

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería en Ciencias y Alimentos



Caracterización de las propiedades físicas y químicas de *Cassia grandis* (carao) y su aplicación para la elaboración de una galleta nutricional.

Trabajo de graduación presentado por

Aida Victoire Carles Barrios

para optar el grado académico de Master en Tecnología de Alimentos y Gestión

Guatemala

2018

Caracterización de las propiedades físicas y químicas de *Cassia grandis* (carao) y su aplicación para la elaboración de una galleta nutricional.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería en Ciencias y Alimentos



Caracterización de las propiedades físicas y químicas de Cassia grandis (carao) y su aplicación para la elaboración de una galleta nutricional.

Trabajo de graduación presentado por

Aida Victoire Carles Barrios

para optar el grado académico de Master en Tecnología de Alimentos y Gestión

Guatemala

2018

Vo. Bo.:

(f) 
MSc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz
Asesor

Tribunal Examinador:

(f) 
MSc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz
Asesor

(f) 
Dra. Marializ Gramajo Rodriguez

(f) 
MSc. Patricia Palacios de Palomo

Fecha de aprobación: Guatemala, 29 de octubre de 2018

PREFACIO

La elaboración de la presente tesis surgió del interés personal de la búsqueda de métodos naturales que contribuyan a elevar los niveles de hemoglobina en la sangre, debido a dos familiares que estaban en constantes tratamientos, uno de diálisis y otro de cáncer, y si al momento de realizarse su tratamiento no tenían los niveles mínimos de hemoglobina, no les realizaban el tratamiento y eso conllevaba un atraso. De igual manera, los índices de anemia en Guatemala son elevados y siempre quise ayudar con un producto que contribuyera con la buena alimentación en las escuelas públicas. La principal limitante que tuve fue buscar que producto pudiese favorecer con aumentar los niveles de hierro en la sangre y que fueran accesibles a las personas, por eso decidí que fuera una galleta que se pudieran comer en las refacciones. Me enteré de que el carao ayudaba a subir los niveles de hemoglobina en la sangre porque mi padrino, el PhD. George Pilz (que en paz descansa), cuando no cumplía con los niveles, le daban miel de carao y si podía continuar con su tratamiento de hemodiálisis.

Quiero agradecer, a la Dra. Marializ Gramajo por todo el apoyo brindado en todo momento, a la Licda. Ana Silvia Colmenares, asesora de este trabajo, por la paciencia que tuvo conmigo y orientación en mi trabajo. A la Licda. Patricia Palomo por todas las atenciones que tuvo conmigo y con mi hija. A don Carlitos, encargado del laboratorio de análisis de alimentos, por toda su ayuda en la elaboración de los análisis químicos y a la Inga. Claudia Lezama por su asesoría en la interpretación de los datos de hierro. Al Ing. Christian Sagüil Peña y Josúe Rosas por conseguirme la materia prima desde El Salvador y Morales, Izabal.

Aprovecho la oportunidad para agradecer infinitamente a mi gran amigo Vladimir Iván Pérez Soto por su apoyo en todos los sentidos posibles, definitivamente su colaboración fue clave para la elaboración de mi tesis. A mi madre, Elsa Barrios, a mi amiga Andreita Barrios y a mi comadre Lissette Perdomo por confiar en mí. A mi querido esposo Juan Fernando Sagastume Cordón por toda su paciencia, entrega y apoyo para la realización de mi tesis. A mi adorada hija Fernanda Lucía Sagastume Carles por su excelente comportamiento cuando me acompañaba a hacer análisis químicos.

CONTENIDO

	Página
PREFACIO.....	iv
LISTA DE TABLAS.....	vi
LISTA DE IMÁGENES.....	viii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. ANTECEDENTES.....	7
V. MARCO TEÓRICO.....	9
VI. METODOLOGÍA APLICADA.....	21
VII. RESULTADOS.....	27
VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	40
IX. CONCLUSIONES.....	43
X. RECOMENDACIONES.....	44
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	45
XII. ANEXOS.....	48

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1. Prevalencia de anemia en la infancia.....	4
2. Prevalencia de anemia entre mujeres.....	5
3. Composición bromatológica del follaje de la <i>Cassia grandis</i>	14
4. Niveles de metabolitos secundarios de la <i>Cassia grandis</i>	14
5. Composición nutricional del fruto del carao.....	18
6. Composición química de la pulpa del fruto del carao.....	18
7. Formula al 100% para elaborar una galleta tradicional.....	23
8. Formulaciones para elaboración de galletas con <i>Cassia grandis</i>	25
9. Caracterización de la vaina de Carao.....	27
10. Análisis químicos de la harina de Carao.....	28
11. Análisis químicos de la harina de miel de Carao.....	28
12. Análisis químicos de galletas con diferentes porcentajes de harina de miel Carao.....	29
13. Etiqueta nutricional galletas con 0% harina de miel de Carao.....	30
14. Etiqueta nutricional galletas con 5% harina de miel de Carao.....	30
15. Etiqueta nutricional galletas con 10% harina de miel de Carao.....	31
16. Etiqueta nutricional galletas con 15% harina de miel de Carao.....	31
17. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao en 3 semanas a 25°C.....	32
18. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao en 3 semanas a 35°C.....	33
19. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao en 3 semanas a 45°C.....	33
20. Fuerza en gramos para galletas con harina de miel de Carao en 3 semanas a 25°C.....	34
21. Fuerza en gramos para galletas con harina de miel de Carao en 3 semanas a 35°C.....	35
22. Fuerza en gramos para galletas con harina de miel de Carao en 3 semanas a 45°C.....	36
23. Análisis de preferencia de galletas con harina de miel de Carao.....	38
24. Costo total por galleta con diferentes porcentajes de harina de miel de Carao.....	39
25. Cálculos para determinación de proteína en carao.....	48
26. Cálculos para determinación de proteína en harina de miel de carao.....	48
27. Cálculos para determinación de proteína en galletas con harina de miel de carao.....	48
28. Cálculos para determinación de ceniza en Carao.....	49
29. Cálculos para determinación de ceniza en harina de miel de Carao.....	49
30. Cálculos para determinación de ceniza en galletas con 0% harina de miel de Carao.....	49

31. Cálculos para determinación de ceniza en galletas con 5% harina de miel de Carao.....	50
32. Cálculos para determinación de ceniza en galletas con 10% harina de miel de Carao.....	50
33. Cálculos para determinación de ceniza en galletas con 15% harina de miel de Carao.....	50
34. Cálculos para determinación de grasa en Carao.....	50
35. Cálculos para determinación de grasa en harina de miel de Carao.....	51
36. Cálculos para determinación de grasa en galletas con harina de miel de Carao.....	51
37. Cálculos para determinación de humedad en Carao.....	51
38. Cálculos para determinación de humedad en harina de Carao.....	52
39. Cálculos para determinación de humedad en harina de miel de Carao.....	52
40. Cálculos para determinación de humedad en galletas con 0% harina de miel de Carao.....	52
41. Cálculos para determinación de humedad en galletas con 5% harina de miel de Carao.....	52
42. Cálculos para determinación de humedad en galletas con 10% harina de miel de Carao.....	53
43. Cálculos para determinación de humedad en galletas con 15% harina de miel de Carao.....	53
44. Valores $L^* a^* b^*$ para galletas con harina de miel de Carao a 25°C semana 1.....	53
45. Valores $L^* a^* b^*$ para galletas con harina de miel de Carao a 25°C semana 2.....	54
46. Valores $L^* a^* b^*$ para galletas con harina de miel de Carao a 25°C semana 3.....	54
47. Valores $L^* a^* b^*$ para galletas con harina de miel de Carao a 35°C semana 1.....	55
48. Valores $L^* a^* b^*$ para galletas con harina de miel de Carao a 35°C semana 2.....	55
49. Valores $L^* a^* b^*$ para galletas con harina de miel de Carao a 35°C semana 3.....	56
50. Valores $L^* a^* b^*$ para galletas con harina de miel de Carao a 45°C semana 1.....	56
51. Valores $L^* a^* b^*$ para galletas con harina de miel de Carao a 45°C semana 2.....	57
52. Valores $L^* a^* b^*$ para galletas con harina de miel de Carao a 45°C semana 3.....	57
53. Datos texturómetro en galletas con harina de miel de carao a 25°C en 3 semanas.....	58
54. Datos texturómetro en galletas con harina de miel de carao a 35°C en 3 semanas.....	59
55. Datos texturometro en galletas con harina de miel de carao a 45°C en 3 semanas.....	60
56. Resumen de Análisis de Varianza de hierro en galletas con harina de miel de Carao.....	60
57. Análisis de Varianza de hierro en galletas con harina de miel de Carao.....	61
58. Prueba Tuky en galletas con harina de miel de Carao.....	61

LISTA DE IMÁGENES

Imagen	Página
1. Prevalencia de anemia en la infancia (% de menores de 5 años).....	5
2. Prevalencia de mujeres no embarazadas	6
3. Porcentajes de niños menores de 5 años con anemia.....	6
4. Fruto de carao <i>Cassia grandis</i>	11
5. Árbol de carao <i>Cassia grandis</i>	13
6. Hojas de carao <i>Cassia grandis</i>	13
7. Flujo de proceso harina de miel de carao.....	22
8. Galletas con harina de miel de carao antes del proceso de horneado.....	24
9. Galletas con harina de miel de Carao horneadas.....	25
10. Cáscara de vaina de Carao.....	27
11. Mucilago, miel (fruto) y semilla de Carao.....	27
12. Comportamiento de la textura de galletas con miel de Carao en 3 semanas a 25°C.....	35
13. Comportamiento de la textura de galletas con miel de Carao en 3 semanas a 35°C.....	36
14. Comportamiento de la textura de galletas con miel de Carao en 3 semanas a 45°C.....	37
15. Análisis sensorial de galletas con harina de miel de carao.....	38
16. Apreciación de galletas con harina de miel de carao.....	38
17. Análisis de preferencia de galletas con harina de miel de carao.....	39
18. Formato análisis sensorial galletas con harina de miel de carao.....	62

RESUMEN

En búsqueda de generar un aporte nutricional, se plantea este estudio, el cual tiene como objetivo determinar las características físicas, químicas y sensoriales de galletas con mezclas de harina de trigo y sustitución de 3 porcentajes de harina de carao *Cassia grandis*, 0%, que es la galleta tradicional, 5%, 10% y 15%, como aporte nutricional. Se realizaron análisis de hierro, proteína, grasas y ceniza.

