuerpo y mantener las defensas en óptimas condiciones.

Casi todos los alimentos son de origen animal o vegetal, aunque existen algunas excepciones. Los alimentos que no provienen de fuentes animales o vegetales incluyen varios hongos comestibles, incluyendo los champiñones.

Los hongos, las bacterias ambientales son usadas en la preparación de alimentos encurtidos y fermentados, tales como pan con levadura, vino, cerveza, queso, pepinillos y yogur.

Muchas culturas consumen algas, e incluso cianobacterias como la spirulina.¹ Adicionalmente, la sal es frecuentemente consumida como saborizante o preservativo, y el bicarbonato de sodio es usado en la preparación de alimentos.

Ambas sustancias son inorgánicas y como el agua, una parte importante de la dieta humana (McGee y Harold, 2004).

2.2. Alimento funcional

Aún no existe una definición universal para los alimentos funcionales porque se trata más de un concepto que de un grupo de alimentos. A grandes rasgos pueden considerarse Alimentos Funcionales aquellos que proporcionan un efecto beneficioso para la salud, además de sus contenidos de nutrición básica.

De igual forma se puede decir que los alimentos funcionales son productos tradicionales que contienen algún componente, nutriente o no nutriente con un efecto añadido para la salud además de su valor nutricional. Estos alimentos funcionales pueden tener un efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, con un efecto añadido por encima de su valor nutricional y cuyos efectos positivos justifican que pueden reivindicarse su carácter funcional o incluso saludable. La importancia de los alimentos para un buen estado de salud se conoce desde la antigüedad (Cadaval, Escuariaza *et al*, 2005).

2.3. Productos de panificación.

El Sector de Panadería y Pastelería ocupa una posición muy destacada en la industria alimentaria de nuestro país y tiene un peso muy relevante en la economía nacional. Los productos de panadería representan el 6,5% de la cesta de la compra alimentaria. En México, el 90% del trigo para panificación es importado, principalmente de Estados Unidos, Canadá y Argentina. Esto se debe a que en el país no existe el desarrollo agropecuario necesario para solventar la demanda. En 2005 importó 3,5 millones de toneladas de trigo panificable y en 2006, 3,4 millones. En 2008, las panaderías tradicionales ocupaban entre el 75 y el 80% del mercado nacional, con aproximadamente 20 mil establecimientos en el país. La exportación mundial de productos panificados se encuentra concentrada entre cinco países. Alemania los lideró en 2009, acaparando el 17% del valor de este mercado (Lezcano, 2003).

2.4. Galleta

La galleta es un pastel horneado hecho con pasta de harina, mantequilla, azúcar y huevos. Además de estos, las galletas pueden incorporar una gran variedad de ingredientes tanto dulces como saladas, simple o rellenas o con frutos secos, chocolate, etc.

Existe una diversa variedad de galletas desde las más sencillas elaboradas con solo harina de trigo, huevo y mantequilla hasta las más elaboradas con algún tipo de relleno, glaseado y/o chispas de chocolate o algún fruto seco que se le agregue como un extra en la receta. El consumo de galletas forma parte de una dieta equilibrada, gracias al aporte energético de sus macronutrientes, y a las vitaminas y minerales que contienen.

Las galletas en sus 3 tipos y un sólo grado de calidad cada uno deben cumplir con las siguientes especificaciones Sensoriales:

Color: Característico del tipo de galleta sin presentar áreas negras por quemaduras.

Olor: Característico, no debe presentar olores extraños ni a rancidez.

Sabor: Característico del producto, sin sabores extraños.

Aspecto: Tamaño uniforme, de acuerdo con el tipo de galleta.

Consistencia: La característica, de cada producto (NMX-F-006-1983).

El principal ingrediente para la elaboración de galletas es la harina de trigo, agua, huevo, royal y mantequilla; ya se mencionó anteriormente que para enriquecer las galletas se le puede agregar infinidad de ingredientes para aportan un mayor valor nutricional o por simple estética o valor sensorial en el alimento antes mencionado. La combinación de los ingredientes antes mencionados hace que en el proceso de la elaboración de las galletas se deben dos procesos importantes:

El amasado mediante la hidratación de la harina dando la propiedad elástica que otorga el gluten.

El proceso térmico se desarrolla los aromas y el sabor característico del producto final, por efecto de las reacciones de Maillard, se produce un muy ligero aumento del volumen y se reduce su contenido en agua. Tras el enfriado de las galletas, se obtiene un producto.

2.1.1. Proceso de elaboración de galletas

Para hacer una galleta con harina de trigo son necesarios tres requisitos importantes: la inhibición de la formación del gluten mediante la extracción de harina de granos de trigo blando de fuerza débil, la extensión de la masa antes mencionada, así como y también la baja capacidad para retener gases.

Cabe mencionar infinidad de procesos para la elaboración de galletas y esto depende del tipo de galleta que se quiera elaborar ya sea dulce, salada, gourmet o de aperitivo, así como también galletas blandas o duras donde intervienen directamente la materia prima a utilizar.

Las materias primas se pesan y se incorporan a la amasadora, donde se mezclan homogéneamente los componentes y se trabaja la pasta. Algunas especialidades requieren que la masa repose después del amasado; en este caso, después se realizará un segundo amasado. La pasta obtenida tras el amasado de los componentes de la formulación se somete a un proceso de estiramiento y laminado y se fracciona en piezas pequeñas con la forma deseada. Otras alternativas al laminado y troquelado son la dosificación y el depositado de la pasta sobre placas, la dosificación y troquelado sobre moldes o bandejas, la dosificación y cortado con hilo o el coextrusionado. En algunas especialidades, antes del horneado, se tratan las piezas con una preparación a base de ovoproductos o derivados lácteos, permitiendo así que la galleta se dore durante el horneado.

2.1.2. Cambios durante el horneado

Las galletas tiene un tiempo de horneado y cocción muy variado pues esto depende como ya se mencionó antes del tipo de galleta que se está horneando. Según la literatura nos marca que el rango para la cocción de las galletas dependiendo del tipo de galletas va de 100 a 300 °C.

De acuerdo a los científicos y contrario a lo que podríamos suponer, las galletas son realmente muy complejas. De hecho, se puede decir que en su confección usamos todos los ingredientes básicos de la ciencia de la alimentación, pero debe existir un equilibrio químico perfecto entre sus tres ingredientes fundamentales: harina, azúcar y grasa. Cada una de estas sustancias se comporta de un modo singular al combinarse con las otras en el proceso de cocción.

La harina de trigo es protagonista de todos los dulces horneados. Al mezclarse con agua, ocurre una cosa muy interesante: se forma una proteína llamada gluten, molécula encargada de crear burbujas de aire en la masa de panes y dulces. Por tanto, mientras más gluten posee la harina que se selecciona, más crecerán las galletas.

El azúcar ayuda a darle a las galletas una textura adecuada. Por ello, es muy importante saber que el azúcar blanco está compuesto de sacarosa. En cambio, el azúcar morena o el sirope de maíz poseen glucosa, moléculas más pequeñas que se adhieren al agua fácilmente durante el horneado. Por esta razón, si usamos la primera la masa quedará más crujiente al perder la humedad en la cocción, pero si usamos los segundos ingredientes, la masa quedará más masticable al retener más humedad consigo.

Uno de los ingredientes principales para las galletas es el famoso polvo para hornear que no es otra cosa que bicarbonato de sodio mezclado con un tipo de ácido ligero. La reacción que se produce durante la cocción libera dióxido de carbono. He aquí burbujas que ayudan a hacer crecer la masa. Sustancia sólida de aspecto ligeramente blanco, sin olor alguno. Estable en condiciones ambientales normales.

2.1.3. Efecto del horneado

Al momento de llevar las galletas al horno ocurren diferentes reacciones químicas, cuando la masa alcanza la temperatura de 33°C, la grasa y/o manteca que contiene la masa se empieza a derretir haciendo que la masa se expanda, la manteca que está en las galletas que es una emulsión, ósea una combinación de dos sustancias que no pueden estar juntas, en este caso el agua, la grasa y algunos sólidos lácteos que ayudan a mantenerlas unidas.

Conforme se derrite la manteca se libera el agua atrapada y a medida que la galleta se calienta el agua se expande en forma de vapor. Empuja la masa desde el interior tratando de escapar por las paredes de la galleta.

A 62°C empieza a haber cambios en las proteínas, ya que en su mayoría vienen del huevo de la masa.

Los huevos están formados por decenas de proteínas distintas, cada una sensible a una temperatura diferente.

Por ejemplo en los huevos frescos de las gallinas estas proteínas parecen madejas de filamentos trenzados. Al ser expuestas al calor se despliegan las cadenas de proteínas y se enredan entre sí; estas estructuras entrelazadas solidifican al huevo escurrido, dando cuerpo a la masa esponjosa.

El agua hierve a 100°C, por eso como un lodo húmedo cuando es expuesto al sol, la galleta se seca y solidifica, las grietas se esparcen por la superficie. El vapor que burbujea en el interior se evapora, dejando huecos de aire, que hacen liviana y crocante la galleta.

El que ayuda que se lleve a cabo la fermentación en las galletas es el bicarbonato de sodio.

El bicarbonato de sodio reacciona con los ácidos de la masa para crear dióxido de carbono, lo que crea bolsa de aire en las galletas.

Una de las reacciones más deliciosas se lleva a cabo a 154°C, esta es la temperatura para que se lleve a cabo las reacciones de Maillard. Las reacciones de Maillard se producen cuando se descomponen las proteínas y azúcares y se reagrupan formando estructuras en forma de anillo, que reflejan la luz de manera tal que le da a los alimentos el característico color marrón oscuro.

Conforme se produce esta reacción, que produce una variedad de combinaciones de sabor y aroma, que también reaccionan unas con otras que forman sabores ya aromas aún más complejos.

La caramelización es la última reacción que ocurre dentro de la galleta. Esta acción ocurre cuando las moléculas de azúcar se separan con el calor intenso formando combinaciones dulces con sabor a nuez, ligeramente amargas, que definen al caramelo.

Esta reacción de caramelización empieza a los 180°C y continúa hasta los 200°C (Miller, 2015).

2.1.4. Calidad de la galleta

Las galletas como ya se dijo anteriormente son muy consumidas en todo alrededor del mundo y por ello la presentación que esta tenga es muy importante para su consumo popular y una mayor demanda.

Al momento del horneado se debe de llevar a cabo la dilatación de la masa, así como también la coloración marrón y/o café oscura que hacen que se tenga ese olor y sabor característico. Así como su consistencia y apariencia tostada, crujiente y firme.

2.1.5. Valor nutritivo de las galletas

Las galletas son alimentos ricos en carbohidratos y fibra dietética, la ingesta de cereales también aporta a nuestro organismo otros nutrientes, así como vitaminas y minerales esenciales.

La alimentación tiene que ser equilibrada, suficiente y variada. La energía para realizar las actividades cotidianas se obtiene los carbohidratos, nutrientes que deben suponer el 50-60% de la ingesta diaria.

Las galletas son un alimento que aporta nutrientes diferentes según cada variedad. Sólo hay que elegir bien los momentos de consumo. Sus principales componentes son los hidratos de carbonos, proteínas y grasas, lo que las convierte en un alimento ideal para una dieta equilibrada y saludable.

Sin embargo, Wade (1988) cita dos tipos fundamentales de galletas: “pastas duras” (“hard dough”) y “pastas blandas” (“short dough”), siendo una de las diferencias fundamentales entre estos dos tipos de galletas la existencia o no de largas cadenas de gluten que confieren a la masa extensibilidad.

Cuando el gluten está desarrollado, la masa exhibe unas propiedades viscoelásticas dando lugar a “pastas duras”, sin embargo, cuando la cantidad de grasa y azúcar es alta, el gluten no se puede desarrollar completamente y la masa se queda “corta” “short dough”.

Además las galletas de masa corta aumentan su tamaño (“spread” o esparcimiento) durante los primeros estadios del proceso de horneado (Manley 1991), mientras que las galletas en las que el gluten está desarrollado (“hard dough”) tienden a encoger longitudinalmente (Manley, 1991).

Las proporciones de los nutrientes de las galletas integrales pueden variar según el tipo y la cantidad del alimento, además de otros factores que puedan intervenir en la modificación de sus nutrientes.

Entre los alimentos de la categoría de los cereales que tenemos disponibles entre los alimentos en nuestra tienda o supermercado habitual, se encuentra las galletas integrales. Este alimento pertenece al grupo de las galletas.

Las galletas integrales son un alimento rico en vitamina B₆ ya que 100 g de este alimento contienen 1,67 mg de vitamina B₆

Este alimento también tiene una alta cantidad de vitamina B₂. La cantidad de vitamina B₂ que tiene es de 1,42 mg por cada 100 g.

Con una cantidad de 1,25 mg por cada 100 gramos, las galletas integrales también es también uno de los alimentos con más vitamina B₁.

Este alimento es muy alto en nutrientes. Además de los mencionados anteriormente, las galletas integrales es también un alimento muy rico en zinc (12,50 mg cada 100 g) y fibra (12,50 g cada 100 g), calcio (333 mg cada 100 g) y hierro (15 mg cada 100 g).

Las galletas integrales se encuentran entre los alimentos bajos en purinas ya que este alimento no contiene purinas.

En el Cuadro 1 se muestra el contenido de energía, macronutrientes y fibra en diferentes galletas mencionadas.

Cuadro 1. Contenido de energía, macronutrientes y fibra en diferentes tipos de galletas por cada 100 gramos.

| Tipo de galleta | Energía (Kcal) | Agua (g) | Proteína (g) | Lípidos(g) | H.de.C. (g) | Fibra (g) |
|------------------------------------|----------------|----------|--------------|------------|-------------|-----------|
| Tipo maría | 482 | 1.80 | 7.08 | 19.00 | 69.0 | 3.10 |
| Cubierta de chocolate. | 491 | 5.60 | 6.92 | 24 | 60.40 | 3.10 |
| Tipo digestivo | 469 | 5.80 | 6.30 | 20.30 | 62.98 | 4.60 |
| Galleta doble rellena de chocolate | 487 | 6.10 | 6.90 | 23.50 | 60.40 | 3.10 |
| Galleta cookie | 478 | 5.20 | 6.20 | 21.00 | 64.30 | 3.30 |

Fuente: www.Dietas.Net, 2015.