En los análisis químicos realizados en la Universidad del Valle de Guatemala se pudo determinar que la harina obtenida de la miel de carao contiene 2.093ppm de hierro, el cual no fue el deseado, ya que se esperaba que fuera una fuente de mayor calidad, 8.23% de proteína, 0.62% de grasa y 5.45% de ceniza. Las galletas elaboradas a base de harina de trigo comercial sin adicionar harina de miel de carao contienen 10.4ppm de hierro, 9.06% de proteína, 20.5% de grasa y 1.36% de ceniza. Las galletas elaboradas con una mezcla de 85% harina de trigo y 15% harina de miel de carao contienen 9.821ppm de hierro, 8.65% de proteína, 25.18% de grasa y 1.53% de ceniza.

Durante el estudio de vida de anaquel realizado en las galletas que contienen harina de carao se determinó por medio de análisis físicos con el colorímetro que no existe diferencia significativa en color en los diferentes parámetros de rangos (L^* escala negro a blanco, a^* escala rojo verde, b^* azul amarillo). En el caso de la textura, se determinó que hubo una disminución significativa en la dureza durante el tiempo evaluado, sin embargo, todavía se mantiene en rangos apropiados de textura y por lo tanto son aptas para su consumo.

Se realizó una evaluación sensoria de preferencia de galletas elaboradas con 0%, 5%, 10% y 15% de harina de miel de carao. Los resultados indican que los panelistas prefirieron la galleta con 0% carao. Sin embargo, el 33.34% de los panelistas mostraron mayor preferencia por la galleta con 5% de carao, 7.69% prefirieron la galleta con 10% de carao y 0% por la galleta con 15% de carao.

I. INTRODUCCIÓN

La *Cassia grandis* comúnmente conocida en Guatemala como “Carao”, se caracteriza por tener un alto contenido nutricional, especialmente un alto contenido de hierro que puede contribuir a la prevención de casos de anemia en personas vulnerables de nuestro país, considerando que lamentablemente contamos con una de las tasas de desnutrición más importantes en el mundo. De acuerdo con el representante en Guatemala del Fondo de Naciones Unidas para la Niñez (Unicef, por sus siglas en inglés), Christian Skoog, asegura que Guatemala ocupa el quinto lugar a nivel mundial en casos de desnutrición crónica infantil.

Guatemala tiene números preocupantes en cuanto a desnutrición, lo cual conlleva directamente a presencia de enfermedades causadas por falta de nutrientes, entre ellos tiene un papel importante los contenidos de hierro, causando enfermedades como anemias entre otros. Los datos de estas informaciones son detallados en el presente trabajo de investigación, el cual tiene como objetivo desarrollar un alimento rico en hierro que pueda ser parte de la dieta en personas con vulnerabilidad alimenticia.

El hierro es un mineral esencial para el ser humano. Participa en numerosos procesos biológicos indispensables para la vida, pero su exceso es tóxico para el organismo, por lo que requiere de un sofisticado sistema de regulación para cubrir las demandas evitando a su vez una acumulación excesiva. Cuando el aporte de este mineral es insuficiente para cubrir los requerimientos se produce una deficiencia de hierro, condición en la que los almacenes movilizables de hierro en el organismo disminuyen y el aporte del nutriente a los tejidos se ve disminuido. Si el balance negativo persiste, puede dar lugar a una situación de anemia ferropénica, en la que no existe una cantidad suficiente de glóbulos rojos en sangre, viéndose comprometido el transporte de oxígeno a las células.

La deficiencia de hierro es la carencia nutricional más prevalente a nivel mundial, tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo, y es la principal causa de anemia. Es un trastorno multifactorial en el que intervienen la alimentación, la situación fisiológica y la carga genética del individuo.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

1. Caracterización de las propiedades físicas y químicas de *Cassia grandis* (carao) y su aplicación para la elaboración de una galleta nutricional.

B. Específicos.

1. Determinar las propiedades físico-químicos del fruto del carao (*Cassia grandis*).
2. Determinar las características físico-químicos y nutricionales de la harina de carao.
3. Formular y evaluar el contenido nutricional de una galleta a base de harina de Carao (*Cassia grandis*).

III. JUSTIFICACIÓN

Considerando que existen altos niveles de desnutrición en Guatemala, de acuerdo con el estudio realizado por Cardona (2015) donde indica que cuatro de cada diez niños y niñas (43.4%) menores de cinco años presenta desnutrición crónica (la que mide la altura en relación con la edad), condición que provoca menos retención escolar, menor productividad, propensión a adquirir enfermedades y hasta pérdida del coeficiente intelectual, efectos irreversibles durante el crecimiento.

Así mismo, el representante en Guatemala del Fondo de Naciones Unidas para la Niñez (Unicef, por sus siglas en inglés), Christian Skoog, indicó que Guatemala ocupa el quinto lugar a nivel mundial en casos de desnutrición crónica infantil y destacó que el problema genera más preocupación en las áreas rurales del país. La lista de departamentos con más casos de menores afectados la encabeza Guatemala, con mil 353 niños que padecen desnutrición aguda. Le siguen Escuintla, Huehuetenango, Quiché y Chiquimula. En la parte contraria, los lugares que reportan menos niños afectados son El Progreso, Totonicapán, Sololá e Izabal.

Se ha evaluado e investigado que las propiedades nutritivas se encuentran en el fruto y las semillas de la especie lo cual se pretende con este trabajo de investigación determinar el efecto de la temperatura de horneado en las características físico-químicas y sensoriales de una galleta hecha a base de harina de miel de carao (*Cassia grandis*).

En un país como Guatemala donde los niveles de desnutrición son realmente altos sobre todo en el Altiplano y norte del país, se hace de suma importancia un aporte de este tipo como lo es una galleta nutricional la cual tendrá muchos propósitos no solo ayudar a combatir la desnutrición en sí, si no el erradicar muchos padecimientos incluyendo la anemia y fortaleciendo el sistema inmunológico evitando enfermedades de las vías respiratorias.

Según la OMS (organización mundial de la salud), la anemia es un trastorno en el cual el número de eritrocitos (y, por consiguiente, la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre) es insuficiente para satisfacer las necesidades del organismo. Las necesidades fisiológicas específicas varían en función de la edad, el sexo, la altitud sobre el nivel del mar a la que vive la persona, el tabaquismo y las diferentes etapas del embarazo. Se cree que, en conjunto, la carencia de hierro es la causa más común de anemia, pero pueden causarla otras carencias nutricionales (entre ellas, las de folato, vitamina B12 y vitamina A), la inflamación aguda y crónica, las parasitosis y las enfermedades hereditarias o adquiridas que afectan a la síntesis de hemoglobina y a la producción o la supervivencia de los eritrocitos.

Según el observatorio del Derecho Humano a la alimentación en Centro América. En Guatemala, la prevalencia de anemia en la infancia ha ido aumentando en el 2006 fue 43%, en el periodo 2007-2008 fue de 44%, y consecutivamente ha ido aumentando 1% durante el año 2009,2010 y 2011 terminando en el 2011 con un 47%, es decir, durante el periodo 2006-2011 hubo un aumento de 4%.

Según el observatorio del Derecho Humano a la alimentación en Centro América. En Guatemala la prevalencia de anemia en mujeres no embarazadas ha ido disminuyendo en el periodo comprendido entre 2006-2011, iniciando en el 2006 con 31% y finalizando en el 2006 con 25%, en otras palabras, ha presentado una disminución de 6% durante el periodo.

La prevalencia de la anemia en la infancia indica el porcentaje de niños menores de cinco años que sufren de anemia. De acuerdo con la OPS (Organización Panamericana de la Salud 2013) la causa principal de la anemia es la deficiencia de hierro; esto se puede debido a una dieta baja en hierro, que está fuertemente ligado a la desnutrición, a infecciones parasitarias o a enfermedades como la malaria; esta enfermedad trae consigo retardos en el crecimiento y en el desarrollo mental de los niños y las niñas, al mismo tiempo, disminuye la resistencia a las infecciones; los efectos de la anemia en la infancia son irreversibles (Freire, 1998).

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS) Guatemala es el país centroamericano con mayor porcentaje de niños menores de cinco años con anemia, para el 2011 este dato alcanzo el 47.1% de los niños, es decir que casi la mitad de los niños guatemaltecos menores de cinco años tienen anemia. Honduras es el segundo país centroamericano con mayor porcentaje de niños menores de cinco años que presentan anemia, estos dos países están bastante distanciados a los otros, en el 2011 Honduras estaba a diez puntos porcentuales arriba de El Salvador, el tercer país con mayor porcentaje de niños menores de 5 años con anemia, y Guatemala a 18 puntos porcentuales de este último. Nicaragua es por lejos el país centroamericano con menor porcentaje de niños menores de cinco años con anemia, en el 2011 este dato alcanzo el 18.8% de los niños menores de cinco años, por tanto, Nicaragua estaba 15 puntos porcentuales debajo de Costa Rica en este indicador.

Tabla 1.

Guatemala: Prevalencia de anemia en la infancia (% de menores de 5años)	
Año	% del área de tierra
2006	43.00
2007	44.00
2008	44.00
2009	45.00
2010	46.00
2011	47.00

Fuente: Observatorio del Derecho Humano a la alimentación en Centro América.

Figura 1.



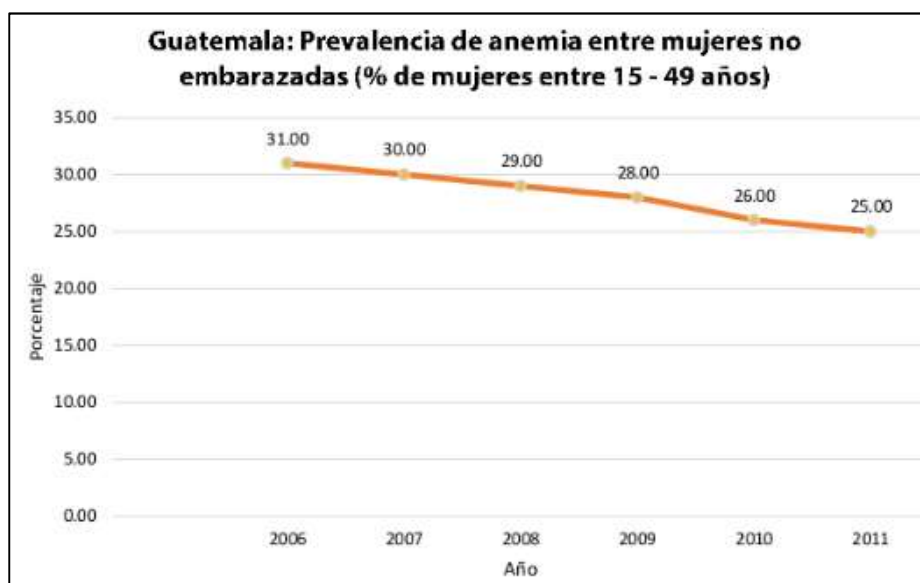
Fuente: Observatorio del Derecho Humano a la alimentación en Centro América.