En el Cuadro 2 se muestra la cantidad de macronutrientes y micronutrientes de la galleta integral.

Cuadro 2. Contenido de macro nutrientes y micronutrientes en galleta integral en cada 100 gramos.

| | |
|--------------|--------------------------|
| Nutrientes | 100% (Galleta integral) |
| Proteínas | 10.00 g |
| Grasa | 21.20 g |
| Azucares | 42.90 |
| Almidón | 0 |
| Fibra | 12.50 g |
| Carotenoides | 1.00 mg |
| Calcio | 333 mg |
| Hierro | 15 mg |
| Tiamina | 1.25 mg |
| Riboflavina | 1.42 mg |
| Niacina | 2.40 mg |
| Energía | 427 KJ |
| Agua | 13.40 g |

Fuente: www.Dietas.Net, 2015.

2.1.6. La galleta y sus variantes

Las galletas son un tipo de alimento que nos ayudan a aportar y a cubrir nuestras necesidades en cuanto la aportación de energía y nutrientes.

Cabe destacar que aparte de que es un alimento muy completo este se puede encontrar en diferentes rincones así como también hay de diferentes formas, sabores y estilos. Sus beneficios son muy extensos y alcance de todos.

2.1.7. Tipos de galleta y caracterización

- Marías, tostadas y troqueladas: son las elaboradas a base de harinas, azúcares y grasas comestibles, con o sin adición de otros productos alimenticios para su mejor enriquecimiento, formando una masa elástica a consecuencia del desarrollo del gluten. Se cortan por sistema de prensa o rodillo troquelado.

- “Cracker” y de aperitivo: están elaboradas con harina y grasas comestibles generalmente sin azúcar, cuyas masas según sus características se pueden someter a una adecuada fermentación para conseguir su tradicional ligereza.

- Barquillos con o sin relleno: se denominan barquillos, obleas o ambrosías, los productos obtenidos de la cocción en planchas metálicas de pastas en estado líquido viscoso, formados por harina, féculas, glucosa y sal, susceptibles de adquirir diferentes formas: rectangulares, cilíndricas abanicos, etc. Pueden elaborarse solos o adicionándoles rellenos a base azúcar, dextrosa, grasa y aromas.

- Pastas blandas y duras: se clasifican en este grupo las galletas obtenidas a base de masas cuya peculiaridad consiste en cremar adecuadamente todos los componentes (azúcar, grasa y otros productos alimenticios), adicionar la harina horneando la masa moldeada seguidamente a fin de impedir el desarrollo del gluten.

- Bañadas con aceite vegetal: para elaborar esta especialidad se parte de galletas tradicionales, las cuales, después de ser horneadas, son sometidas a una dispersión o baño de aceite vegetal muy atomizado por su superficie e incluso por su parte inferior, según tipos.

- Recubiertas de chocolate: cualquier clase de galletas antes definidas podrán presentarse recubiertas de chocolate, pasta de cacao o mezcla de azúcar, gelatina y agua.

- Oblea: galleta fina con una o varias capas de relleno, también llamada wafer.

- Galleta marina: Galleta de tipo salado crujiente y fina que por lo general, presenta varias perforaciones pequeñas.

- Pretzel o lacito: Tipo de galleta, tradicionalmente salada, con forma de nudo.

- Diversas variedades: Existen diferentes tipos de ingredientes añadidos como frutos secos y/o semillas, así como también diferentes harinas con las que se elaboran.

- Surtidos: Se conoce con esta denominación el conjunto de galletas de las diferentes especialidades que se elaboran, las cuales se agrupan en un solo envase (Zaragoza *et al*, 1999).

2.1.8. Productos de bollería y repostería

Legalmente, los productos de bollería, repostería y pastelería semielaborados son aquellos preparados alimenticios elaborados básicamente con masa de harinas fermentada o no, rellena o no, con ingredientes como harinas, aceites o grasa, sal, agua, con o sin levadura, a la que se le han añadido o no otros alimentos o aditivos.

Se clasifican en crudos y pre cocidos: Productos crudos: los crudos son los productos de bollería, repostería y pastelería que, sin haber recibido tratamiento térmico, han sido sometidos posteriormente a un proceso de congelación o a un proceso de conservación autorizado.

Productos pre cocidos: los pre cocidos son los productos bollería, repostería y pastelería, cuya cocción ha sido interrumpida antes de llegar a su finalización. Siendo posteriormente, en caso necesario, sometidos a un proceso de congelación o de conservación autorizado (Zaragoza *et al*, 1999).

Los productos de bollería y pastelería industrial se elaboran a partir de cuatro ingredientes básicos: harina, grasa, azúcar y/o huevos. Se fabrican de forma similar al pan y otros productos de panificación, utilizando harinas de trigo blando de baja extracción, con alto contenido en gluten y preferiblemente enriquecidas con almidón de trigo. A esta masa se añaden ingredientes como grasas (mantequilla, manteca, aceites vegetales, etc.), azúcar, miel, leche, nata, otros productos lácteos, huevos, frutos secos, cacao, etc.

La misma norma define los productos de pastelería como “aquellos elaborados, fermentados o no, de diversa forma, tamaño y composición, integrados fundamentalmente por harinas, féculas, azúcares, grasas comestibles y otros productos alimenticios y alimentarios como sustancias complementarias”. Es decir, los productos de bollería proceden de masas de harina fermentada, mientras que los de pastelería están formados principalmente por harinas, féculas, azúcares y grasas comestibles, pudiendo además ser fermentados o no (Real Decreto 2419/1978 por el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para

elaboración circulación y comercio de productos de confitería-pastelería, bollería y repostería).

2.1.9. Propiedades nutritivas

Alimento energético

Como se sabe el componente principal en las galletas es el almidón que es un hidrato de carbono complejo que este proporciona una gran cantidad de energía a nuestro cuerpo y también ayuda a realizar diferentes funciones en él. Es un hidrato de carbono que en el ámbito alimenticio está considerado como alto portador energético.

Entre los componentes de la harina de trigo, las grasas son las que tienen un menor índice de presencia, tan sólo un 1,2% por cada cien gramos de harina. Están en el núcleo del grano y en su cáscara; y aportan el caroteno, un pigmento que da tonalidad a la harina. La materia grasa o aceite de la harina de trigo puede influir decisivamente en su conservación: los ácidos que libera al deteriorarse atacan al gluten.

Fuentes de proteínas

En la harina de trigo abundan las proteínas complejas y a la reacción de dos de ellas debemos la existencia del gluten. Éste último, es una sustancia flexible que resulta de mezclar con agua dos proteínas que forman parte de su estructura. Se denominan gliadinas y gluteninas.

Las proteínas de la harina que conforman el gluten están presentes en los cultivos de secano, principalmente en el trigo, pero también en otros como la cebada, el centeno, la avena o las variedades de ellos.

Vitaminas y minerales de la galleta

Las galletas contienen una muy buena fuente aportación de complejo B entre las principales que se pueden mencionar son: tiamina o B1, riboflavina o B2, piridoxina o B6 y niacina, así como también ácido ascórbico.

Mientras que de los minerales los principales son, sodio, potasio, calcio, hierro, zinc y selenio. Básicamente los restos de las cenizas en la galleta son estos minerales las que la conforman más sin embargo dependen también del tipo de extracción que se le dio a la harina.

Fibra

Este aporte se ve de manera más significativa en las galletas que son de tipo integral, o las que son básicamente hechas con harina de trigo integral (Admin, 2017).

2.2. Ingredientes y funciones

2.2.1 Yaca

El árbol de jaca, jack, yaca, nangka o panapén (*Artocarpus heterophyllus*) es una especie perteneciente a la familia de las moráceas. La fruta, en su interior, es de color amarillo, parecido al mango. Su jugo es ligeramente ácido y profundamente dulce, con un sabor que recuerda la mezcla de mango con naranja.

Es un árbol perennifolio que alcanza un tamaño de 10-15 (-20) m de alto con copa densa. Tronco de 3-4 m de circunferencia, con corteza de color marrón rojizo, lisa, ramitas jóvenes glabras.

El árbol de jaca da una madera preciosa de color amarillo. Esta madera es muy popular en los gabinetes, para la fabricación de muebles y marquetería debido a su fuerte coloración. También se puede utilizar en la construcción. La madera a veces se utiliza para la fabricación de instrumentos musicales.

2.2.1.1. Origen y variedades

Originaria de Indonesia, donde se halla mayor diversidad genética entre sus miles de islas de acuerdo a muchos investigadores en botánica y dispersión genética. También se distribuye al sur y sudeste de Asia. Este árbol produce la fruta

nacional de Bangladés, así como de Indonesia. Posee grandes similitudes con *Artocarpus heterophyllus* (árbol del pan), originario de Indonesia y de Melanesia.

A diferencia de los plantíos de mango o plátano que por naturaleza se dan en el la yaca llegó “de ilegal” en la década de los 80’s a México, proveniente de Asia, específicamente de Indonesia.

Puede llegar a medir más de medio metro y su olor cuando está madura, es desagradable para algunos. Dentro de ella, se podrían encontrar hasta 500 semillas, que se tuestan para comer como botana. Su pulpa, se prepara como nieve, en forma de pan, frita o con sabor bbq para hacer hamburguesas. Por su alta disponibilidad a lo largo del año, hay quienes aseguran que sobrevivirá al cambio climático y que sus propiedades nutrimentales, hacen las delicias de los vegetarianos. Es la yaca, la fruta de los siete sabores, que además, se produce en grandes cantidades en México.

La yaca (*Artocarpus heterophyllus*) puede medir hasta 60 centímetros y pesar 45 kilogramos, por lo que se considera el fruto más grande proveniente de un árbol. Se consume igualmente verde o madura, se puede freír como plátano o hervir como camote (Medina, 2017).

Existen dos variedades principales de yaca (*Artocarpus heterophyllus*).

Una que da frutas con carpelos pequeños, fibrosos, suaves, pesados, pero muy dulces.

Otra frágil y un poco crujiente, que es la más comercial y sabrosa para el gusto de los occidentales.

2.2.1.2. Características de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*)

Forma: es ovalada, cilíndrica, alargada y gordita, nunca presenta forma redonda, es espinosa de contextura fibrosa y cubierta con pequeños conos.

Tamaño y peso: una sola yaca puede alcanzar los 50 kg de peso, por lo que proporciona una gran cantidad de alimento. Su tamaño varía entre los 25 a 60 cm de diámetro.

Color: es de un color verde intenso que se vuelve amarillento cuando madura.

Sabor: comerla es disfrutar de una agradable mezcla entre mango, banana, durazno, melón, piña, naranja y kiwi, por la que se le da el calificativo de tutifrutí o fruta de los siete sabores.

2.2.1.3. Descripción botánica

Raíz

La raíz es pivotante, ramificada, muchas de las especies tropicales y subtropicales carecen de pelos radiculares, de tal manera que las raíces son menos eficientes para la obtención del agua (Ochse *et al.* 1976).

Tallo

Es un árbol perennifolio que alcanza un tamaño de 10-15 (-20) m de alto con copa densa. Tronco de 3-4 m de circunferencia, con corteza de color marrón rojizo, lisa, ramitas jóvenes glabras.

El árbol tiene flores prácticamente todo el año; sin embargo, la distribución de la lluvia tiene una influencia directa en los picos de floración, ya que éste coincide con el periodo más seco (Pushkumara, 2006).

Hojas

Hojas con 2-3 cm de largo pecíolo; elípticas a obovadas de (5 -) 8-15 (-20) cm de largo, (3.5-) 4-10 (-12) cm de ancho, coriáceas, enteras o 3 lóbulos en los brotes jóvenes, de color verde oscuro y brillante en el haz, glabra, base cuneada, obtusa a subaguda en las puntas; estípulas grandes, espatáceas, de 5-8 cm de largo.

Flores

La inflorescencia masculina es terminal o axilar, cilíndrica a claviforme, (2.5-) 3-8 (-10) cm de largo, 1-2.5 cm de ancho; pedúnculos de hasta 6 cm de largo.

Inflorescencia femenina en el tronco principal y las ramas viejas, cilíndrica u oblonga, tuberculada y de mayor tamaño que la masculina.

Sincarpo oblongo-globoso, colgando en el tronco, masivo, 25-100 cm de largo, 20-25 cm de diámetro, carnosa, tubérculos, marrón externamente, pulpa de que van del rojo al anaranjado, así como del amarillo a blanco. Semillas ± reniforme, de 2-3 cm de largo, Embebido en la pulpa. Entre sus propiedades organolépticas se percibe un sabor semejante al mango y piña (Correa, 2004).

Fruto

El fruto es compuesto, ya que los ovarios de múltiples flores o de una inflorescencia se unen para formar un fruto, lo que origina que la superficie del fruto tenga una apariencia de panal; cada polígono representa una flor. En el fruto pueden distinguirse tres regiones primarias: a) eje o centro del fruto, con presencia de células laticíferas (no comestible); b) perianto, mayor porcentaje comestible del fruto y región media fusionada (formando el anillo del syncarpo) y la región externa córnea no comestible de color verde y amarillo al madurar; y c) fruto verdadero (semillas) que se desarrolla desde el carpelo del ovario y está rodeado por el perianto fresco (Ong *et al.*, 2006).

2.2.1.4. Fenología

La yaca (*Artocarpus heterophyllus*) es un fruto que es cultivada principalmente en zonas tropicales de nuestro país.

Su producción es casi durante todo el año, puesto que tarda ocho meses en que se lleve a cabo la maduración del fruto. La mayor producción de este fruto se presenta en las temporadas de verano, siendo esta temporada en que más se tiene que llevar acabo su riego.

2.2.1.5. Suelo y clima

El Jaquero puede desarrollarse casi en cualquier tipo de suelos, pero los prefiere limo-arenosos profundos, bien drenados con bastante humedad y ricos en materia orgánica. Las plantaciones de *Artocarpus* se encuentran en terrenos planos o inclinados, tanto en suelos porosos de las áreas tropicales como en suelos ligeros. Los suelos donde se va a establecer el cultivo deben de tener condiciones adecuadas de drenaje, fértiles y disponibilidad de agua, evitando factores que ocasionan el estrés, tales como el calor excesivo, vientos y heladas (Catton, 1987)

La jaca prospera en elevaciones de 1,000 a 1,600 m.s.n.m.; aun cuando es la especie más tolerante al frío del género *Artocarpus*, varios árboles han sido dañados seriamente por las heladas, por lo que es mejor para ellos un clima cálido-húmedo, donde puedan crecer rápidamente. Las cincuenta especies conocidas del género *Artocarpus* en su mayoría son árboles de zonas tropicales húmedas, son originarias de áreas con climas monzónico moderado, con una corta estación seca (Ochse *et al.* 1986).

.

2.2.1.6. Propagación

Se utilizan tanto la propagación a partir de semillas como los injertos. En la mayoría de los frutales comerciales nuevos se prefieren los árboles injertados con variedades conocidas.

La forma más sencilla de la propagación de este fruto es mediante el cultivo de sus semillas.

La temperatura adecuada esta entre los 24.4 a 30 °C tardando ocho semanas para que germine (Palomo, 2017).

2.2.1.7. Recolección

La cosecha óptima y su transporte, se efectúan cuando cambia de color verde a amarillo-verdoso. Debe dejarse parte del tallo para facilitar su manipulación. Suele necesitar unas 20 semanas para llegar a su estado óptimo de maduración. Debe regarse cada dos días durante el verano.

2.2.1.8. Índice de cosecha

La cosecha óptima de este fruto se efectúa cuando cambia de color verde a amarillo verdoso.

Otro indicador de su maduración es el olor característico del fruto.

2.2.1.9. Conservación

El fruto de la yaca tiene métodos sencillos de conservación puesto que este además de que ofrece diversos subproductos en su preparación, como la corteza que se usa para forraje principalmente para cabras.

El almacenamiento de la yaca es muy simple: si se tiene la fruta completa deberá ser colgada de su pata en un lugar seco, con ventilación y a la sombra. Antes de cortar la fruta deberá colocar guantes de látex o quirúrgicos en sus manos, pues la cáscara tiene un pegamento que podría resultar incómodo para las manos. Al cortar la fruta deberá ser por la mitad, es decir, que el corte pase por los polos o extremos de la misma, para tener un mayor aprovechamiento.

El centro de la fruta puede ser utilizado para preparar té. Dentro de ella los gajos se encuentran cubiertos de pequeños cabellos que se pueden retirar y las semillas se pueden secar y usar en la preparación de algún alimento. Ya cortada la fruta puede ser congelada hasta por cinco días o se puede poner a secar y comerse como un nutritivo postre (Barragán *et al*, 2015).

2.2.1.10 Composición química

En el cuadro 3 muestra la composición química de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*), se puede observar que la yaca contiene una gran cantidad de agua ocupando un 73.46 g por cada 100 g de porción comestible.

Cuadro 3 Composición aproximada de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*) por 100 g de porción comestible.

| Constituyente | Yaca |
|-------------------|--------------|
| Agua (g) | 73.46 |
| Energía (kJ) | 95 |
| Proteína (g) | 1.72 |
| Grasa (g) | 0.64 |
| Carbohidratos (g) | 23.3 |
| Fibra (g) | 1.5 |
| Minerales (g) | 0.94 |

Fuente: guía-nutrición.com, 2018.

Además de los nutrientes anteriores la yaca posee vitaminas que ayudan a la nutrición humana (Cuadro 4). La vitamina que más abunda es el ácido ascórbico con 13.7 mg por cada 100 g de porción comestible en este fruto.

Cuadro 4 Contenido de vitaminas de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*) por 100 g de porción comestible.

| Vitamina | Yaca |
|---------------------|------|
| Retinol (ui) | 110 |
| Piridoxina (mg) | 0.3 |
| Ac. Ascórbico (mg) | 13.7 |
| Alfa tocoferol (mg) | 0.34 |
| Tiamina (mg) | 0.10 |

| | |
|-----------------------------|------|
| Riboflavina (mg) | 0.05 |
| Niacina (mg) | 0.9 |
| Pantotenico (mg) | 0.23 |
| Ac. Fólico (micro g) | 24 |

Fuente: guía-nutrición.com, 2018.

2.2.1.11. Propiedades nutritivas

La fruta de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*) es rica en vitaminas B₁, niacina, calcio, hierro, ácido fólico, ácido ascórbico, potasio y proteínas favorables para el organismo.

100 gramos de Yaca contienen 1,72 gramos de proteína, 0,64 gramos de grasa, 23,3 gramos de carbohidratos, y 1,5 gramos de fibra.

Hay 95 calorías en 100 gramos de yaca, el 5% del total diario que se necesita. Contienen 0,64 gramos de grasa y 0 mg de Colesterol.

Hay minerales presentes en yaca, como Potasio (448 mg), Magnesio (29 mg) o Calcio (24 mg) pero no Flúor o Selenio.

Contienen algunas vitaminas importantes: Vitamina B-9 (24 mg), Vitamina C (13,7 mg) o Vitamina A (110 UI).

Las semillas de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*) tienen mayor valor proteico que: la yuca, la papa, el maíz, el plátano y el arroz.

Es rico en hierro, niacina, calcio, calorías, potasio y Vitamina B₁. La vitamina B₉ que no es más que el ácido fólico es esencial para el crecimiento y el desarrollo humano, estimula el correcto funcionamiento de los nervios y el cerebro.

La Vitamina B₂ (riboflavina), es una vitamina soluble en agua presente en la mayoría de los tejidos animales y vegetales. Es una de las vitaminas B esenciales,

conocidos por ayudar a apoyar la función adrenal, ayudar a calmar y mantener un sistema nervioso sano.

La vitamina E tiene un efecto positivo en la salud inmunológica, protege contra el daño oxidativo y tiene efectos preventivos contra el cáncer.

La Vitamina C ayuda a reparar y regenerar tejidos, protege contra enfermedades del corazón, ayuda en la absorción de hierro, previene el escorbuto, y disminuye los totales del colesterol y los triglicéridos malos.

La Vitamina B₆ asegura que procesos metabólicos como el metabolismo de la grasa y la proteína se procesen sin problemas, y es importante para la función del sistema inmunológico en individuos mayores.

La Vitamina A es un grupo de compuestos orgánicos insaturados nutricionales, que incluye retinol, ácido retinoico, y varios carotenoides provitamina A. Es una vitamina importante para la vista.

La yaca (*Artocarpus heterophyllus*) presenta una minoría de minerales así como también una más pequeña porción de grasa. Los minerales que contiene este fruto son un poco más elevados que la grasa del mismo (Santoyo, 2018).

2.2.1.12. Beneficios para la salud

La yaca (*Artocarpus heterophyllus*) ha sido muy utilizada para aliviar, entre otras, las siguientes dolencias:

Antiasmático: Hojas en infusión, una taza en la mañana por 3 días.

Antidiarreico: Látex obtenido de la base del tronco o tallo diluido en una cucharada de agua lluvia.

Conjuntivitis: Yemas foliares maceradas en un pañuelo limpio, presionando y goteando sobre el ojo.

Diabetes: Infusión de hojas.

También se reportan beneficios nutracéuticos, toda vez que las hojas y la corteza se utilizan para tratar anemia, asma, dermatosis, diarrea, catarro y como expectorante (Balbach y Boarim, 1992)

Los frutos tienen diversos compuestos, como carotenoides, flavonoides, taninos, esteroides, entre otros, que le confieren propiedades anti cancerígenas, además de que aliviar úlceras e indigestión.

Una infusión de las hojas, aplicada en forma de gotas sobre los ojos o los oídos, ayuda a curar infecciones como la conjuntivitis y la otitis.

El látex o resina despegados de esta planta disminuye afecciones estomacales como la diarrea.

Ingerido, el té de hojas de yaca reduce la presión arterial y los niveles de azúcar en la sangre. También es efectivo para el tratamiento de afecciones respiratorias como el asma, problemas cutáneos y resaca.

Esta exótica fruta se ha hecho muy famosa porque contiene sildenafil, ingrediente activo de la viagra, por lo que se le llama viagra natural. Sin elevar demasiado la presión sanguínea, permite tener mayor potencia sexual.

Asimismo, la yaca tiende a controlar los estados de nerviosismo e intranquilidad, y suele ser recomendada para quienes ameriten aumentar de peso por su alto contenido de carbohidratos.

Se ha reportado Linares (2003), que contiene abundantes nutrientes, antioxidantes, facilita el equilibrio celular porque contiene suficiente potasio y mejora la digestión. Además se le conoce por su uso en la medicina tradicional, con fines de antiasmático, antidiarreico, tratamiento de conjuntivitis, diabetes, antihelmíntico, otitis, eliminación de verrugas, y tratamiento de la hipertensión arterial (Correa *et al.* 2004).

2.2.1.13. Usos de la especie cultivada

Inició hace más de 20 años en el municipio de San Blas, Nayarit, México, como cultivo alternativo al de plátano (*Musa paradisiaca*), que perdió rentabilidad.

El material llamado 'Agüitada' se propagó de forma asexual (enraizado de estacas). El árbol de este genotipo presenta hojas pequeñas y enrolladas en los bordes, con pocas hojas en comparación con otras variedades; es de porte bajo y muestra tolerancia a los vientos, plagas y enfermedades. Su fruto es uniforme, con un periodo de crecimiento de 2.5 meses, y en invierno de cuatro meses, con peso entre 8 y 9 kg, pulpa naranja, de sabor y textura agradables, y cáscara delgada, que son características deseables para el mercado de exportación.

El *heterophyllus* Lam. de *Artocarpus* (nombre científico de la yaca) es un árbol frutal multipropósito ya que son muchas sus aplicaciones, ahora crece extensamente en las zonas tropicales. Pertenece a la familia Moráceas. El jackfruit (como se conoce en inglés) es uno de los árboles frutales más populares de Asia. Alineando ocupa el tercer lugar; después mango y plátano en área total y producción.

Aplicaciones dentro de la gastronomía Fresco o crudo, cocido al horno, hervido, frito, sopas, ensaladas cuando está madura se utiliza como fruta de postre (Love y Paull, 2011).

La yaca (*Artocarpus heterophyllus*) suple el alimento del cereal de gran parte para la gente de recursos limitados durante la estación de lluvias.

Los bulbos se pueden utilizar como ingrediente para el helado, los caramelos y otros postres. La madera es dura similar a la teca y de gran valor y se puede cosechar a partir de viejos árboles de 15-20 años. La hoja verde se utiliza como forraje y es muy popular, particularmente en las estaciones de lluvias para las cabras. Se utiliza la hoja seca como combustible (Esquivel *et al*, 2013).

2.2.2. Harina

Harina de trigo es un polvo hecho de la molienda del trigo y que se emplea para consumo humano. La harina de trigo es la que más se produce de entre todas las harinas.

Las variedades de trigo se apellidan "blandas" o "débiles", si tienen un contenido de gluten bajo, y "duro" o "fuerte" si tienen un contenido alto de gluten. La harina dura, o harina de pan, es de gluten alto, con un 12% a 14% de contenido de gluten, su masa tiene un tacto elástico que aguanta su forma bien una vez horneada. La harina blanda es comparativamente baja en gluten y por ello resulta en un pan con una textura más fina, quebradiza.

La harina blanda se clasifica normalmente en harina de pastel, la cual es la más baja en gluten, o harina de pastas, la cual tiene ligeramente algo más de gluten que la harina de pastel.

En términos de las partes del grano (la fruta de la planta) utilizada en la harina el endospermo o parte de proteína/almidón, el germen o parte rica en proteínas/grasas/vitaminas y el salvado o parte de fibra hay tres tipos generales de harina. La harina blanca está hecha únicamente de endospermo. La harina marrón incluye algunos de los gérmenes o salvado, mientras que la de grano entero o integral está hecha del grano entero, incluyendo el salvado, endospermo, y germen. La harina de germen está hecha del endospermo y germen, excluyendo el salvado (Chu y Michael, 2004).

La harina puede contener mayor o menor proporción del grano entero, según se deseche mayor o menor cantidad de salvado y germen. La proporción de grano entero que se utiliza para obtener la harina se denomina grado de extracción. Cuando hablamos de un 90% de grado de extracción se trataría de una harina que contiene un 90% del cereal completo y se ha desechado un 10% de salvado y germen. Por lo tanto una harina integral sería una harina con el 100% de extracción. En el cuadro 5, se pueden observar lo que es la información nutrimental de la harina de trigo.

Cuadro 5. Información nutrimental de la harina de trigo.

| Información nutrimental de la harina de trigo en 100 g | | | | | |
|--|----------|----------|--------|-------------|------------|
| Calorías | 340 kcal | Calcio | 34 mg | Vitamina A | 9 IU |
| Grasas | 2.5 g | Hierro | 3.6 mg | Vitamina C | --mg |
| Proteína | 13.21 g | Sodio | 2 mg | Vitamina D | 0 mg |
| Carbohidratos | 71.97 g | Potasio | 363 mg | Vitamina B1 | 0.502 mg |
| Azúcar | 0.41 g | Magnesio | 137 mg | Vitamina B6 | 0.407 mg |
| Fibra | 10.7 g | Fosforo | 357 mg | Vitamina E | 0.71 mg |
| Colesterol | -- mg | Zinc | 2.6 mg | Vitamina K | 1.9 microg |

Fuente: Base de datos USDA, 2014.

2.2.2.1. Harina de trigo

La molienda del trigo consiste en reducir el tamaño del grano a través de molinos de rodillos. Primero se separa el salvado y el germen del endospermo y luego se reduce este último hasta obtener la harina. El objetivo de la molienda es maximizar el rendimiento de la harina con el mínimo contenido de salvado.

El proceso de molienda consiste en dos etapas la de ruptura y la de reducción, la molienda se realiza gradualmente, obteniéndose en cada etapa una parte de harina y otra de partículas de mayor tamaño. Entre fase y fase de molienda el producto molido es cribado y a continuación la harina es purificada.

Trituración: El grano de trigo después de haber sido limpiado y acondicionado, se pasa por el primer juego de rodillos para ser triturado.

Cribado: La función del cernido o cribado es la de separar el producto en las tres fracciones principales: salvado, sémola y germen.

Purificación: Posterior a la trituración se realiza la eliminación del salvado y clasificación de las sémolas por grosor a través de tamices y purificadores.