Tabla 2.

Guatemala: Prevalencia de anemia entre mujeres no embarazadas	
Año	% de mujeres entre 15-49 años
2006	31.00
2007	30.00
2008	29.00
2009	28.00
2010	26.00
2011	25.00

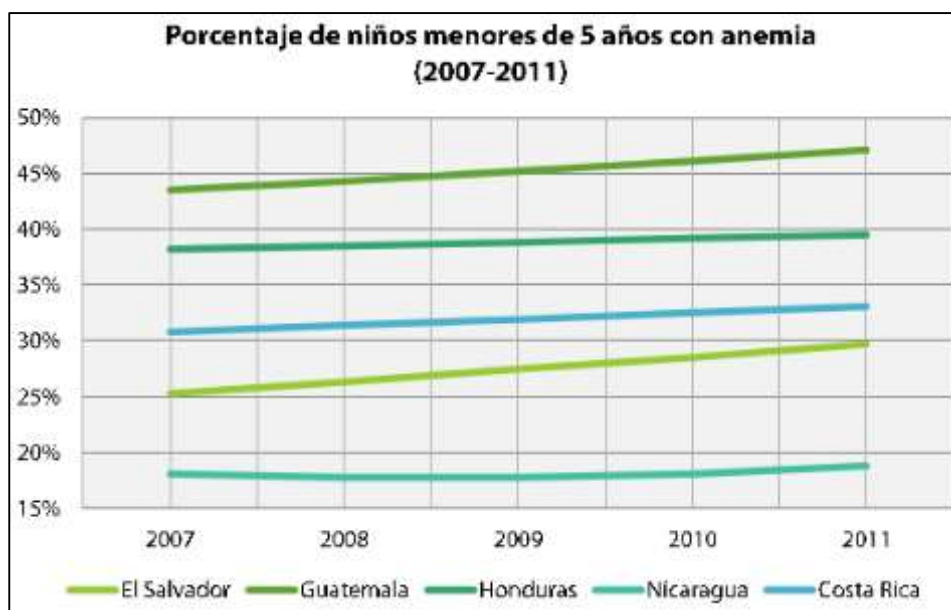
Fuente: Observatorio del Derecho Humano a la alimentación en Centro América.

Figura 2. Prevalencia de mujeres no embarazadas.



Fuente: Observatorio del Derecho Humano a la alimentación en Centro América.

Figura 3. Porcentajes de niños menores de 5 años con anemia.



Fuente: Observatorio del Derecho Humano a la alimentación en Centro América.

La presente investigación será de un valioso aporte, ya que el fruto de dicho árbol no ha sido ni investigado ni explotado como es debido. En Guatemala se le conoce también como: bacut, caragüe, macut, santal.

IV. ANTECEDENTES

Un estudio realizado por Jaime Roger en año 2012, titulado “Determinación de hierro total en el fruto de *Cassia grandis* por espectrofotometría Ultravioleta/visible en el laboratorio de cromatografía del departamento de química, UNAN-Managua” arrojó entre las conclusiones más importantes respecto al resultado final promedio, las concentraciones de hierro total determinadas en las muestras en estudio de *Cassia grandis* es un buen estimado de un intervalo cerrado, 0.46mg fe /100g – 0.56 mg fe/ 100g, dentro del cual se encuentra la “verdadera concentración promedio” de hierro total de las muestras analizadas.

Este antecedente de investigación permite basar nuestro estudio en resultados demostrados, con énfasis en el aporte de hierro que puede aportar el Carao a las galletas.

García y Pacheco (2007) en su trabajo de investigación titulado *Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha*, obtuvieron como resultado que la harina compuesta, contribuyó a un ligero incremento en la fracción de fibra, ceniza y almidón resistente en las galletas. Mientras, las propiedades funcionales de la mezcla para elaborar las galletas indicaron una adecuada interacción de los ingredientes, alta absorción de agua, pero una menor capacidad de absorción de aceite en la masa, originando cambios en la textura de la galleta horneada al compararla con la galleta de trigo. Como conclusión de la investigación obtuvieron que el uso de la harina de *Arracacha xanthorrhiza* en una relación de 12%, resultó un ingrediente adecuado en la elaboración de galletas con alta preferencia sensorial, constituyendo una alternativa como fuente de fibra dietética.

Del mismo modo la investigación permite inferir que es posible derivar y extraer los nutrientes contenidos en especies arbóreas para generar harinas para producción de alimentos nutritivos, tales como galletas en diferentes presentaciones, obteniendo resultados sensoriales favorables. Este tipo de investigaciones generan precedentes importantes para el trabajo en desarrollo.

Por su parte Quirós Susana (2007) realizó el *Estudio del efecto de la pulpa del fruto de Cassia Grandis (Carao) sobre el músculo liso de diferentes tejidos in vivo y ex vivo*” determinó que los extractos acuosos e hidroalcohólico de la pulpa del fruto de *Cassia grandis* administrados por vía oral de forma aguda y subcrónica en ratones Swiss no tienen efecto tóxico. El extracto acuoso de la pulpa de *Cassia grandis* aumenta la contracción del músculo liso uterino, del músculo liso arterial y produce dos efectos en el músculo liso gastrointestinal, durante el primer minuto después de haberse agregado el extracto, aumentando la contracción y el segundo efecto observado a los 30 minutos después de agregar el extracto, en donde se produce la relajación total del músculo.

Otro aporte importante que debemos saber de la *Cassia grandis* es que no contiene características tóxicas que puedan afectar de algún modo la salud del ser humano, al contrario, incluso aporta efectos favorables

sobre la salud. Es importante destacar que autores recomiendan evaluar los porcentajes adecuados en la inclusión de Carao en los alimentos.

Se ha determinado que las propiedades que se encuentran el fruto y la semilla del Árbol de Carao (*Cassia-grandis*) poseen altos contenidos nutricionales, así como altas concentraciones en hierro y en azúcares (Cabrera 2015). Y con dicho componente se pretende la elaboración de una galleta.

V. MARCO TEÓRICO

A. *Cassia Grandis*

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Caesalpinoideae

Género: *Cassia*

Especie: *grandis*

Nombre común: carao, santal (zona norte), sándalo (Nicoya).

La *Cassia grandis* es un árbol que alcanza hasta los 30m de altura (León y Poveda, 2000), de ramas extensas y pilosas, corona redondeada o esparcida, con estípulas pequeñas y deciduas (Cáceres, 1996). Sus hojas son pinnadas, generalmente con 10 a 20 pares de folíolos, oblongadas, finamente pilosas y deciduas (Holdridge y Poveda, 1997). Las flores son hermafroditas e irregulares. El receptáculo es lleno y dilatado y en cuyo centro está el ovario estipitado. El cáliz tiene cinco sépalos anchos y desiguales que alternan con los pétalos (Guzman, 1980) los cuales son 5, de 1 cm a 1,5 cm de longitud (León y Poveda, 2000) y están en forma de racimos cubriendo la copa (Holdridge y Poveda, 1997), presenta 10 estambres libres (Guzman, 1980; Cáceres, 1996). El ápice es redondo (Cáceres, 1996). Al abrirse las flores son rosadas con una mancha amarillenta en la base que luego se vuelve color salmón (León y Poveda, 2000).

El carao, cañandonga, cañafístula o cañafístula cimarrona es un árbol natural de América Central y las zonas costeras de las Antillas que se utiliza como abortivo, para el tratamiento de enfermedades del pecho y como bebida (Roig y Mesa, Dr. Juan Tomás 1962).

Cassia grandis, perteneciente a la subfamilia Caesalpinoideae, también conocido como carao, sándalo y santal, es un árbol nativo de Centro América, Caribe y Norte de Sur América (Cáceres, 1996). Éste crece hasta elevaciones de 900 m.s.n.m. en clima seco a húmedo. El carao es un árbol de aproximadamente 30 metros de altura, de hojas compuestas, flores de color rosado con una mancha interna de color amarillo y de un fruto en forma de vaina lefiosa (Cáceres, 1996; Holdridge y Poveda, 1997; León y Poveda, 2000).

En la cultura popular Centroamericana y del Caribe, *Cassia grandis* es utilizada con varios propósitos curativos (Núñez, 1982; Earle, 2001). A las hojas de carao por su gran popularidad para curar afecciones

dérmicas se le han hecho diferentes estudios (Rojas, 1958; Liogier, 1990; Vargas, 1990; Cáceres et al., 1991; Earle, 2001). También al fruto del carao se le ha atribuido varias propiedades terapéuticas, dentro de las cuales se destaca su uso como tratamiento contra la anemia, el efecto laxante, la disminución de hemorragias nasales y uterinas y el aumento de la secreción láctea en la mujer, por lo que puede tener una acción sobre el músculo liso. Se ha reportado que las antraquinonas extraídas de *C. acutifolia* y *C. angustifolia* poseen efecto contracturante sobre músculo liso.

1. Usos y manejo de la *Cassia Grandis*. La madera se usa en construcción interior, como en Guatemala y El Salvador, pequeños puentes y barcos. En ocasiones se ha usado para carpintería, ebanistería, pisos, postes, horcones, muebles rústicos, mangos de herramientas. Se considera buena para leña y carbón y así se usa en Nicaragua, Guatemala y El Salvador. En Choluteca, Honduras, es apreciada para leña por su facilidad de encender. La ceniza de la madera se emplea para hacer jabón, aunque cada vez con menos frecuencia.