Reducción: El objetivo de la reducción es moler las sémolas y las semolinas purificadas y convertirlas en harina. Se reducen las partículas de sémola hasta una finura de harina además elimina algunas partículas de salvado y germen que pueden quedar, esta operación se realiza con un cernido. Este proceso se realiza varias veces hasta que queda eliminada la mayor parte de semolina extraíble (Carreira, 2012).

2.2.3. Harina de yaca (*Artocarpus heterophyllus*)

Yaca o Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*). La pulpa del fruto es amarilla se le llama árbol de pan porque su fruto contiene gran cantidad de almidones y se le puede dar un tratamiento como a la papa al ser exquisito frito en hojuelas o secado y molido para conformar una harina rica en almidones; variedades sólo se conocen 2: una con semillas, las cuáles se preparan como castañas y son deliciosas y la otra variedad sin semillas y muy difícil de reproducir, que se utiliza para freír o moler como harina.

2.2.4. Mantequilla

La mantequilla es un producto con un contenido de materia grasa láctea igual o superior al 80% e inferior al 90%, y contenidos máximos de agua del 16%, y de materia láctea seca no grasa (sólidos no grasos) del 2%. Según el reglamento (UE) 1308/2013, las materias grasas lácteas o mantequillas son productos presentados en forma de emulsión sólida y maleable, principalmente del tipo agua en materia grasa, derivados exclusivamente de la leche o de determinados productos lácteos, en los que la materia grasa es el componente esencial; no obstante, pueden contener otras sustancias necesarias para su fabricación, siempre y cuando no se utilicen para sustituir total o parcialmente alguno de los componentes de la leche. Por su procedencia Se denomina mantequilla al producto como tal obtenido de la leche o nata de vaca, pero la mantequilla se puede obtener de leche de otras especies animales como oveja o cabra. En este caso, en su denominación se deberá hacer referencia a la especie de la cual

proceda. La mantequilla de oveja o de cabra presenta un color más claro y un contenido graso superior a la de vaca (Aranceta, 2005).

2.2.5. Huevo

El huevo es un superalimento muy habitual en nuestra dieta que se consume en todas las partes del mundo. Rico en proteínas y grasas y con un bajo aporte calórico, se digiere fácilmente y sirve tanto para preparar platos salados como dulces.

2.2.6. Extracto de vainilla

El extracto de vainilla, como bien su nombre lo indica es un concentrado - que se utiliza para saborizar comidas y bebidas - obtenido de la vaina o chaucha de la vainilla. Se obtiene poniendo a macerar una cantidad acorde de chauchas de vainilla (vainilla planifolia), en un frasco conteniendo un licor de fuerte graduación alcohólica, como por ejemplo "Vodka" y se deja macerar alrededor de tres meses. Luego de este proceso se obtiene una sustancia de color ámbar, de consistencia líquida, y característico aroma a vainilla. Se la utiliza en la preparación de comidas, preferentemente postres y dulces, y también para saborizar algunas bebidas (Skinner, 2007).

2.2.7. Polvo para hornear

La levadura química o polvo para hornear, comúnmente conocido en México como royal es un agente leudante que consiste en una combinación de bicarbonato de sodio, cremor tártaro y un absorbente de humedad. Tiene la misma función de la levadura, pero actúa de una manera más rápida, y se utiliza en mezclas para preparar galletas, tartas y pasteles, dándoles volumen. En 1869 se puede decir que ya se comercializaba levadura química tal y como la conocemos en la actualidad (Rumford, 2008).

2.2.8. Sustituto de azúcar

Los sustitutos del azúcar son sustancias químicas o de origen vegetal utilizadas para endulzar o mejorar el sabor de alimentos y bebidas.

La mayoría de los sustitutos del azúcar son mucho más dulces que el azúcar. Se necesita una menor cantidad de estos sustitutos del azúcar para proporcionar el mismo nivel de dulzor. Algunos sustitutos del azúcar son bajos en calorías. Otros no tienen calorías.

Los sustitutos del azúcar están regulados como aditivos alimentarios por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) de EE. UU. Esto significa que la FDA revisa la evidencia científica para asegurarse de que un sustituto del azúcar es seguro antes de que pueda utilizarse en alimentos y bebidas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en el Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento del mismo nombre, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

3.1. Equipo utilizado en el laboratorio

- Estufa de secado marca Robert Shaw opera entre 55-60°C.
- NutriBullet con una potencia de 600 watts.
- Balanza analítica marca Ohaus, modelo CS500, capacidad 5000g.
- Balanza analítica marca Ohaus, modelo: Scout Pro SP202. Capacidad máxima 200 g.
- Estufa con horno Flamineta Marca Premiere.
- Estufa de secado Marca Thelco Modelo 27 (con circulación de aire a temperatura de 100-103°C).
- Balanza analítica marca Explorer.
- Estufa con horno marca
- Mufla thermo scientific marca Thermolyne opera entre 500-600°C.
- Aparato Kjndhal.
- Aparato Soxleth.
- Aparato de reflujo marca Labconco.
- Espectrofotometro ThermoSpectronic, modelo Helio Epsilon.
- Colorímetro

3.2. Materia prima utilizada para la elaboración de la galleta

Para la elaboración de la galleta se formularon dos concentraciones distintas con la harina de yaca así como también una formula con harina de trigo tanto integral como la blanca.

- Harina de trigo integral, marca la Perla, así como también harina blanca de la misma marca, adquirida en un centro comercial en Saltillo.
- Harina de yaca (*Artocarpus heterophyllus*), para esto fue molido en un NutriBullet de 600 watts.
- Mantequilla Gloria sin sal, obtenida en un centro comercial en Saltillo.
- Huevo, adquirido en un centro comercial en Saltillo.
- Sustituto de azúcar (sucare), adquirida en un centro comercial en Saltillo.
- Polvo para hornear (Rexal), adquirida en un centro comercial en Saltillo.
- Esencia de vainilla, adquirida en un centro comercial en Saltillo.

3.3. Formulación para la elaboración de la galleta

En el Cuadro 6 se muestran los ingredientes usados para la elaboración de la galleta, dos formulaciones diferentes variando en la cantidad de la harina de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) así como también teniendo un control de harina integral y harina blanca.

Cuadro 6. Ingredientes para la elaboración de la galleta.

| Ingredientes | 0% HI | 25% HY | 50% HY | 0% HB |
|---------------------------|-------|--------|--------|-------|
| Harina de yaca (g) | 75% | 25% | 50% | 50% |
| Harina integral (g) | 50% | - | - | 50% |
| Sucare (g) | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Mantequilla (g) | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Huevo | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Agua (mL) | - | - | - | - |
| Rexal (g) | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Extracto de vainilla (mL) | 3 | 3 | 3 | 3 |

3.4. Actividades

Etapa 1. Obtención de la harina de yaca (*Artocarpus heterophyllus*)

Selección:

La selección de este fruto fue de manera manual, con la técnica de la palpación para verificar que este no estuviera excesivamente maduro o tuviera algún daño físico. Se verifico que el color fuera el adecuado, así como también el olor, su grado de madurez.

Lavado:

Ya estando elegida la yaca (*Artocarpus heterophyllus*), se efectuó un lavado a chorro de agua, con agua y jabón así como también un cepillado puesto que las

protuberancias que contiene la yaca hace que sea más sencillo la incrustación de contaminación física.

Corte:

Como la literatura nos dice el corte de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*) se hizo de forma transversal quedando esta en dos hemisferios listos para poder extraer de ella los bulbos.

Extracción de bulbos:

Los bulbos de este fruto se fueron extrayendo uno a uno con la ayuda de guantes para así evitar que los dedos se nos resistieran por el látex que contiene este fruto, se fueron sacando uno a uno de la capa fibrosa que los recubre e inmediatamente se fue sacando la semilla de cada uno de los bulbos.

Agente Antioxidante:

Los bulbos que fueron extraídos se sumergieron a una solución de ácido cítrico por término de 24 horas para así evitar la oxidación de estos.

Secado:

El secado se llevó acabo en la estufa con circulación de aire caliente. En dos charolas de aluminio cuadradas a una temperatura de 50 – 60°C por termino de 24 horas.

Enfriado:

Habiendo transcurrido el tiempo de secado las dos charolas se retiraron de la estufa y se dejaron enfriar por 30 minutos a temperatura ambiente.

Molienda:

Los bulbos de yaca (*Artocarpus Heterophyllus*) secos, enfriados y un poquito cristalizados previamente son sometidos a molienda a velocidad constante en un NutriBullet.

Etapa 2. Elaboración de la galleta

Materia prima:

- Harina integral de trigo.
- Harina de yaca (*Artocarpus Heterophylus*).
- Mantequilla gloria sin sal.
- Huevo.
- Polvo para hornear (rexal).
- Extracto de vainilla.
- Sustituto de azúcar (sucare).

Formulación de las pastas:

Se realizaron las formulaciones correspondientes para cada uno de los tratamientos establecidos, el primero con un 75% HI y 25% HY, el segundo de 50% HI y 50% HY, teniendo un control de 50% HI y 50% HB, los ingredientes restantes se fueron agregando siguiendo una receta de galletas tradicional. En el cuadro 7 se muestra como quedo cada formulación.

Cuadro 7. Formulación de los diferentes tratamientos

| Ingredientes | 0% HB | 25% HY | 75% HY | 0% HI |
|--------------------|-------|--------|--------|-------|
| Harina de yaca | - | 25% | 75% | - |
| Harina integral | 50% | 75% | 25% | 50% |
| Sucare (g) | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Mantequilla (g) | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Huevo (pz) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Agua (mL) | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Ext. Vainilla (mL) | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Rexal (g) | 2 | 2 | 2 | 2 |

Mezcla:

Se mezclan los ingredientes en un tazón, en relación a lo que dice la formulación. Las mezclas se hacen con los diferentes porcentajes de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) a 25 y 50 % en base a la harina integral y se tendrá un control de 50% de harina blanca y 50% de harina integral.

Reposar:

La mezcla se deja reposar de 10 a 15 minutos para que el polvo de hornear (rexal), lleve a cabo las reacciones químicas y de esta forma aligerar la masa y así incrementar el volumen del producto horneado.

Moldear:

La masa es extendida con la ayuda de un rodillo para así ir cortando las galletas con los moldes específicos.

Horneado:

Se hornea por 45 minutos a 180 °C en una estufa con horno.

Etapa 3. Determinación de cualidades nutricionales**Preparación y conservación de la muestra:**

- Reducir el tamaño de la muestra y colocar en una moldecito de aluminio e identificar con los porcentajes de harina de yaca que contiene el producto así como el testigo.
- Pesar la charola con la muestra molida en una balanza analítica modelo SP202.
- Registrar el peso fresco de cada una de los moldecitos y colocarlos dentro de la estufa de secado a una temperatura de 50-60 °C por 24 horas.

- Transcurrido el tiempo, sacar las muestras de la estufa y enfriar por un término de 20 minutos a temperatura ambiente.
- Pesar nuevamente la charola con la muestra seca.
- Registrar el peso.

En la Figura 1 se representa el producto ya seco y molido para ser utilizado en los análisis bromatológicos correspondientes, así como también de la harina de yaca (*Artocarpus Heterophyllus*) sola.



Figura 1. Imagen del producto seco y molido.

3.5. Análisis bromatológico

Determinación de materia seca total

1. Pesar e identificar crisoles de porcelana que estén en peso constante, dejar en desecador 20 minutos.
2. Pesar dos gramos de muestra y colocarlos en cada crisol identificado.
3. Colocarlos en la estufa durante toda la noche.
4. Sacar el crisol colocarlo en el desecador y dejar enfriar por 20 minutos.
5. Pesar y registrar el peso.
6. Calcular la materia seca total de cada muestra.

Cálculos:

$$\%MST = \frac{\text{pesodecrisol} + \text{nuestraseca} - \text{pesodecrisol solo}}{\text{gramosdemuestra}} * 100$$

$$\%H = 100 - \%MST$$

Determinación de cenizas totales

1. Incineran las muestras utilizadas en la determinación de materia seca total en el mechero hasta que la muestra se queme totalmente y deje de emitir humos.
2. Colocar en la mufla durante 2-3 horas.
3. Sacar los crisoles de la mufla con ayuda de las pinzas, colóquelo en el desecador y enfrié durante 15 minutos.
4. Pesar en balanza analítica.
5. Calculas porcentaje de cenizas totales.

Cálculos:

$$\%C = \frac{\text{pesodecrisolmascenizas} - \text{pesodecrisol solo}}{\text{gramosdemuestra}} * 100$$

Determinación de proteína cruda

Para la determinación de proteína se usa el aparato Kjeldhal donde se lleva a cabo las dos fases de interés para llegar a la determinación correcta.

Digestión

1. Pesar 1 gramo de cada muestra sobre papel filtro.
2. Introducir la muestra en el matraz Kjeldhal.
3. Agregar 1 cucharada de muestra de selenio.
4. Agregar 3 perlas de vidrio.
5. Adicionar 30 ml de ácido sulfúrico concentrado.
6. Colocar el matraz en el digestor Kjeldhal, encienda el motor aspirador de gases hasta que la muestra cambie de color café oscuro a verde claro.

Destilación

1. Enfriar el matraz colocándolo en la llave con cuidado, agregar 300 ml de agua destilada.
2. En el matraz Erlenmeyer agregar 50 ml de ácido bórico, añadir 3 gotas de indicador mixto.
3. Agregar lentamente por las paredes del matraz 100 mL de hidróxido de sodio al 45%, añadir 3 granallas de zinc.
4. Conectar a la parte destiladora Kjeldhal, abrir la llave del agua.

Recibir 250 mL del destilado.

Titulación

1. Titular con ácido sulfúrico 0.1 N hasta cambiar de color azul a un roano.
2. Realizar cálculos para obtener porcentaje de nitrógeno y de proteínas.

Cálculos:

$$\%N = \frac{(mlgastadosenlamuestra - mlblanco)(0.014)(Ndelacido)(100)}{gdemuestra}$$

$$\%PC = (\%N)(6.25)$$

Determinación de extracto etéreo o grasa total

En la Figura 2 se muestra el Aparato Soxleth ya equipado con cada uno de las muestras en estudio para la determinación de grasa total.



Figura 2. Determinación de grasa.