En Centroamérica, especialmente Costa Rica, la pulpa azucarada color café que rodea las semillas se usa como sustituto del chocolate y los mayas lo usaban para endulzar bebidas. La pulpa es dulce pero maloliente. En Nicaragua se cuece con leche y en Choluteca, Honduras y en El Salvador se hacen frescos. Sin embargo, parece tener propiedades laxantes, depurativas y estimulantes, por lo que su uso es limitado. En Guatemala se venden en los mercados en Petén para medicina casera. También se venden en los mercados y tiendas de El Salvador por su pulpa comestible, que generalmente se prepara en bebidas (Biblioteca Fundesyran 2015).

En muchos países se utiliza por sus propiedades medicinales, pues extractos de la planta exhiben actividad contra los dermatófitos más comunes. La cocción de la hoja con sal se bebe para males del tracto digestivo. Lavado y masaje con las hojas molidas se usa para la picazón de la piel. La bebida de la hoja, flor, pulpa del fruto o semilla actúa contra la histeria, nerviosismo, pero puede provocar el aborto en mujeres embarazadas. La raíz macerada en alcohol se aplica como tintura para infecciones de la piel. Para la fiebre y el reumatismo se bebe la infusión de la raíz y la corteza. En Honduras se machaca la hoja y se aplica sobre la piel para hongos, sarna, herpes, jiones y paño blanco. Para la anemia se prepara el fruto en refresco o en leche y se toma un vaso por la mañana y por la noche. Para la tos y el hígado se toma un vaso del fresco del fruto tres veces al día. Las flores machacadas en manteca de cerdo se usan para curar la sarna de la cara de los perros. Los frutos son muy apreciados por el ganado, con ejemplos de este uso en las Verapaces, Guatemala y Estelí, Nicaragua. En Guanacaste, Costa Rica las semillas se emplean para hacer artesanías de adornos de bisutería con las semillas (Biblioteca Fundesyram 2015).

2. Sistemas de finca. La especie se recomienda para cercas vivas, tal y como se usa por ejemplo en Nicaragua, Usulután, El Salvador; Guanacaste, Costa Rica y Verapaces, Guatemala. En este último se encuentra como árboles dispersos en cultivos. También para reforestación de bosques de galería en áreas de inundaciones periódicas, aunque también se adapta a una estación seca más o menos pronunciada. Puede plantarse bajo luz del sol directa en mezclas con otras especies en suelos fértiles. Tiene potencial agroforestal para zonas secas, y se recomienda para plantación de árboles sobre cultivos perennes y pastos, especialmente porque los frutos son muy apreciados por el ganado. A menudo es usada como árbol urbano o en jardinería, por la belleza de sus flores blancas o rosadas, aunque a veces su uso se ve restringido por el tamaño de sus frutos, de hasta 60 cm de longitud (Biblioteca Fundesyram 2015).

3. Distribución natural. Desde el Sur de México a través de todo América Central y las Antillas hasta Brasil.

4. Plantaciones en Centroamérica. Se ha plantado en Guatemala, Honduras y en Costa Rica en la zona de bosque húmedo, con seis meses secos, a una elevación de 40 msnm (Biblioteca Fundesyran 2015).

5. Silvicultura.

a. Semilla. El mejor momento para la recolección en América Central es de marzo a abril. Las vainas se recolectan de los árboles cuando tienen un color marrón oscuro o negro. A continuación, se secan al sol por uno o dos días (3-4 horas por día) y se golpean para liberar la semilla, la cual se separa manualmente de las vainas rotas. Se remojan en agua por 2-3 días para disolver la cubierta mucilaginosa, se lavan y se secan. Cada vaina contiene unas 55 semillas en promedio, y cada kg contiene de 1200-3000 semillas. La viabilidad de la semilla fresca varía de 60-90 % y la mantienen de 6-12 meses a condiciones ambientales. Se pueden almacenar por hasta 5 años a 4°C y 5-6% de contenido en humedad (Biblioteca Fundesyran 2015).

Figura 4. Fruto de carao *Cassia grandis*.



Fuente: Elaboración Propia.

b. Propagación. Las semillas necesitan ser pretratadas antes de ser sembradas. Un método confiable es la escarificación manual con papel de lija hasta que las semillas pierden el brillo o con unas tijeras podaderas, cortando la punta opuesta al embrión. A continuación, se sumergen en agua por 24 horas.

El pretratamiento acelera la germinación de la semilla, comenzando a los 3-6 días comparado con 45 días sin pretratamiento. Una vez que comienza, la germinación se completa en 35- 50 días. La semilla puede sembrarse en camas de germinación con arena lavada o en bolsas con tierra y arena (1:1). Las plántulas se repican de las camas de germinación a bolsas a los 2 meses. El tiempo requerido en vivero es de al menos 4 meses, cuando las plantas alcanzan una altura de 20-25 cm apropiada para el traslado a su lugar definitivo en el campo (Biblioteca Fundesyran 2015).

La especie es brevidecdua, es decir, pierde las hojas por un breve periodo en la estación seca y las vuelve a reponer en poco tiempo. (Biblioteca Fundesyran 2015).

c. Plantación. A menudo se planta bajo espaciamientos amplio en sistemas con mezcla de árboles.

d. Manejo. Cuando se usa como árbol de sombra puede necesitar podas regulares. Cuando el árbol es joven tiene una gran capacidad de rebrote y si se corta produce varios ejes. (Biblioteca Fundesyran 2015).

e. Turno y crecimiento. En un ensayo con 4 años en Honduras mostró un crecimiento moderado, con una altura promedio de 5.9 m y DAP de 7.9 cm. En un sitio en Costa Rica con suelo franco-arcilloso, pH 6.5-7.2 y 2500 árboles/ha, los crecimientos medios anuales a los tres años fueron de 1.7 cm en diámetro y de 2.0 m en altura, con una productividad de 10.8 m³/ha/año. La supervivencia fue del 95%. (Biblioteca Fundesyran 2015).

6. La madera. El duramen es café amarillento con rayas y vetas más oscuras. La albura es casi blanca y muy demarcada del duramen. Brillo mediano, no es lustrosa. La madera es dura y resistente, fácil de aserrar, pero deja una textura áspera; el grano varía de recto a irregular. Peso mediano 0.76. Contracción baja para ser una madera densa. Difícil de manejar con máquinas debido a lo entrecruzado del grano. Es una madera medianamente durable. (Biblioteca Fundesyran 2015).

Figura 5. Árbol de carao.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Hoja de carao.



Fuente: Fundesyram.

Según Patiño Manuel (2014) La decocción de hojas, fruto y corteza se usa por vía oral para tratar la anemia, hemorragia nasal, enfermedades del hígado, infecciones urinarias, histeria, resfrío y tos. Por vía tópica se aplica un ungüento de hojas para tratar afecciones dermatomucosas (herpes, llagas, tiña, vitiligo). De la raíz se extrae un líquido antiséptico que se usa para curar heridas, mientras que la corteza se usa como cicatrizante. A las hojas y fruto se le atribuyen propiedades antianémicas, antimicóticas, antiséptica, astringente, depurativa, diurética, estimulante, expectorante, febrífuga galactogoga, laxante, minerealizante, purgante, sedante y tónica. A la raíz se le atribuyen propiedad febrífuga, purgante y tónica. En Honduras se utiliza el extracto del carao o miel para niños con un alto nivel de desnutrición, esto debido a su alto contenido de hierro, lo cual ayuda a sintetizar la hemoglobina, y vemos su pronta recuperación de los niños, además, es un refresco con alto contenido de azúcares que restablecen a las personas del campo después de un día con mucha fatiga.

7. Composición química y análisis bromatológico de la *Cassia grandis*. Las hojas contienen antraquinonas (aloe-emodina, ácido crisofánico, fisción, reina), barakol, flavonoides (kampferol), leucoantocianinas y saponinas. En el fruto se ha encontrado ácido cinámico y azúcares. (Alejando Floripe Flora Medicinal Nicaraguense año 2015). Las semillas contienen flavonoides y polisacáridos.

Tabla 3. Composición bromatológica del follaje de la *Cassia grandis*.

Composición Bromatológica del Follaje de la <i>Cassia grandis</i>						
Materia seca	Proteína cruda	Fibra detergente neutro	Fibra detergente ácido	Carbohidratos solubles	Fósforo	Ceniza
52,6	15,6	42,8	22,2	14,2	0,25	7,9

Fuente: Florip A.

Tabla 4. Niveles de metabolitos secundarios de la *Cassia grandis*.

Niveles de metabolitos secundarios de la <i>Cassia grandis</i>						
Polifenoles totales	Taninos totales	Taninos			Saponina	Alcaloides totales
		que precipitan proteínas	Taninos condesados	Taninos hidrolizados		
5,6	3,5	3,6	4,7	0,28	1,62	0,32

Fuente Florip A.

Los estudios de caracterización química del polvo seco del follaje demostraron la presencia de esteroides y terpenos, aceites esenciales, azúcares reductores, aminoácidos, aminos, saponinas, glicósidos y polisacáridos. También se detectó minerales tales como potasio, magnesio, cobalto, hierro y níquel.

8. Otros productos: Miel de Carao. Según Bello Sayazo (2016) Para la preparación de la miel de carao, se recogen las vainas, y para extraer el néctar, se quiebra la vaina. Se coloca en remojo más de doce horas para que elimine todo el producto y luego se hierva quince minutos. Al terminar el hervor se deja enfriar. La miel de carao es usada como tratamiento natural para diversas afecciones o dolencias. Según (Zena Pardo 2004) La principal función que se le reconoce a la miel de carao es la de la cura y prevención de la anemia. Esta propiedad se ha comprobado por métodos científicos porque tiene un alto contenido en hierro. Y por eso es muy útil para las personas que sufrieron operaciones o para después del parto. Además, puede emplearse ante las situaciones de mujeres con menstruaciones excesivas.

Del mismo modo, cuando los niños se muestran con bajo apetito y corren riesgo de padecer anemia, la miel de carao se reconoce como el producto ideal para garantizar una buena nutrición. La miel de carao es

energética y tiene propiedades que mejoran las defensas, por lo que se considera una buena posibilidad para prevenir resfriados o gripes, ya que fortalece el sistema inmunológico (Zenía Pardo 2004).

Como tratamiento natural se aconseja emplear la miel de carao disuelta en leche o mezclar dos cucharaditas con jugo de naranja y beberla como jarabe.

Muchas personas recomiendan la miel de carao como laxante y depurativa, recetando su consumo como equilibrante del sistema digestivo. Existen microempresarios, en algunos países de América que se dedican exclusivamente a la producción y venta de la miel de carao con fines curativos.

También es real que en algunos hogares se toma como jarabe, de forma frecuente y sistemática para tratar o evitar la anemia. La miel de carao no está recomendada para las personas que padecen diabetes. Tampoco debe ser consumida por menores de tres años y si bien puede ingerirse en el post parto no debe ingerirse durante el embarazo.

La miel de carao es un producto simple de obtener, beneficia el funcionamiento del organismo y ayuda a prevenir enfermedades. Por eso su consumo es recomendado por especialistas que conocen sus propiedades y también se aconseja tradicionalmente de generación en generación (Zenía Pardo 2004).

9. Acciones farmacológicas. Estudios antimicrobianos demuestran que la tintura de hojas es activa contra *P. aeruginosa*, *S. pyogenes* y *S. aureus*, CIM 50 mg/ml; inactiva contra *C. albicans*. Según la Association of Official Agricultural Chemist (1990). La decocción de hojas es activa contra *E. floccosum*, *M. gypseum*, *T. mentagrophytes* var. *algonosa* y *granulare* y *T. rubrum*; CIM 300-500 mg/ml; presenta actividad fungicida y fungistática. Los órganos con mayor actividad son la corteza, semillas y vainas, que además son activas contra *M. canis*; la actividad se extrae mejor con etanol y acetato de etilo, CIM 50 mg/ml.

Un estudio experimental llevado a cabo por la Fundación CECALLI, en el Centro de Salud Leonel Rugama, departamento de Estelí y el Centro de Salud de San José de Cusmapa, departamento de Madriz, se les administró jarabe elaborado a base del fruto de la planta, a 250 pacientes voluntarios para tratar la anemia ferropénica, reportándose en el estudio el incremento en el hematocrito y hemoglobina. (Association of Official Agricultural Chemist 1990).

10. Usos etnomedicinales. En Nicaragua, se emplean para afecciones de la piel (carate ronchas, paño (hongo), salpullido, herpes), afección en los riñones, anemia, purificar la sangre, catarro, tos, dolor de estómago, fiebre, regular la menstruación, diarrea. (Association of Official Agricultural Chemist 1990). En Honduras, se usa para anemia, afecciones de la piel, tos, sarampión, fiebre. En Cuba es usado para hongos. En Guatemala, para tratar anemia, hemorragia nasal, enfermedades del hígado, infección urinaria, histeria, resfrío y tos, afecciones de la piel (herpes, llagas, tiña, vitiligo). (Association of Official Agricultural Chemist 1990).

11. Formas de preparación y dosis.

- Afecciones de los riñones: Cocimiento de una cuarta de corteza en 1 litro de agua tomar 1 taza 3 veces al día por 8 días.
- Anemia, purificar la sangre, estimular el apetito: Cocimiento de la pulpa de 1 vaina triturada en un litro de agua, puede agregar el jugo de limón o naranja, tomar 1 taza 3 veces al día por 1 mes. Cuando tiene jarabe tome 1 cucharada 3 veces al día por 1 mes.
- Catarro, tos, fiebre: Cocimiento de media vaina en 1 litro de agua tomar 1 taza 3 veces al día por 7 días. Puede hacer una infusión de 1 cucharada de flores en 1 taza de agua tomar 1 taza 3 veces al día por 7 días.
- Afecciones de la piel (carate, paño (hongo), ronchas, salpullido, herpes): Triturar hojas tiernas para aplicación tópica en área afectada 2 veces al día por 1 mes. Puede aplicar en forma de pomada 2 veces al día por 1 mes. También puede cocer una cuarta de corteza en un litro de agua y aplicar en baños 2 veces al día por 1 mes (Association of Official Agricultural Chemist 1990).

12. Otros usos. Ornamental, sombra de café. La madera para construcciones, ebanistería, leña, la ceniza de la madera para fabricar jabón. La pulpa del fruto maduro se come o se prepara en refresco. Las hojas para la sarna de los perros. Las hojas y vainas tiernas alimento para el ganado y como abono orgánico. (Association of Official Agricultural Chemist 1990).

13. Acción antianémica. La población de la zona oriental de Cuba refiere los efectos beneficiosos del uso tradicional de la *Cassia grandis*. en la anemia, con la utilización del polvo seco obtenido del fruto como un suplemento nutricional. El objetivo fue evaluar dicho efecto en un modelo experimental de anemia ferropénica en ratas, inducido por sucesivas extracciones de sangre y administración de una dieta carente de hierro. Todos los animales fueron sometidos durante 15 días a una dieta semisintética deficiente en hierro y a extracciones de sangre tres veces por semana hasta lograr concentraciones de hemoglobina en sangre menores de 9 g/dL. Se formaron tres grupos y se mantuvo la misma dieta: grupo I sin suplementar, grupo II suplementado con 15 mg de hierro/kg de dieta y grupo III la misma cantidad de hierro más 750 mg/kg de peso corporal de polvo seco de *Cassia grandis*. durante otros 15 días. Al finalizar se determinaron las concentraciones de hierro, hemoglobina y hematocrito en sangre. Las concentraciones medias de hemoglobina al cabo de los 15 días de tratamiento fueron significativamente diferentes en los tres grupos

experimentales, con resultados mayores en el grupo suplementado con hierro y *Cassia grandis*. también en este grupo se observó un incremento significativo de los valores medios de hierro en plasma en relación con los valores obtenidos en los animales no suplementados y en los animales que recibieron solamente hierro en la dieta. El porcentaje de hematocrito no mostró diferencia significativa entre tratamiento. Los resultados corroboran el uso popular y tradicional de la *Cassia grandis*. en los estados anémicos, al mejorar la utilización del hierro y la producción de hemoglobina. (Capó, Juana Tillán, Chanfrau, Jorge Rodríguez, Mirabal, Juan Miguel Gómez, Ruíz, Zenia Pardo, Fernández, Sara Agüero).

14. Estudios de farmacognosia *Cassia grandis*. La materia médica son las hojas secas y pulpa del fruto, aunque no hay estudios farmacognósicos que relacionen la actividad farmacológica demostrada con su composición química. Para su procedimiento y control de calidad deben usarse criterios aplicados con otras plantas medicinales de características botánicas, agronómicas, farmacológicas y químicas similares. La actividad antifúngica y catártica se debe, en parte a su contenido de aloemodina, la cual es una antraquinona acídica, peso molecular 270, cristal anaranjado, con actividad contra líneas celulares tumorales; en tolueno se forman cristales naranjas, punto de fusión de 223-224 °C, soluble en alcohol y éter.

15. Actividad antimicrobacteriana. Estudios antimicrobianos demuestran que la tintura de hojas es activa contra *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus pyogenes* y *Staphylococcus aureus*. La decocción de hojas es activa contra ciertos hongos, presentando actividad fungicida y fungistática. (Fermín, Universidad Autónoma de Nicaragua 2004).

16. Determinación de hierro, saponinas y porfirinas en *Cassia grandis*. Según Fermín (2004) La mejor relación droga solvente elegida por recuento de sólidos totales, para efectuar la extracción de metabolitos en la fruta de *Cassia grandis* es un gramo de pulpa por 5 ml de solvente hidroalcohólico preparado al 70 %. La concentración de los metabolitos (exceptuando las porfirinas) en estudios varía con el clima, el tipo de suelo, la radiación solar, la humedad y el pH del suelo, propio de cada región del país donde sean recolectadas las muestras de *Cassia grandis*. El fruto de *Cassia grandis*. en su estado de recolección no presenta porfirinas ya que estas fueron degradadas a moléculas incoloras mediante el proceso de maduración. La muestra de *Cassia grandis* proveniente de Jalapa, es la que posee la mayor cantidad de hierro (9.55 mg/l) y la menor cantidad de saponinas totales (4.40 g/l) en su extracto, resultados totalmente opuestos a los de las muestras chinandeganas 0.98 mg/l de hierro y 8.10 g/l de saponinas totales, esta diferencia de resultados se debe meramente a la diferencia de clima de las dos zonas. La cantidad de hierro encontrada en el extracto de *Cassia grandis* no es suficiente para considerarla por sí sola una alternativa de tratamiento de la anemia ferropénica, en cambio la cantidad de saponinas encontradas en los extractos es suficiente como para considerarla una fuente de extracción y aislamiento de saponinas.

17. Composición química de la *Cassia grandis*. De acuerdo con la investigación de Quiróz S. (2007) Las hojas del carao contienen antraquinonas, baracol, flavonoides, leucoantocianinas, saponinas, alcaloides, glucósidoscardiotónicos, sesquiterpenlactonas, taninos, terpenos y hierro. La semilla del carao contiene flavonoides y polisacáridos, también sustancias tóxicas e inhibidores nutricionales, entre estos últimos están el ácido fítico y los taninos (Ver tablas 3 y 4).

Tabla 5. Composición nutricional del fruto del carao.

Componente	mg/100g del producto fresco
Hierro	2
Calcio	70
Fósforo	50
Magnesio	300

Fuente Quiróz S. 2007.

Tabla 6. Composición química de la pulpa del fruto del carao.

Componente	g/100g de muestra
Ceniza	5,3
Proteína	5,5
Azúcar total	46,5
Azucares reductores	6,9
Sólidos solubles	73,5

Fuente Quiróz S. 2007.

18. Toxicidad de la *Cassia grandis*. La pulpa del fruto del carao presenta un pH de 5,3 (González, 1987). Prueba de toxicidad oral aguda con dosis repetidas del extracto acuoso e hidroalcohólico. Los extractos, acuoso e hidroalcohólico de carao no producen toxicidad al ser administrados en forma aguda con dosis repetidas.

En la toxicidad subcrónica los valores de hematocrito, hemoglobina, eritrocitos y plaquetas de los grupos de animales tratados con los extractos acuoso e hidroalcohólico de carao fueron similares a los controles, sin embargo, los valores de leucocitos presentaron diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control y los grupos tratamiento, siendo en estos últimos mayores. Este resultado puede ser parte del efecto biológico producido por los extractos de *Cassia grandis*. No obstante, dichos valores de leucocitos se encuentran dentro del rango de normalidad ($5 \cdot 10^3$ - $15 \cdot 10^3/\mu\text{l}$). Utilizando este rango de valores, el grupo control queda por debajo del límite inferior del parámetro establecido como normal. (Quiróz S. 2007).