1. Pesar 4 gramos de cada uno de las muestras secas sobre papel filtro.
2. Colóquela en un dedal de asbesto.
3. Depositar dentro de un sifón.
4. Los matraces bola de fondo plano con 3 perlas de vidrio, pesar e identificar que estén en peso constante.
5. Agregar a cada de los matraces 250 mL de hexano.
6. Acoplar todo en el Soxthelth, dejarlo 6 horas sifoneando.
7. Al finalizar las 6 horas se recupera el hexano hasta que cada una de las muestras quede sola.
8. Colocar el matraz bola en la estufa por término de 12 horas.

9. Transcurrido el tiempo, con la ayuda de unas pinzas sacarlos, poner en desecador y pesar.

10. Calcular porcentaje de extracto etéreo o grasa.

Cálculos:

$$\%EE = \frac{\text{peso de matrazmasgrasa} - \text{peso de matrazvacío}}{\text{gramos de muestra}} * 100$$

Determinación de fibra cruda

En la figura 3 se muestra el aparato de reflujo con las muestras ya preparadas para la determinación de fibra cruda.



Figura 3. Determinación de fibra cruda.

1. Pesar 2 g de muestra previamente desengrasada.
2. Identificar los vasos de Berzelius con las muestras correspondientes, agregar 100 mL de ácido sulfúrico 0.255 N.
3. Conectar el aparato de reflujo por término de 30 minutos empezando a contar a partir de cuándo empieza a hervir.

4. Una vez trascurrido el periodo de tiempo filtrar con ayuda de una tela y lavar con agua destilada caliente.
5. Con ayuda de una espátula vaciar la muestra en el vaso de Berzelius, agregar 100 mL de hidróxido de sodio 0.313 N, seguir el paso tres nuevamente.
6. Seguir el paso 4 nuevamente.
7. Eliminar el exceso de agua de la tela.
8. Retirar las muestras de la tela y con la espátula colocar cada una de las muestras en crisoles de porcelana ya previamente identificados.
9. Dejar los crisoles en la estufa por un tiempo de 12 horas.
10. Sacar los crisoles de la estufa con ayuda de pinzas, colocar en desecador enseguida pesar.
11. Pre incinerar las muestras en parrillas eléctricas.
12. Colocar los crisoles con las muestras pre incinerado en la mufla por un tiempo de 2 – 3 horas.
13. Enfriar en el desecador durante 10 minutos y pesar.
14. Calcular el porcentaje de fibra cruda.

Cálculos:

$$\%FC = \frac{\text{peso del crisol mas muestra seca} - \text{peso del crisol mas ceniza}}{\text{gramos de muestra desengrasada}} * 100$$

Extracto libre de nitrógeno o carbohidratos.

En realidad no se determina por análisis en el laboratorio, sino que se calcula por diferencia. El E.L.N. que corresponde a los azúcares, el almidón y gran parte del material clasificado como hemicelulosa. El E.L.N. se obtiene sumando los porcentajes de cenizas, grasas, proteínas y fibra cruda y se resta de 100 partes de muestra analizada.

Cálculos:

$$\text{ELN} = 100 - (\% \text{ cenizas} + \text{extracto etéreo} + \% \text{ proteína cruda} + \text{fibra cruda})$$

Determinación de contenido de carotenoides

1. Pesar 10 g de muestra finamente picada y colocarlos en un vaso de precipitado de 250 ml.
2. Agregar acetona hasta cubrir la muestra.
3. Tapar con papel aluminio y dejar reposar por 24 horas en refrigeración.
4. Transferir a un mortero y triturar.
5. Transferir el líquido filtrado a través de una gasa a un embudo de separación.
6. Lavar la muestra con 20 mL de acetona 4 veces más y recuperar el líquido en el embudo de separación, filtrado a través de la gasa.
7. Agregar 20 mL de éter de petróleo y mezclar suavemente.
8. Agregar 100 mL de agua destilada, mezclar suavemente y dejar reposar hasta que se separen dos capas.
9. Separar las dos capas, desechar la capa inferior y conservar el extracto con carotenoides.
10. Repetir los pasos 7, 8,9 dos veces más.

11. Añadir 10 mL de NaOH al 40% y mezclar suavemente.
12. Lavar con porciones de 50 ml de agua destilada hasta eliminar completamente el NaOH al 40% utilizando como indicador fenolftaleína.
13. Agregar 20 ml de sulfato de sodio al 10%, mezclar suavemente, dejar reposar y desechar la capa inferior.
14. Repetir el paso No. 13, dos veces más.
15. Filtrar a través de una gasa que contenga sulfato de sodio anhidro, recuperar el líquido en una probeta de 100 mL (que esté completamente seca) y anotar el volumen.
16. Colocar un volumen aproximado de 3 ml de la muestra en una celdilla para espectrofotómetro y leer la absorbancia a una longitud de onda de 454 nm, utilizando como blanco éter de petróleo.
17. Calcular el contenido de carotenoides totales mediante la siguiente formula.

$$\frac{mg}{100g} = \frac{Abs_{454} * 3.857 * V * 100}{P}$$

Dónde:

Abs= Absorbancia a una longitud de onda de 454 nm

V= Volumen medido en la probeta en ml.

P= Peso de la muestra en g.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención de la harina de yaca (*Artocarpus heterophyllus*)

Para la obtención de la harina se preparó la yaca haciéndole una limpieza externa ya que las protuberancias que este fruto contiene hacen que diferentes agentes físicos se estanquen en su corteza dura, de igual forma fue desinfectada con cloro.

Una vez haciendo lo anterior se llevó acabo el corte longitudinal para empezar a sacar los bulbos. Los bulbos extraídos se sumergieron a una solución de ácido ascórbico por un término de 10 minutos, una vez pasado este tiempo se llevó a una estufa a una temperatura de 65- 72 °C por 24 horas.

Se llevó acabo la molienda en un nutriBullet, hasta lograr la homogeneidad.

Terminado lo anterior se obtuvo nuestra harina de yaca así como se observa en la figura 4.



Figura 4. Harina de yaca (*Artocarpus heterophyllus*)

Análisis bromatológicos

Se realizó un análisis de varianza (ANVA) y pruebas de medias de Tukey ($\alpha < 0.05$) donde se determinó la cantidad de materia (MST), humedad (H), ceniza (C), proteína (P), extracto etéreo o grasa total (EE), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN) y carotenoides, para tres formulaciones de galleta (control 50% harina integral y 50% harina blanca, 75% harina integral y 25% yaca, 50% harina integral y 50% yaca), así como también las mismas determinaciones para la harina de yaca sola.

Los resultados obtenidos se pueden ver en la figura 5 donde se muestra que las formulaciones; control, 75HI25HY, 50HI50HY y la harina de yaca sola, se muestra que hay una diferencia significativa en la formulación de 50HI50HY y entre la harina de yaca sola, a comparación de las dos formulaciones primeras que son significativamente iguales.

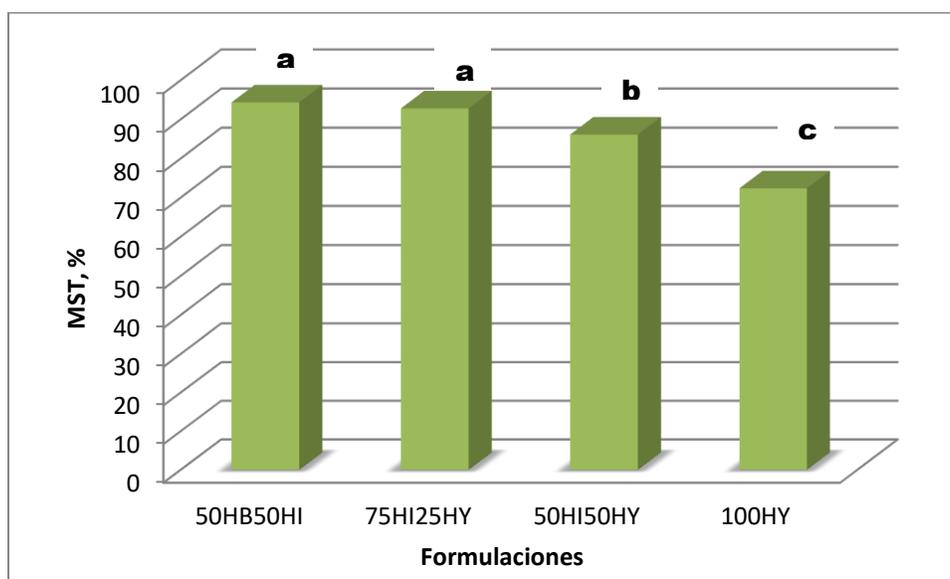


Figura 5. Porcentaje de materia seca total (MST, %) de las cuatro formulaciones.

Los resultados que se observan en la Figura 6 se muestra que existe una diferencia significativa en la formulación de 50HI50HY así como también una diferencia más significativa en lo que es la harina de yaca por si sola. La

formulación control así como la 75HI25HY muestra que son estadísticamente iguales.

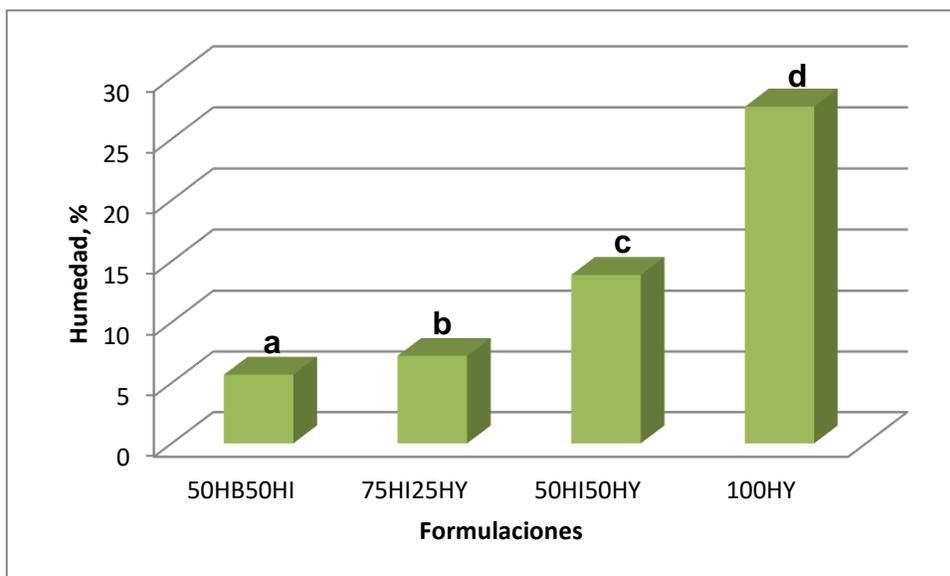


Figura 6. Resultados de las medias de la Humedad.

Comparando el resultado de humedad con un cuadro comparativo de galletas con fibra de diversas marcas queda de la siguiente manera:

Cuadro 8: Comparación de humedad en tres diferentes marcas de galleta.

| Humedad (%) | Cuétara | Flora | Virginias | 75HI25HY | 50HI50HY | 50HB50HI |
|-------------|---------|-------|-----------|----------|----------|----------|
| | 1.41 | 2.17 | 1.61 | 7.227 | 13.87 | 5.670 |

Se puede observar que en nuestro cuadro nuestras muestras de galleta con harina integral y harina de yaca contienen un mayor porcentaje de humedad, esto hace ser a nuestras galletas menos secas y con más riesgo de tener menos vida de anaquel.

Los resultados que se observan en la Figura 7 muestran que el control y la harina de yaca por si sola son significativamente diferentes de igual forma la formulación de 75HI25HY y 50HI50HY se muestran que son significativamente diferentes.

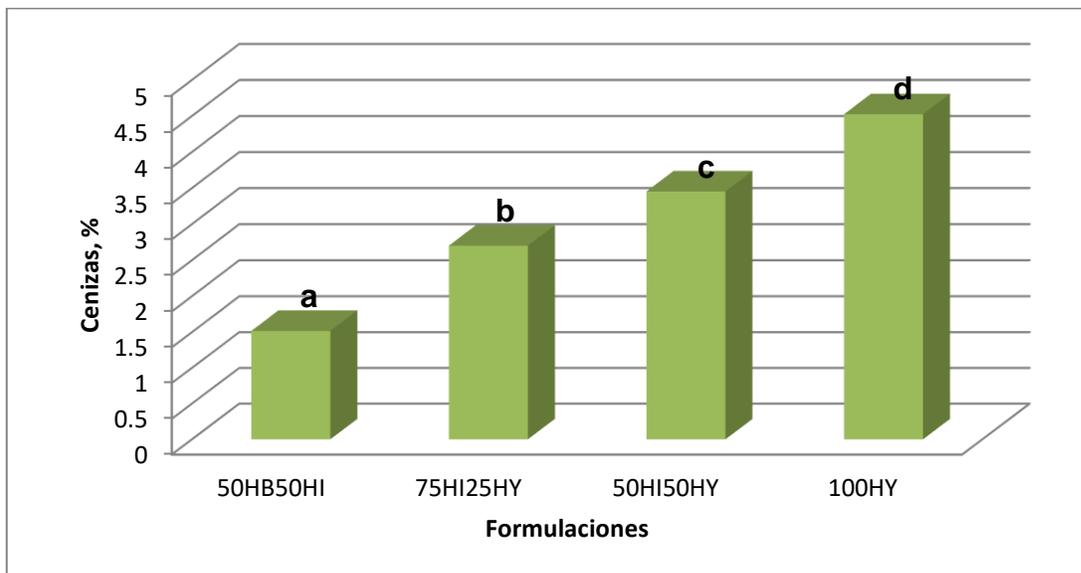


Figura 7. Resultados de las medias de ceniza

El cuadro nueve muestra el porcentaje de cenizas en diferentes marcas de galleta con fibra, en comparación con nuestras tres formulaciones.

Cuadro 9: Comparación de cenizas en tres diferentes marcas de galleta.

| | Cué tara | Flora | Virginias | 75HI25HY | 50HI50HY | 50HB50HI |
|--------------------|-----------------|--------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Cenizas (%) | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 2.7 | 3.4517 | 1.517 |

Se observa en nuestro cuadro anterior que las tres primeras marcas de galleta de harina integral contienen una cantidad mínima en cuanto a cenizas, así como también nuestro control. La muestra de 50HI50HY contiene un gran aporte de

cenizas que es igual a que nos da una buena cantidad de minerales y esto gracias a la yaca.