Así mismo Susana Quiróz (2007) asegura que los extractos acuoso e hidroalcohólico de *Cassia grandis* administrados oralmente de forma aguda y subcrónica no tienen efectos tóxicos, ya que los ratones tratados mantuvieron un peso similar a los controles, no presentaron alteración en el comportamiento.

19. Contenido de hierro en la *Cassia grandis*. La pulpa del fruto de *Cassia grandis* contiene 2 mg de hierro por cada 100g de muestra. El consejo de alimentos y nutrición (Food and Nutrition Board) recomienda una ingesta diaria de hierro de 8 mg para varones y mujeres posmenopáusicas. Una ingesta de 14 a 18 mg/día se recomienda para mujeres durante los años reproductivos, con el fin de reemplazar las pérdidas de la menstruación.

B. Desnutrición.

Según (Nutrinet 2012) llama desnutrición a un estado patológico de distintos grados de seriedad y de distintas manifestaciones clínicas causado por la asimilación deficiente de alimentos por el organismo.

La desnutrición puede ser causada por la mala ingestión o absorción de nutrientes, también por una dieta inapropiada como hipocalórica o hipoproteica. Tiene influencia en las condiciones sociales o psiquiátricas de los afectados. Ocurre frecuentemente entre individuos de bajos recursos y principalmente en niños de países subdesarrollados (Nutrinet 2012).

La diferencia entre esta y la malnutrición es que en la desnutrición existe una deficiencia en la ingesta de calorías y proteínas, mientras que en la malnutrición existe una deficiencia, exceso o desbalance en la ingesta de uno o varios nutrientes que el cuerpo necesita (ejemplo: vitaminas, hierro, yodo, calorías, entre otros).

En menores un cuadro clínico de desnutrición puede terminar en Kwashiorkor que se da por insuficiencia proteica en la dieta o Marasmo que trae como resultado flaqueza exagerada a falta de un déficit calórico total en la dieta. En los niños la desnutrición puede comenzar incluso en el vientre materno. Las consecuencias de la desnutrición infantil son: niños de baja estatura, pálidos, delgados, muy enfermizos y débiles, que tienen problemas de aprendizaje y desarrollo intelectual. Mayores posibilidades de ser obesos de adultos. Las madres desnutridas dan a luz niños desnutridos y las que padecen anemia o descalcificación tienen más dificultades en el parto con niños de bajo peso. Según Médicos Sin Fronteras, 2 cada año de 3 a 5 millones de niños menores de seis años mueren de desnutrición. (Nutrinet 2012).

1. Desnutrición crónica. La desnutrición crónica es un proceso por el cual las reservas orgánicas que el cuerpo ha ido acumulando mediante la ingesta alimentaria se agotan debido a una carencia calórico-proteica. Retrasando el crecimiento de fetos, infantes, niños y adolescentes. (Nutrinet 2012).

2. Desnutrición aguda. Desnutrición: Estado patológico resultante de una dieta deficiente en uno o varios nutrientes esenciales o de una mala asimilación de los alimentos. Desnutrición aguda: Deficiencia de peso para altura (P/A). Delgadez extrema. (Nutrinet 2012).

3. Desnutrición infantil. La desnutrición es el resultado del consumo insuficiente de alimentos y de la aparición repetida de enfermedades infecciosas. La desnutrición puede ser crónica, aguda y desnutrición según peso para la edad. (Nutrinet 2012).

4. Desnutrición moderada. Específicamente la malnutrición aguda moderada, se manifiesta por un peso muy bajo para la estatura (o para la talla) sin la presencia de edema visible. Las personas con malnutrición aguda moderada son particularmente propensas a sufrir los efectos negativos de la tuberculosis para la salud. (Nutrinet 2012).

VI. METODOLOGÍA APLICADA

A. Hipótesis.

La galleta con harina de miel de *Casia grandis* agregada contiene mayor cantidad de nutrientes significativos con respecto a una galleta convencional.

B. Área de investigación.

Para los procesos de toma de datos y análisis científicos se utilizaron 4 áreas estratégicas, Panadería La Corona para la elaboración de las galletas; Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala para la evaluación de muestras; y para el análisis sensorial se realizó en las instalaciones de Academics con un panel sensorial compuesto por estudiantes de maestría en Administración de Negocios. Todos localizados en la ciudad de Guatemala. Para el contenido de hierro se realizó en el laboratorio de Soluciones Analíticas.

C. Materiales:

1. Harina de trigo.
2. Harina de semilla de carao.
3. Azúcar.
4. Manteca.
5. Margarina.
6. Polvo de hornear.
7. Huevos.
8. Sal.
9. Agua.
10. Ácido peracético.

D. Equipos y utensilios.

1. Molino.
2. Licuadora.
3. Balanza analítica.
4. Beakers.
5. Erlenmeyers.
6. Pipetas de diferentes volúmenes.
7. Balones para la determinación de proteína y hierro.
8. Hojas de lija.
9. Recipientes para agua.
10. Estufa.

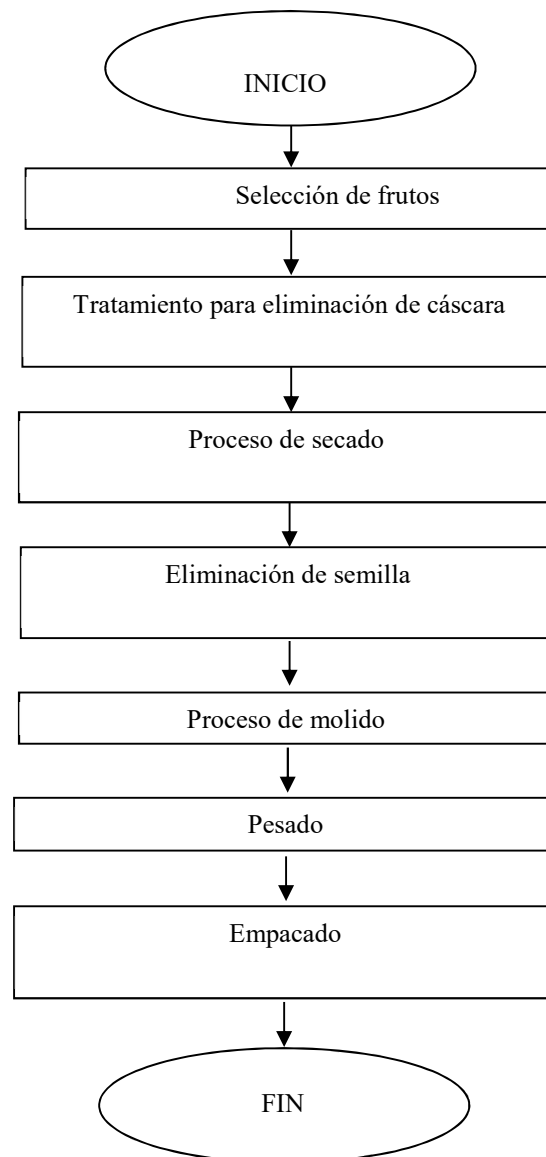
11. Empacadora al vacío.
12. Bolsas para empacado al vacío.

E. Caracterización física de la *Cassia grandis*.

Se realizó una caracterización física de la vaina del árbol de carao, se pesó y se midió las vainas recolectadas; se realizó un conteo de semillas por vaina y se hizo un promedio; se pesó la cantidad de mucílago por vaina y se realizó un promedio del peso de este.

F. Proceso para elaboración de harina de *Cassia grandis*.

Figura 7. Flujo de proceso harina de Carao.



1. Selección de frutos. Una vez recibidos los frutos, se realizó un proceso de selección cuidando los estándares de salud, para ello es necesario seleccionar frutos totalmente cerrados y en un punto adecuado de maduración, lo cual minimiza las posibilidades de hongos y bacterias dentro de la vaina.

2. Tratamiento para eliminación de cáscara. Se llenó un recipiente con agua hirviendo y otro con agua a 4°C, luego se colocaron las vainas de carao, primero en agua hirviendo durante 5 minutos y luego en agua fría durante 5 minutos, de esta manera se lograba desprender con facilidad la cáscara de la vaina.

3. Proceso de secado de semilla, mucilago y miel de *Cassia grandis*. Luego de quitar la cáscara se procedió a secar a 80°C durante 24 horas.

4. Eliminación de semilla. Después de haber secado el producto, se retiró la semilla, dejando únicamente la miel deshidratada.

5. Proceso de molido. Se procedió a moler la miel deshidratada, homogenizando de esta manera la harina de carao.

6. Pesado. Una vez molida la mezcla se pesó, este dato será utilizado en los porcentajes de la formulación.

7. Empacado. Se empacó la harina en bolsas de polietileno de baja densidad con una capacidad de 5lb.

G. Fórmula tradicional para elaboración de galletas de Carao.

Tabla 7. Formula al 100% para elaborar una galleta tradicional.

Ingrediente	Cantidad	Unidad de medida
Harina	10	Libras
Azúcar	5	Libras
Manteca	1	Libras
Margarina	1	Libras
Polvo de hornear	0.3	Libras
Huevos	2	Unidades
Sal	2	Onzas
Agua	2.5	Litros

En la Tabla 8 se observa la formulación de una galleta tradicional, en el caso de este estudio, la galleta con 0% de harina de miel de carao. El procedimiento es el siguiente:

1. Se pesa el azúcar granular, manteca vegetal y margarina.

2. Se colocan en la batidora industrial para su proceso de mezclado. La primera parte del mezclado consiste en la homogenización de la mezcla en primera velocidad por 5 minutos y la segunda parte consiste en la reducción del tamaño de partícula del grano de azúcar hasta obtener una masa sin grumos y homogénea, en este punto se utiliza la tercera velocidad de la maquina por un lapso de 7 minutos.

3. Se incorporan los huevos a la mezcla durante el mezclado uno por uno para evitar que se cree un aireamiento en la masa y que vuelva el producto demasiado poroso.

4. Se pesan el resto de los ingredientes secos: harina de trigo, sal y polvo de hornear.

5. Se incorporan al mezclado durante 2 minutos a primera velocidad y 3 a segunda velocidad. No se da un mezclado por más tiempo debido al desarrollo del gluten, el cual provocaría un producto muy elástico y complicaría el proceso de figurado.

6. Se procede a llenar las mangas pasteleras para su figurado.

7. Se llenan las bandejas de las galletas y se procede al llenado del horno.

8. El horno se maneja a una temperatura de 300 °C por 18 minutos (es conveniente mencionar que son hornos rotativos industriales).