Los resultados observados en la figura 8 muestra que la formulación control así como la de 50%HI50%HY son significativamente diferentes en cuanto al contenido de proteína mientras que la formulación de 75%HI25%HY tiene un alto porcentaje de proteína, así como también la harina de yaca por si sola contiene un significativo porcentaje de este nutriente.

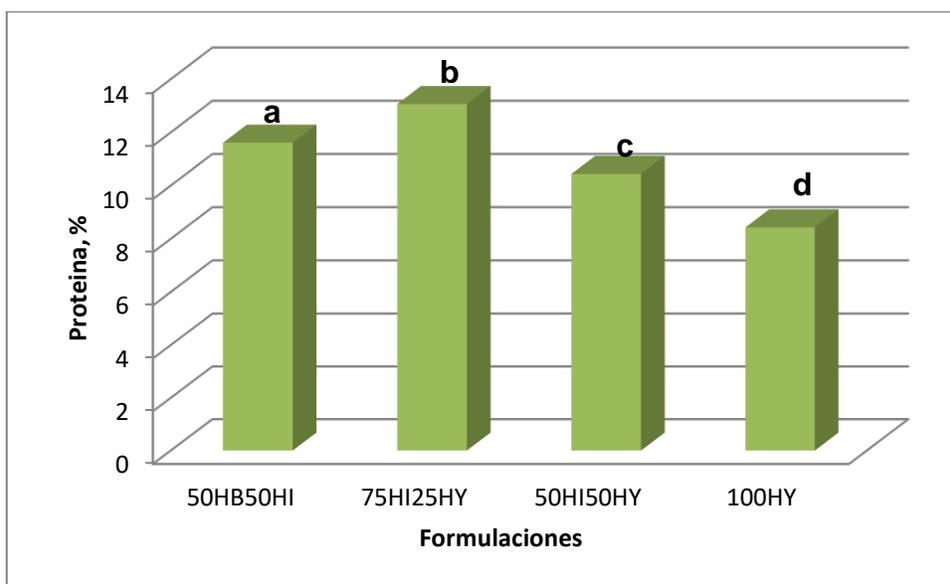


Figura 8. Resultados de la media de Proteína

El Cuadro diez muestra un comparativo de los porcentajes de proteínas en diferentes tipos de galletas así como también comparando las tres formulaciones propuestas.

Cuadro 10: Comparativo de proteína en tres diferentes tipos de galleta.

| Proteína (%) | Cué tara | Flora | Virginias | 75HI25HY | 50HI50HY | 50HB50HI |
|--------------|----------|-------|-----------|----------|----------|----------|
| | 6.51 | 7.22 | 8.09 | 13.063 | 10.4367 | 11.610 |

Se observa en nuestro cuadro anterior que las marcas registradas de galletas integrales contiene una baja considerable en cuanto a proteína, mientras que nuestra muestra de 75HI25HY es la que contiene el más alto contenido de proteína lo cual hace de nuestra galleta una fuente nutritiva.

Los resultados del contenido de grasa se observan en la figura 9 donde se muestra que las formulaciones control así como la formulación de 75HI25HY son iguales de algún modo y a su vez la formulación antes mencionada es similar que la formulación de 50HI50HY en cuanto al contenido de grasa, mientras que la harina de yaca por si sola es significativamente diferente a las tres anteriores antes mencionadas.

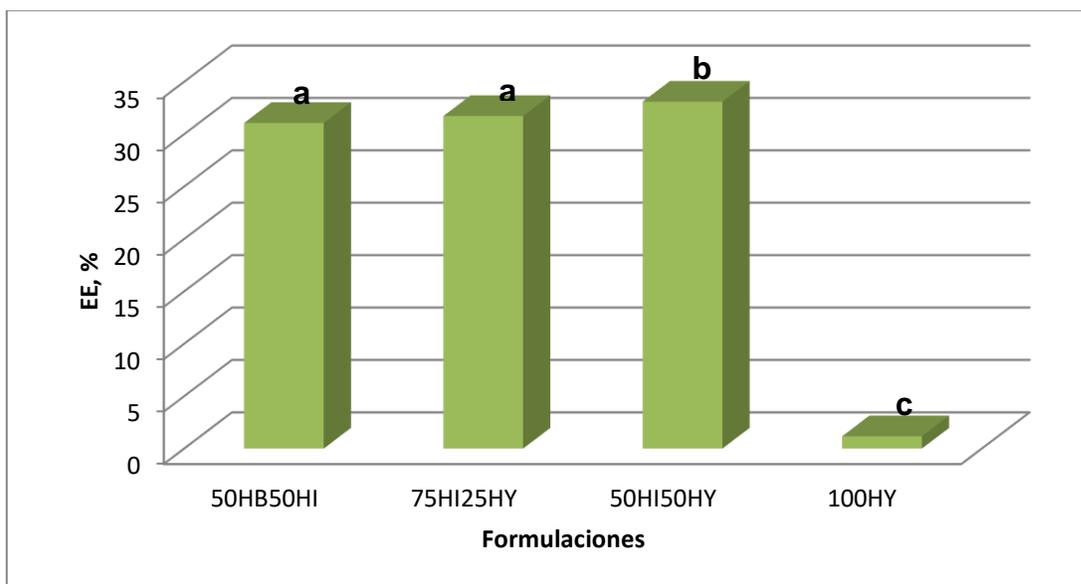


Figura 9. Resultados de las medias del extracto etéreo o grasa.

El Cuadro once muestra los porcentajes de grasa correspondiente en diferentes marcas de galleta así como también de nuestras tres formulaciones de yaca (*Artocarpus heterophilus*)

Cuadro 11: Comparativo de grasa en tres diferentes marcas de galleta.

| Grasa (%) | Cuétara | Flora | Virginias | 75HI25HY | 50HI50HY | 50HB50HI |
|-----------|---------|-------|-----------|----------|----------|----------|
| | 18.33 | 16.95 | 15.20 | 31.723 | 33.093 | 31.0600 |

Se puede observar que en este cuadro que el mayor porcentaje de grasa lo tiene nuestra muestra de 50HI50HY a comparación con las marcas registradas que son solo de harina integral. Esto hace pensar que la que da el mayor porcentaje de grasa por sí sola es la harina integral.

Los resultados del contenido de fibra se observan en la Figura 10 donde se muestra que todas las formulaciones son estadísticamente diferentes, se ve claramente que existe un mayor contenido de fibra en lo que es la harina de yaca por sí sola, mientras que de las tres formulaciones restantes la de 50%HI50%HY contiene un mayor porcentaje de este nutriente, que en el caso de la formulación de 75%HI25%HY.

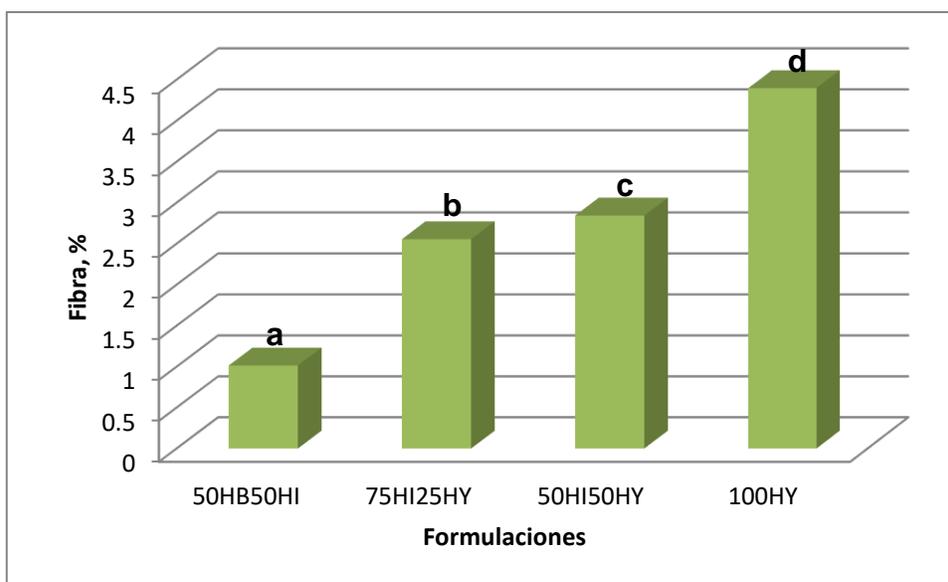


Figura 10. Resultados de las medias de Fibra

El cuadro doce muestra un comparativo de los porcentajes de fibra en diferentes marcas de galleta, de igual forma con las diferentes formulaciones de harina de yaca.

Cuadro 12: Comparativo de fibra en tres diferentes marcas de galleta.

| Fibra (%) | Cuétara | Flora | Virginias | 75HI25HY | 50HI50HY | 50HB50HI |
|-----------|---------|-------|-----------|----------|----------|----------|
| | 12.30 | 5.62 | 6.89 | 2.5538 | 2.8421 | 1.0126 |

Mientras tanto en nuestras comparaciones de fibra el mayor contenido lo tiene la marca Cuétara, en cuanto las otras, la galleta de 50HI50HY es la que contiene un considerable aporte de fibra con 2.8421 de porcentaje en fibra.

Los resultados del contenido de extracto libre de nitrógeno se observan en la Figura 11 que las formulaciones control, 75%HI25%HY, 50%HI50%HY y la harina de yaca por si sola son estadísticamente diferentes encontrándose en la harina de yaca sola el mayor contenido de extracto libre de nitrógeno y el menor contenido de estos en la formulación de 50%HI50%HY.

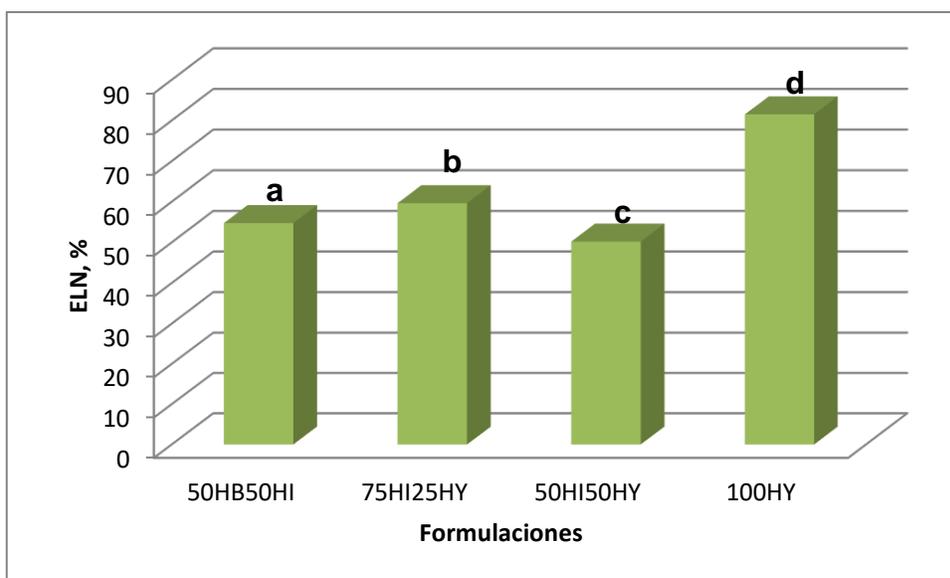


Figura 11. Resultados de las medias de extracto libre de nitrógeno

El Cuadro trece muestra la comparación de ELN en diferentes marcas de galleta así como también con nuestras formulaciones.

Cuadro 13: Comparativo de ELN en tres tipos de marca diferente.

| ELN (%) | Cuétara | Flora | Virginias | 75HI25HY | 50HI50HY | 50HB50HI |
|---------|---------|-------|-----------|----------|----------|----------|
| | 67.69 | 70.38 | 70.22 | 59.63 | 50.183 | 54.740 |

Se puede observar que el mayor contenido de carbohidratos está en la marca registrada de Flora, mientras que en las galletas con harina de yaca la de mayor porcentaje fue la de 75HI25HY con un 59.63% de carbohidratos.

Los resultados obtenidos del contenido de carotenoides se observa en la figura 12 que la formulación 50%HI50%HY tiene el mayor contenido de carotenoides y esta es estadísticamente igual a la harina de yaca por si sola pero diferente al control y a la formulación de 75%HI25%HY, siendo el control el que tiene el menor contenido de carotenoides.

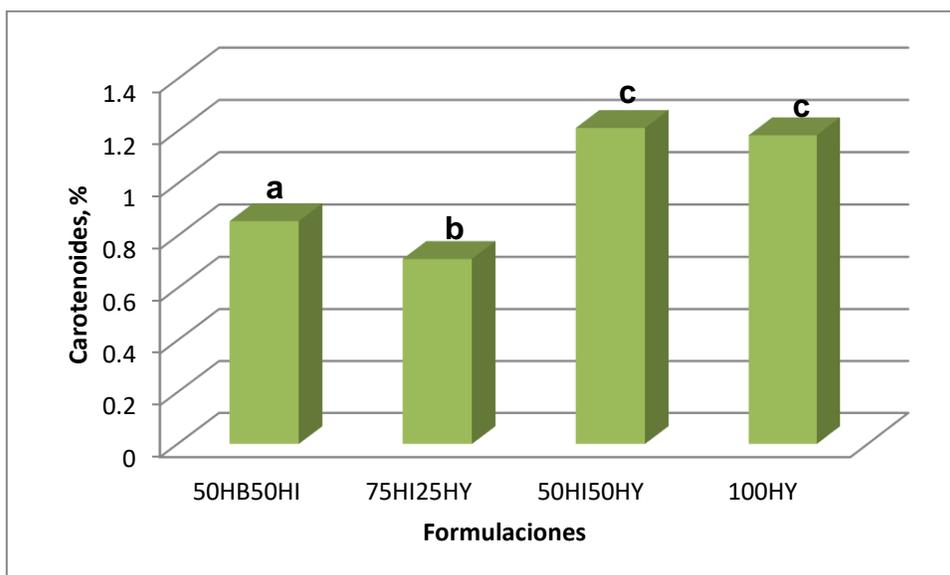


Figura 12. Resultados de las medias de los Carotenoides

4.1 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL

Formulación 1: 25%HY75%HI

Formulación 2: 50%HY50HI

Formulación 3: 50%HB50%HI (control).