9. Posteriormente se dejan enfriar por 1 hora para poder ser empacadas a una temperatura en la que ya no se genere vapor de agua que pueda afectar el proceso de empaque.

10. Se empacan según la conveniencia a ser utilizadas.

Figura 8. Galletas con harina de miel de carao antes del proceso de horneado.



H. Formulaciones para elaboración de galletas con base de harina de miel de *Cassia grandis*Tabla 8. Formulaciones para elaboración de galletas con harina de miel de *Cassia grandis*.

	Harina de Carao	Harina de trigo	Huevos	Azúcar	Polvo de hornear	Sal	Margarina	Manteca	Saborizante
Fórmula 1	0%	100%	x	x	x	x	x	x	x
Fórmula 2	5%	95%	x	x	x	x	x	x	x
Fórmula 3	10%	90%	x	x	x	x	x	x	x
Fórmula 4	15%	85%	x	x	x	x	x	x	x

Para la elaboración de las galletas utilizadas en este estudio se elaboraron cuatro tratamientos, el primero es el control el cual corresponde a una formulación sin harina de carao, el segundo tratamiento corresponde a una mezcla con 5% de harina de miel de carao y 95% de harina de trigo, el tercer tratamiento corresponde a una mezcla de 10% harina de miel de carao y 90% de harina de trigo y el último tratamiento corresponde a una mezcla de 15% harina de miel de carao y 85% de harina de trigo. Los demás ingredientes utilizados en la elaboración de galletas se mantuvieron constantes en los cuatro tratamientos.

Figura 9. Galletas con harina de miel de Carao horneadas.



I. Métodos para análisis químico de galletas.

1. Determinación de proteína por el método de Kjeldahl. Método 2.058 AOAC.
2. Determinación de humedad. Método 7.003/84 AOAC y método 930.15/90 adaptados.
3. Determinación de grasa. Método AOAC 7.060/84, 920.39/90 adaptados.
4. Determinación de ceniza. Método AOAC 7.009/84, 420.05/90 adaptados.
5. Determinación de hierro por medio de absorción atómica.
6. Determinación de dureza por medio del texturómetro TA xT2i texture analyser, marca Stable Micro Systems.
7. Determinación de color por medio del colorímetro Color Quest II, marca Hunter Lab.

J. Análisis sensorial.

Este análisis se utilizó una escala hedónica utilizando una escala del 1 al 5 donde:

1 = Me disgusta.

2 = No me gusta.

3 = Ni me gusta ni me disgusta

4 = Me gusta poco.

5 = Me gusta mucho.

Se realizó un test de preferencia de ordenamiento o Ranking por preferencia, el cual consistió en identificar la favorita con una puntuación, utilizando consumidores de galletas. Para este análisis los panelistas consumían agua pura y galletas saladas entre cada muestra para limpiar el paladar. Se presenta el formato de la boleta de la evaluación sensorial en los anexos.

VII. RESULTADOS

A. Caracterización *Cassia Grandis*:

Las vainas obtenidas del departamento de Guatemala, Morales, Izabal, tuvieron en promedio los siguientes datos:

Tabla 9. Caracterización de la vaina de Carao.

Tamaño de la vaina	Peso de la vaina completa	Peso semilla + mucilago	Peso de la cáscara	Cantidad de semilla por vaina
65cm	368g	246g	117g	69 unidades

En la Tabla 9 se muestra la caracterización de las vainas del carao, el tamaño de vaina varió entre 53cm a 81cm. La vaina de carao está compuesta por una cascara externa de color café cuando se encuentra en estado maduro, dentro de la vaina se encuentra el mucilago, miel y semilla. La miel de carao se encuentra adherida alrededor de la semilla entre los mucilagos. El peso de la vaina está comprendido en un 67% por el mucilago, miel y semilla, el resto del peso, o sea un 33% está comprendido por la cáscara. En cada una de las divisiones, o mucilago, se pudo encontrar de 1 a 2 semillas por división.

Figura 10. Cáscara de vaina de Carao.



Figura 11. Mucilago, miel (fruto) y semilla de Carao.



B. Análisis químico.

Tabla 10. Análisis químicos de la harina de Carao (mucilago, miel y semilla).

Análisis	Resultado
Proteína	8.37%±0.29
Ceniza	5.45%±0.37
Grasa	0.75%±0.35
Humedad	2.57%±0.10
pH	7.51±0.01

En la Tabla 10 se presenta los porcentajes de proteína, ceniza, grasa, humedad, pH y hierro de la harina de carao completo, es decir, miel (pulpa), mucilago y semilla, obtenidos en el laboratorio de análisis de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala, utilizando los métodos anteriormente mencionados. En el caso de la proteína se observa que es del 8.37%.

Tabla 11. Análisis químicos harina de miel (pulpa) de Carao.

Análisis	Resultado
Proteína	8.22%±0.05
Ceniza	0.17%±1 ⁻⁰⁴
Grasa	0.62%±0.05
Humedad	2.93%±0.37
pH	4.87±0.13
Hierro	2.093±0.005 ppm

En la Tabla 11 se presentan los resultados obtenidos del análisis químico únicamente de la harina obtenida de la miel (pulpa) de carao obtenida por un proceso de deshidratación. La harina de miel de carao contiene 2.093ppm de hierro, proteína 8.22% el cual no tiene mucha variación con los datos de la tabla 10, 0.17% de ceniza y 0.62% de grasa, valores bajos debido a que es una harina de miel. En el caso del pH si es notorio que es un producto acido ya que su valor fue de 4.87.

Tabla 12. Análisis químicos de galletas con diferentes porcentajes de harina de miel de Carao.

Análisis	0% Harina miel de Carao	5% Harina miel de Carao	10% Harina miel de Carao	15% Harina miel de Carao
Proteína	9.06%±0.39	8.20%±0.47	8.79%±0.40	8.65%±0.10
Ceniza	1.38%±0.05	1.39%±0.01	1.41%±0.02	1.53%±0.04
Grasa	20.59%±0.13	23.43%±0.03	23.35%±0.10	25.38%±0.28
Humedad	1.04%±0.05	0.84%±0.07	1.13%±0.12	0.43%±0.09
Hierro	10.4mg Fe/Kg muestra±0.08	9.82mg Fe/Kg muestra±0.11	9.64mg Fe/Kg muestra±0.27	8.25mg Fe/Kg muestra±0.14

En la Tabla 12 se presentan los resultados de los análisis químicos realizados a galletas con diferentes porcentajes de harina de miel de carao. El porcentaje de proteína obtenido entre los diferentes tratamientos no presentan una diferencia significativa, el porcentaje de proteína promedio entre los cuatro tratamientos es de 8.55%. Para los resultados de hierro presente en las galletas, vemos una disminución del aporte de hierro contenido en la harina de miel de carao, siendo la de 15% la que aporta menor cantidad de hierro, 8.25mg Fe/Kg de muestra.

Se realizó un análisis de varianza de las tres repeticiones de los resultados de hierro obtenidos en cada una de las muestras de las galletas. Se obtuvo una probabilidad $P < 0.05$ por lo que se acepta la hipótesis alterna donde existe diferencia significativa en al menos una de las galletas. Se hizo un análisis con la prueba Tukey con una probabilidad $P = 0.05$ donde se determinó que sí existe diferencia significativa en las concentraciones de hierro en los cuatro tratamientos.

Tabla 13. Etiqueta nutricional galletas con 0% harina de miel de Carao.

Datos Nutricionales	
Tamaño de porción: 60g	
Porciones: 8 unidad	
Cantidad por porción	
Energía: 1237 KJ	Energía de grasa: 463.17kJ
Valor Diario IDR*	
Grasa Total 12g	18%
Carbohidrato Total 41g	14%
Proteínas 5g	11%
Hierro 0.62mg	4.5%
* Ingesta Diaria Recomendada de acuerdo con FAO/OMS codex alimentarius.	

Tabla 14. Etiqueta nutricional galletas con 5% harina de miel de Carao.

Datos Nutricionales	
Tamaño de porción: 60g	
Porciones: 8 unidad	
Cantidad por porción	
Energía: 1276 KJ	Energía de grasa: 530kJ
Valor Diario IDR*	
Grasa Total 14g	18%
Carbohidrato Total 40g	13%
Proteínas 5g	10%
Hierro 0.59mg	4.2%
* Ingesta Diaria Recomendada de acuerdo con FAO/OMS codex alimentarius.	

Tabla 15. Etiqueta nutricional galletas con 10% harina miel de Carao.

Datos Nutricionales	
Tamaño de porción: 60g	
Porciones: 8 unidad	
Cantidad por porción	
Energía: 1272 KJ	Energía de grasa: 528kJ
Valor Diario IDR*	
Grasa Total 14g	18%
Carbohidrato Total 39g	13%
Proteínas 5g	11%
Hierro 0.58mg	4.13%
* Ingesta Diaria Recomendada de acuerdo con FAO/OMS codex alimentarius.	

Tabla 16. Etiqueta nutricional galletas con 15% harina miel de Carao.

Datos Nutricionales	
Tamaño de porción: 60g	
Porciones: 8 unidad	
Cantidad por porción	
Energía: 1305 KJ	Energía de grasa: 573.43kJ
Valor Diario IDR*	
Grasa Total 15g	18%
Carbohidrato Total 38g	13%
Proteínas 5g	10%
Hierro 0.49mg	3.5%
* Ingesta Diaria Recomendada de acuerdo con FAO/OMS codex alimentarius.	

Las tablas 13, 14, 15 y 16 muestran las etiquetas nutricionales de los diferentes tratamientos de galletas elaboradas sin carao, con 5%, 10% y 15% de harina de miel de carao. Se puede observar que no existen diferencias significativas en los valores de energía, grasa, carbohidratos, proteína y hierro.

C. Análisis físicos.

Se realizaron evaluaciones del color usando un colorímetro Hunter Lab a las diferentes concentraciones de carao en las galletas para el mismo lote. Debemos considerar importante que L* representa la claridad en una escala de 0 a 100, siendo 0 negro y 100 blanco; el valor a* mide la cantidad de rojo y verde, siendo a (-) verde y a (+) rojo. El valor b* representa azul al amarillo, siendo b (-) azul y b (+) amarillo. Así mismo se analizó el comportamiento de las galletas a través de 3 semanas, se hicieron 3 lotes a 3 temperaturas diferentes 25°C, 35°C y 45°C, esto con la finalidad evaluar los cambios de color que hubo en las galletas durante ese tiempo, obteniendo como resultados lo siguiente:

Tabla 17. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao en 3 semanas a 25°C.