En el Cuadro 14, se muestran los resultados que los jueces a la hora de evaluar nos otorgaron en cuanto al atributo de apariencia global, se muestra que existe una diferencia significativa en la formulación 1 que corresponde a 25%HY75%HI, mientras que en las dos formulaciones restantes no hay diferencia significativa.

Cuadro 14: Resultados de las medias de Apariencia global

| Muestra | Tukey |
|---------------|-------|
| Formulación 1 | A |
| Formulación 2 | B |
| Formulación 3 | B |

En el Cuadro 15 se muestran los resultados de las medias para el atributo de color en cada una de las formulaciones de la galleta de yaca mostrando que existe una diferencia significativa entre las formulaciones 1 y 3 (25%HY75%HI y 50%HY50%HI respectivamente) y a su vez existe una diferencia similar entre la formulación 2 que corresponde a 50%HB50%HI.

Cuadro 15: Resultados de las medias del atributo Color.

| Muestra | Tukey |
|---------------|-------|
| Formulación 1 | A |
| Formulación 2 | AB |
| Formulación 3 | B |

En el Cuadro 16 se muestran los resultados para el atributo de olor, el cual nos dice que existe una diferencia significativa en la formulación 3 y 2 que

corresponde a 50%HY50HI, mientras que la formulación 1 y 2 son estadísticamente iguales en cuanto al olor.

Cuadro 16: Resultados de las medias en el atributo de Olor.

| Muestra | Tukey |
|---------------|-------|
| Formulación 1 | A |
| Formulación 2 | A |
| Formulación 3 | B |

En el Cuadro 17 se muestran los resultados para el atributo de sabor, respecto a este nos dice que existe una diferencia significativa en la formulación 3 que corresponde al porcentaje de 50%HY50%HI, lo cual indica que los jueces nos notaron alguna diferencia en las formulaciones 1 y 2 en cuanto al sabor de cada galleta.

Cuadro 17: Resultados de las medias en cuanto al atributo de Sabor.

| Muestra | Tukey |
|---------------|-------|
| Formulación 1 | A |
| Formulación 2 | A |
| Formulación 3 | B |

En el Cuadro 18 se explica que en cuanto a la textura en cada una de las formulaciones de las galletas no se halló una diferencia significativa, así que se puede decir que en este atributo nuestras galletas resultaron ser iguales y/o no tener diferencia significativa en este aspecto.

Cuadro 18: Resultados de las medias en cuanto a Textura.

| Muestra | Tukey |
|---------------|-------|
| Formulación 1 | A |
| Formulación 2 | A |
| Formulación 3 | A |

En el Cuadro 19 se muestran los resultados para el atributo de aceptación global, el cual nos dice que existe una diferencia significativa en la formulación 3, que corresponde a 50%HY50%HI, mientras que en las dos formulaciones restantes la 1 y 2 no se mostraron diferencia significativa en cuanto a este atributo.

Cuadro 19: Resultados de las medias en cuanto a Aceptación global.

| Muestra | Tukey |
|---------------|-------|
| Formulación 1 | A |
| Formulación 2 | A |
| Formulación 3 | B |

5.- CONCLUSIONES

En el presente trabajo se evaluó el proceso de secado en los bulbos de la yaca para así obtener el tostado perfecto y obtener la harina a evaluar en el producto de panificación. La temperatura del secado para los bulbos de la yaca fue de 65 °C por 24 horas.

Se evaluó también el color, olor, y apariencia de la harina de yaca antes de ser procesada a galleta, así como también un estudio bromatológico tanto de la harina sola como de las tres formulaciones que se realizaron.

Se puede notar en los resultados graficados que hubo diferencia significativa en ELN, fibra, EE, proteína, cenizas, humedad, MST y carotenoides.

En nuestro producto terminado como se escribió anteriormente hubo diferencia significativa en todos nuestros parámetros evaluados.

Según los resultados obtenidos en el estudio bromatológico se puede decir que la galleta es funcional, ya que posee cantidades considerables de carotenoides, fibra, proteína y grasa, lo cual ayuda a tener una mejor nutrición y un aporte funcional para el organismo en comparación con otras galletas.

En la evaluación sensorial hubo diferencia significativa en la apariencia global, en color, olor sabor y aceptación global, mientras que en el atributo de textura no hubo diferencias significativas con las tres formulaciones.

- **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- **Aranceta J, Serra LI.** Leche, Lácteos y Salud. Ed. Madrid: Médica Panamericana e Instituto Omega-3. 2005.
http://www.lacteosinsustituibles.es/p/archivos/pdf/monografia_leche_nata_mantequilla_otros.pdf.
- **Balbach A., Boarim D.S.F. 1992.** As frutas na medicina natural. Sao Paulo: Editora Missionaria.
<http://dspace.uan.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/784/1/La%20Yaca>
- **Barragán Mónica, Ruth, julio 2015 journal el puente.** Yaca, fruta de pan o viagra Mexicana.
<http://www.elpuente.org.mx/sin-categoria/yaca-fruta-de-pan-o-viagra-mexicana/>
- **Carreira Fernández Inés, diciembre 2012,** Simbiosis, S. Coop. Galega Formación, Sanidad y Seguridad Alimentaria, Nutrición, Marketing, Contabilidad, Informática y Diseño.
<http://www.cooperativasimbiosis.com/harinas/>.
- **Catton, R.J. 1987.** Rare fruit council of Australia, Inc. Newsletter, registered by australia post publication No. QBH 3098. Marzo.
- **Chu, Michael.** Octubre 2004 «Wheat Flour». Cooking for Engineeres.

- **Correa A., M.D.**, C. Galdames & M. Stapf. 2004. Cat. Pl. Vasc. Panamá 1–599. Smithsonian Tropical Research Institute, Panama.

https://es.wikipedia.org/wiki/Artocarpus_heterophyllus

- **Esquivel Laura, Alejo Santiago, Ramírez Guerrero, L.G.; Arevalo Galarza Ma. De Lourdes C.** La yaca un fruto de exportación. Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit. Pag. 67-71. 2013
http://www.colpos.mx/wb_pdf/Agroproductivida
- **Gómez Claudia; Fomento de yaca Nayarina**, Agenda CONACYT, 2016.
<http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/economia/8275-odt-4577-catarina-es-pasaporte-de-exportacion-para-yaca-nayarita-reportaj>
- **Palomo Eulalia;** Como cultivar un árbol de yaca mediante semillas, febrero 2017.
- **FAO (1996)** Sexta encuesta alimentaria mundial. Roma, Italia.
<http://www.fao.org/docrep/w5800s/w5800s03.htm>.
- La Obesidad en México, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
Fecha de publicación 19 de enero de 2016).
<https://www.gob.mx/issste/articulos/la-obesidad-en-mexico>.
- **Lezcano Elizabeth.** Análisis de producto Productos panificados Dictamen de concentración N° 395/04 sobre la compra de Compañía de Alimentos Fargo S.A. por parte del Grupo Bimbo S.A. de CV de la Comisión Nacional de Defensa de la Competencia (CNDC), 2003.
http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/farinaceos/Productos/ProductosPanificados_2011_04Abr.pdf

- **Life Science Institute (ILSI)**, Alimentos funcionales, Ainara Cadaval, Belén Escuariaza, Garin Barrutia, Carmen Perez y Javier Aranceta, 2005.
<http://www.piaschile.cl/wp-content/uploads/2015/04/Alimentos-funcionales-para-una-alimentaci%C3%B3n-mas-saludable.pdf>, mayo 2018
- **Love K., Paull E.R. 2011.** Jackfruit. Fruits and Nuts. College of tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa. F-N-19.
- **Manley, D. J. R.** (1991).Classification of biscuits. In 'Technology Gelatinization of wheat starch in the presence of sucrose of Biscuits, Crackers and Cookies' 2nd edn., Ellis Hor- and sodium chloride: Correlation between gelatinization wood, Chichester pp 231–237.
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54180/TFG%20Desamparados%20Embuena_14362703806137344823069462138445.pdf?sequence=2
- **Martínez, I. y P Villezca (2003)** "La alimentación en México: un estudio a partir de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares" *Revista de Información y Análisis*. 21.
- **MarySoco, La evolución en la panadería: EL POLVO PARA HORNEAR**, 2018.
<https://www.directoalpaladar.com.mx/tag/polvos-de-hornear>
- **McGee, Harold.** On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen. New York: Simon and Schuster, 2004. ISBN 0-684-80001-2.
<https://es.wikipedia.org/wiki/Alimento>
- **Medina Daniela;** La Yaca: el fruto de todos los sabores que México adoptó, julio 2017.
<http://www.sinembargo.mx/28-07-2017/3271280>

- **Miller, A.** The Science behind baking the most delicious cookie ever. (20 de mayo de 2015), Recuperado el 22 de agosto de 2016.
<http://www.ozy.com/good-sht/the-science-behind-baking-the-most-delicious-cookie-ever/6613>.
- **NMX-F-006-1983.** Alimentos. Galletas. Food. Cookie. Normas mexicanas. Dirección general de normas.
<http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-006-1983.PDF>
- **Nutropedia**, tu enciclopedia de Nutrición y Salud; Composición de la harina de trigo. febrero 6, 2017 por ADMIN
<http://www.nutropedia.es/harina-trigo-composicion/>.
- **Ochse, J.J., Soule, M.J. JR., Diskman M.J. y Wehlburg C. (1986).** Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Ed. Limusa. Tomo I. p. 721.
- **Ong B.T., Nazimah S.A.H., Osman A., Quek S.Y., Voon Y.Y., Mat Hashim D., Chew P.M., Kong Y.W.** 2006. Chemical and flavor changes in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) cultivar J3 during ripening. *Postharvest Biology and Technology* 40: 279-286.
<http://dspace.uan.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/784/1/La%20Yaca%20%28Artocarpus%20heterophyllus%20Lam.%29.%20Un%20fruto%20de%20exportaci%C3%B3n.pdf>
- **P. Lezcano Elizabeth.** Análisis de Productos panificados Dictamen de concentración N° 395/04 sobre la compra de Compañía de Alimentos Fargo S.A. por parte del Grupo Bimbo S.A. de CV de la Comisión Nacional de Defensa de la Competencia (CNDC), 2003

- **Primack, R.B. 1985.** Comparative studies of fruits in wild and cultivated trees of jack and terap in Sarawak. Ed. Malayan Nature. 37.
- **Pushkumara D.K.N.G. 2006.** Floral and fruit morfology and phenology of Artocarpus heterophyllus Lam. (Moracea). Sri Lanka Journal Agriculture Science 43:82-106.

<http://dspace.uan.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/784/1/La%20Yaca%20%28Artocarpus%20heterophyllus%20Lam.%29.%20Un%20fruto%20de%20exportaci%C3%B3n.pdf>

- **Real Decreto 496/2010, de 30 de abril,** por el que se aprueba la norma de calidad para los productos de confitería, pastelería, bollería y repostería (BOE de 14 de mayo de 2010).

[https://www.consumoteca.com/alimentacion/bolleria-reposteria-y-pasteleria/que-son-los-productos-de-bolleria-reposteria-y-pasteleria-semielaborados/.](https://www.consumoteca.com/alimentacion/bolleria-reposteria-y-pasteleria/que-son-los-productos-de-bolleria-reposteria-y-pasteleria-semielaborados/)

- **Real Decreto 2419/1978** por el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para elaboración circulación y comercio de productos de confitería-pastelería, bollería y repostería).

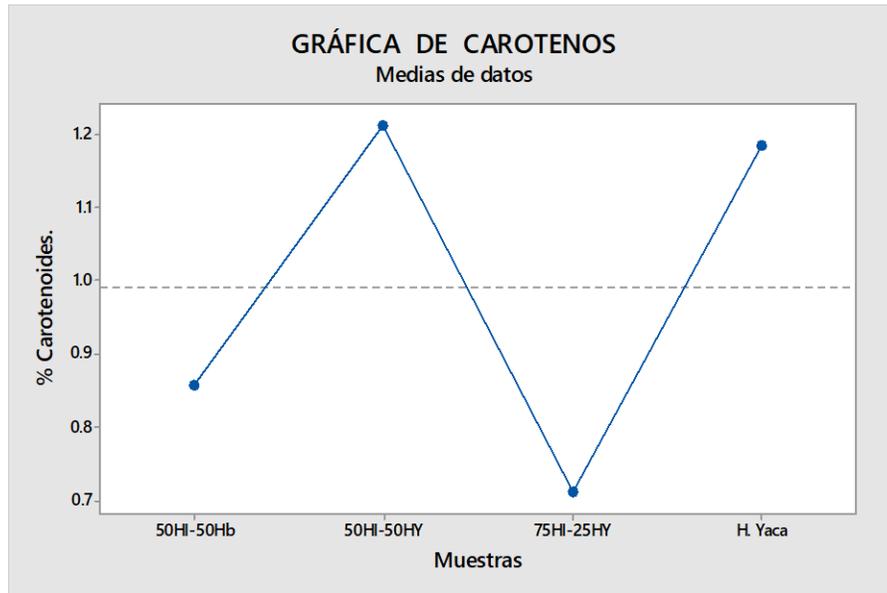
[http://www.gremipabcn.com/ckfinder/userfiles/files/Estudio%20sector%20panaderia%20y%20boller%C3%ADa%20MADRID%202010.pdf.](http://www.gremipabcn.com/ckfinder/userfiles/files/Estudio%20sector%20panaderia%20y%20boller%C3%ADa%20MADRID%202010.pdf)

- **Redpath Sugar.** (2012). Recuperado el 22 de agosto de 2016, de <http://redpathsugar.com/the-science-of-cookies/>
- **Rodriguez Rivera Victor Manuel, Magro Simon** (2008). Bases de la alimentación Humana. Netbiblo. P. 16.
<https://es.wikipedia.org/wiki/Galleta>

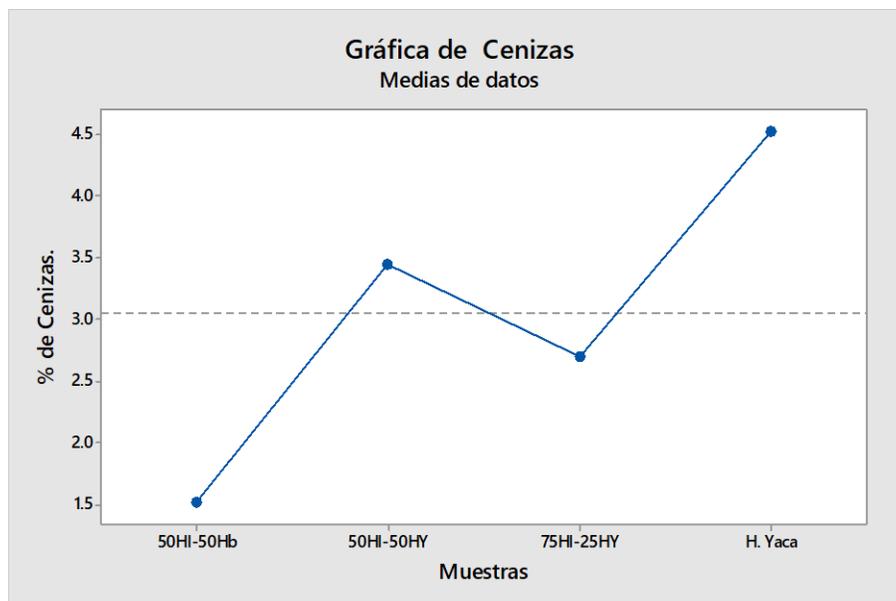
- **Rumford Chemical Works.** American Chemical Society. 3 de octubre de 2008.
https://es.wikipedia.org/wiki/Levadura_qu%C3%ADmica
- **Santoyo, Aprovechamiento en la gastronomía de la yaca, difusión y otros usos** 2018.
[https://www.monografias.com/trabajos18/gastronomia-yaca/gastronomia-yaca.shtml#valor.](https://www.monografias.com/trabajos18/gastronomia-yaca/gastronomia-yaca.shtml#valor)
- **Skinner, extracto de vainilla 23 noviembre, 2007, EREMU MEHARRAK**
<https://eremumeharrak.com/2007/11/23/extracto-de-vainilla/>
- **UNICEF (2011) "Estado mundial de la infancia: la adolescencia una época de oportunidades".**
- **Wade, P. (1988).** Preparation of biscuit doughs. In: Biscuits, Cookies and crackers. The principles of the craft. London: Elsevier Applied Science. World Health Organization. Obesity and overweight: fact sheet, 2013.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>
- **Warren Stephanie: La química de las galletas.**
[https://www.cambiaelmundo.net/mobile/recommended/53.](https://www.cambiaelmundo.net/mobile/recommended/53)
- **Withington, D., Mac Dicken K. G., Sastry C.B., Adams N.R. (1988).** Farm level management of Artocarpus heterophyllus). International Development Research, Centre Canada. P. 142.

7.- Anexos.

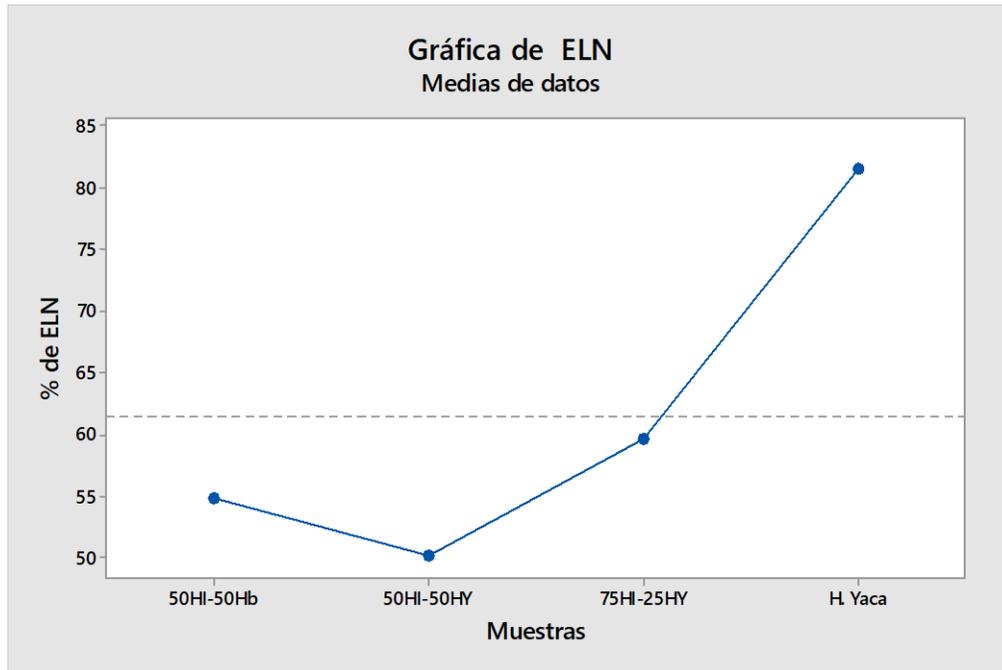
- Grafica de medias para los carotenos en las diferentes muestras.



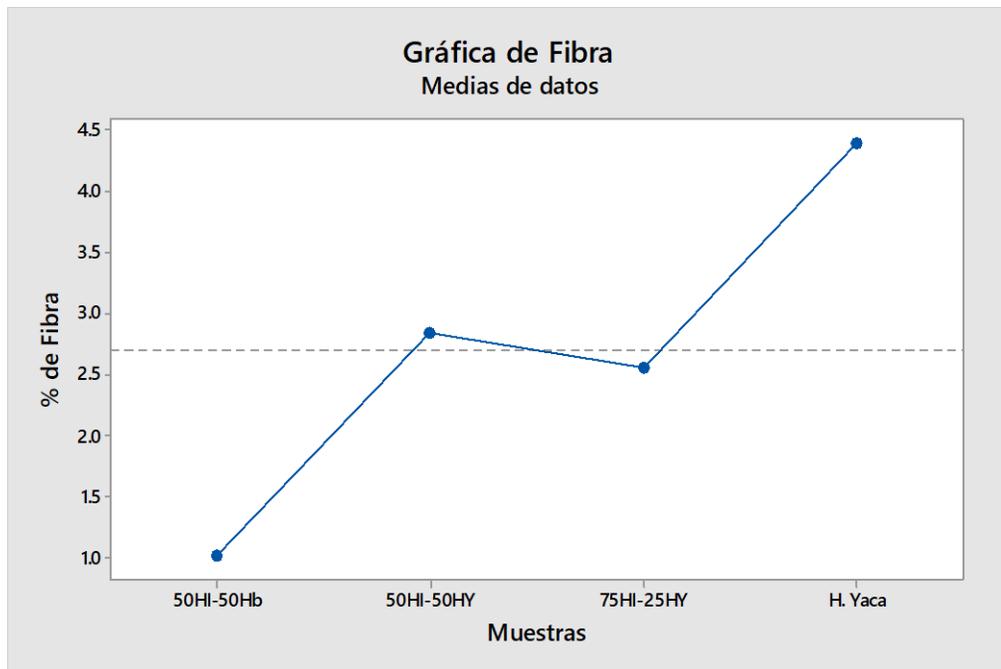
- Grafica de medias para cenizas en las diferentes muestras.



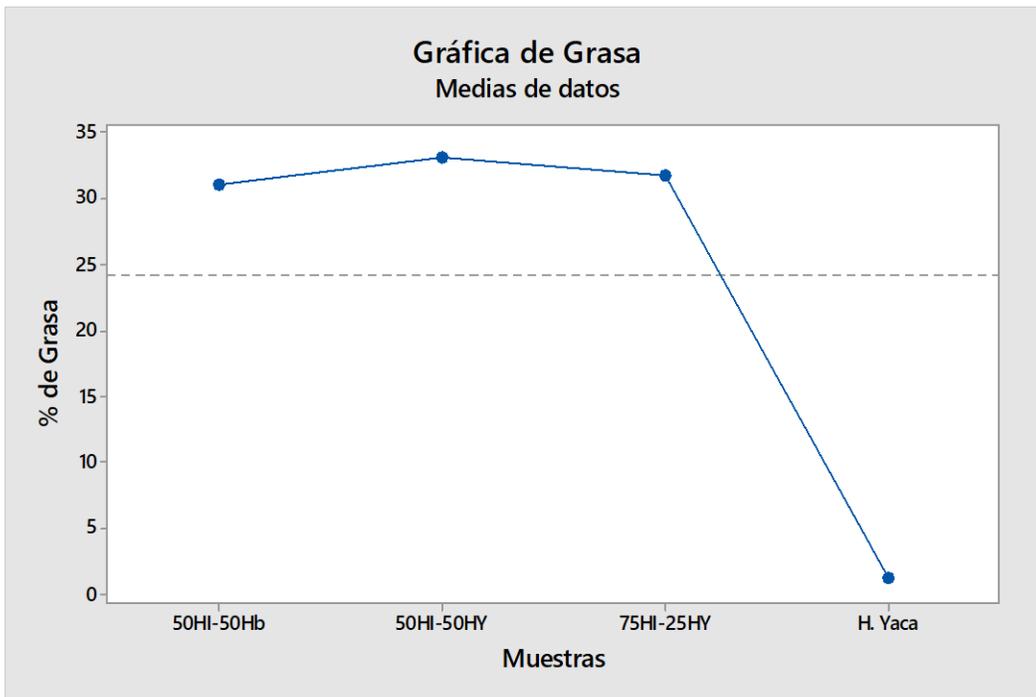
- Grafica de medias para ELN en las diferentes muestras.



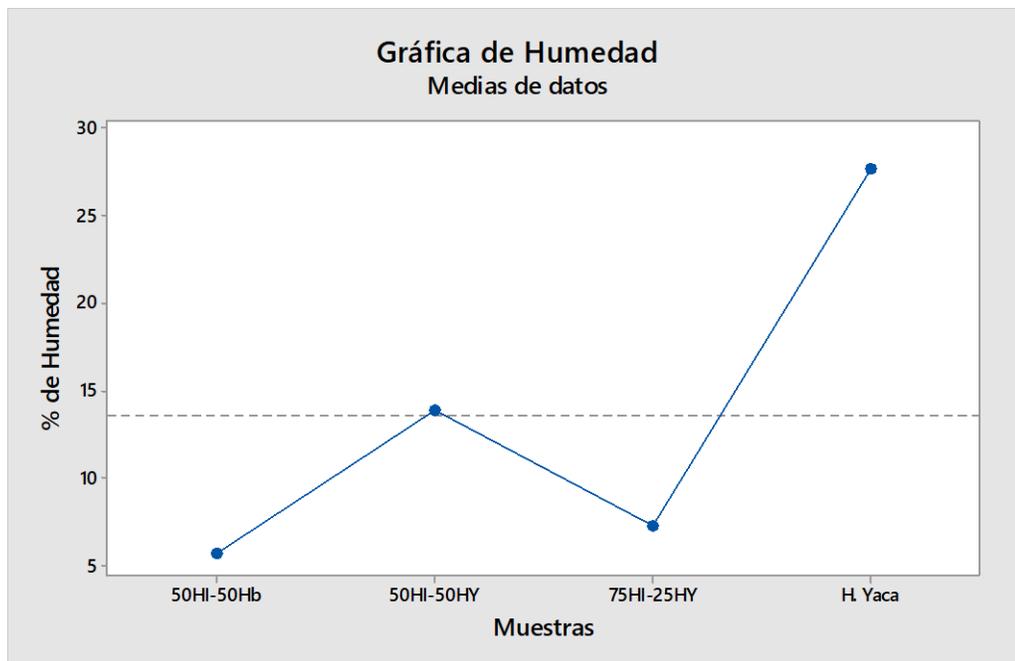
- Grafica de medias para Fibra en las diferentes muestras.



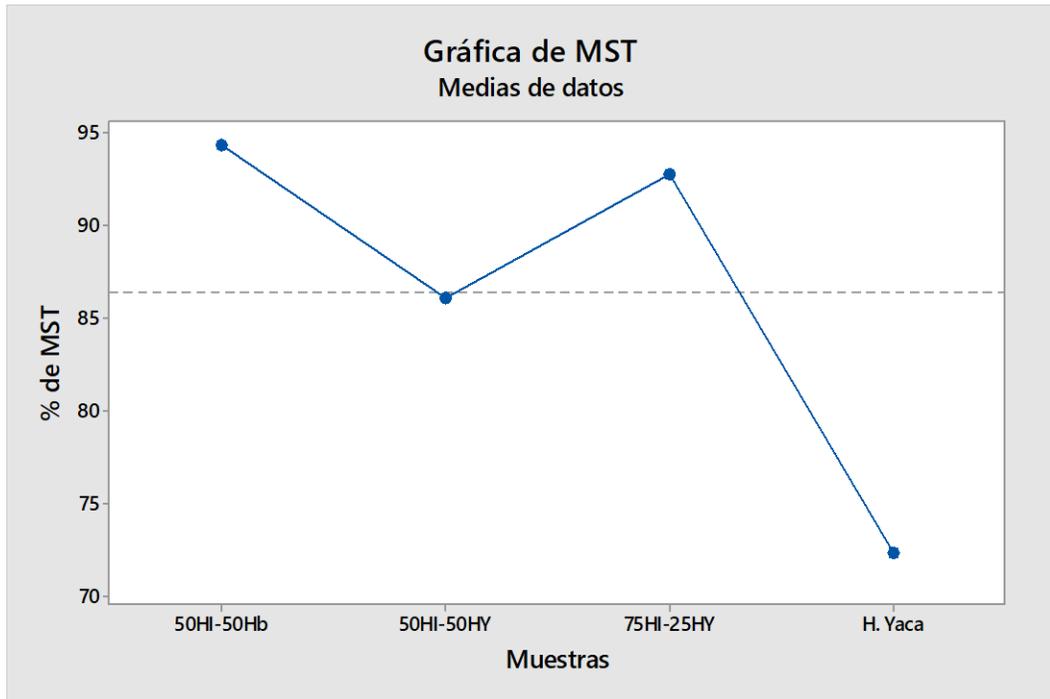
- Grafica de medias para Grasa en las diferentes muestras.



- Grafica de medias para Humedad en las diferentes muestras.



- Grafica de medias para MST en las diferentes muestras.



- Grafica de medias para Proteína en las diferentes muestras.