Semanas	% Harina miel de Carao	L*	a*	b*
1	0	78.17±0.70	5.47±0.38	28.26±0.15
	5	77.28±0.23	4.87±0.07	28.50±0.69
	10	73.49±1.33	6.35±0.87	28.92±0.88
	15	65.25±1.33	10.22±0.09	30.22±1.84
2	0	80.67±1.32	4.13±0.79	26.31±0.1
	5	75.97±1.87	5.8±1.01	29.26±0.48
	10	75.02±0.74	6.14±0.49	28.25±0.82
	15	68.86±2.15	9.14±1.06	28.45±1.11
3	0	78.17±0.88	5.46±0.30	28.35±0.24
	5	77.22±0.14	4.88±0.03	28.20±0.87
	10	73.77±1.77	6.37±0.87	28.94±0.58
	15	65.45±1.33	10.23±0.34	30.31±1.55

La Tabla 17 muestra los colores de las galletas en el formato L* a* b* y los cambios que estos sufrieron a partir de la semana uno hasta la semana tres a 25°C en los diferentes tratamientos. Se puede observar que no existen cambios significativos en color con el avance del tiempo, sin embargo, si existe un cambio significativo entre los tratamientos siendo la galleta sin harina de miel de carao más clara que las galletas con una mezcla de 15% harina de miel de carao, esto quiere decir que a mayor porcentaje de harina de miel de carao incorporada a la mezcla, la galleta es más oscura.

Tabla 18. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao en 3 semanas a 35°C.

Semanas	% Harina miel de Carao	L*	a*	b*
1	0	78.36±1.10	5.34±0.72	30.33±0.09
	5	72.67±0.53	7.32±0.50	31.21±0.18
	10	70.58±0.37	8.40±0.48	27.36±0.09
	15	65.84±0.65	10.37±0.36	30.00±0.94
2	0	80.23±0.12	4.48±0.30	27.98±0.58
	5	76.87±1.52	5.30±0.96	27.82±0.75
	10	73.65±1.06	6.80±0.87	28.89±0.56
	15	68.77±1.47	9.27±0.71	28.54±1.35
3	0	78.42±1.14	5.35±0.78	30.34±1.03
	5	72.69±1.80	7.40±1.02	31.20±0.54
	10	70.58±0.17	8.41±0.01	27.23±5.86
	15	65.92±1.51	10.42±0.67	30.03±1.42

En la Tabla 18 se muestran los colores de las galletas en el formato L* a* b* y los cambios que estos sufrieron a partir de la semana uno hasta la semana tres a 35°C en los diferentes tratamientos. El comportamiento a esta temperatura fue similar al mostrado en el análisis a 25°C.

Tabla 19. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao en 3 semanas a 45°C.

Semanas	% Harina miel de Carao	L*	a*	b*
1	0	78.59±0.13	5.24±0.06	30.82±0.11
	5	71.83±0.05	8.03±0.13	31.60±0.19
	10	70.87±0.28	8.29±0.11	31.28±0.21
	15	64.92±0.04	10.87±0.08	29.19±0.56
2	0	79.44±0.37	5.04±0.24	29.31±0.32
	5	74.14±1.18	7.13±0.61	29.35±1.07
	10	70.49±1.32	9.02±0.54	29.78±1.48
	15	66.10±1.28	10.62±0.23	28.53±1.50
3	0	78.62±0.16	5.22±0.20	30.85±0.73
	5	71.84±1.20	8.07±0.81	31.59±0.49
	10	70.36±0.80	8.30±0.29	31.29±1.08
	15	64.97±0.16	10.89±0.21	29.20±0.87

En la Tabla 19 se muestran los colores de las galletas en el formato $L^* a^* b^*$ y los cambios que estos sufrieron a partir de la semana uno hasta la semana tres a 45°C en los diferentes tratamientos. El comportamiento a esta temperatura fue similar al mostrado en el análisis a 25°C y 35°C.

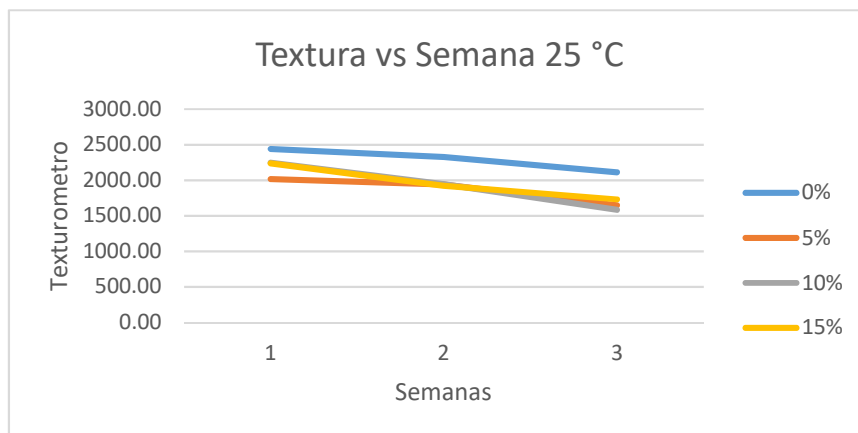
Es importante mencionar que tampoco existió una diferencia significativa en los colores entre las galletas a diferentes temperaturas. Por lo que se puede decir que las galletas no sufrieron ningún cambio en color a través del tiempo ni a través de los cambios de temperatura.

Se realizaron pruebas con el texturometro, con el fin de determinar la fuerza (en gramos) necesaria para triturar la galleta; muestras de cuatro concentraciones de harina de miel de Carao al 0% 5% 10% y 15% fueron usadas. Realizando tres repeticiones se promedió los valores para determinar la dureza en cada una de las galletas según el porcentaje de carao que contiene. Los datos son los siguientes:

Tabla 20. Fuerza en gramos para galletas con harina de miel de Carao en 3 semanas a 25°C.

Semanas	% Harina miel de Carao	Fuerza en g
1	0	2440.93±74.06
	5	2016.50±322.80
	10	2249.10±228.25
	15	2237.87±307.60
2	0	2327.57±111.29
	5	1938.47±145.71
	10	1946.40±144.52
	15	1923.40±372.03
3	0	2112.8±1062.1
	5	1649.10±457.83
	10	1584.43±37.28
	15	1731.67±79.21

Figura 12. Comportamiento de la textura de galletas con miel de Carao en 3 semanas a 25°C.

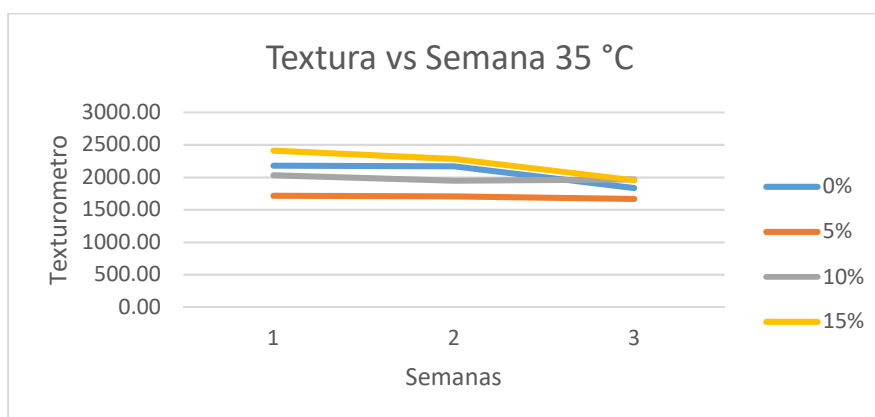


Se puede observar que a 25°C todas las galletas tuvieron una leve disminución en dureza desde la semana 1 hasta la semana tres, siendo esta disminución en la dureza no perceptible por el ser humano, ya que es una disminución no significativa.

Tabla 21. Fuerza en gramos para galletas con harina de miel de Carao en 3 semanas a 35°C.

Semanas	% Harina miel de Carao	Fuerza en g
1	0	2178.73±125.62
	5	1715.23±170.70
	10	2032.57±118.96
	15	2411.30±85.27
2	0	2170.95±625.66
	5	1707.57±500.24
	10	1948.08±100.25
	15	2281.40±393.87
3	0	1836.33±65.20
	5	1669.10±239.52
	10	1967.37±271.74
	15	1954.93±360.02

Figura 13. Comportamiento de la textura de galletas con miel de Carao en 3 semanas a 35°C.

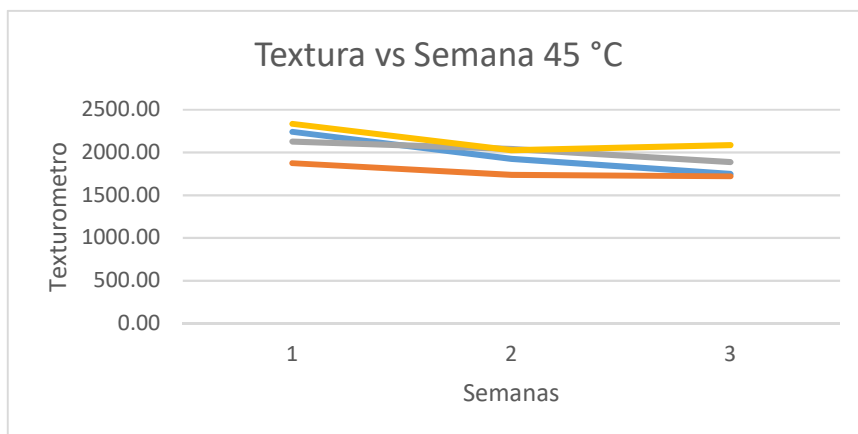


Se puede observar que a 35°C todas las galletas tuvieron una leve disminución en textura desde la semana 1 hasta la semana tres, siendo esta disminución en la textura no perceptible por el ser humano, ya que es una disminución no significativa.

Tabla 22. Fuerza en gramos para galletas con harina de miel de Carao en 3 semanas a 45°C.

Semanas	% Harina miel de Carao	Fuerza en g
1	0	2242.30±189.33
	5	1875.00±91.70
	10	2129.53±447.98
	15	2335.67±242.50
2	0	1925.67±63.64
	5	1737.33±369.43
	10	2042.80±221.19
	15	2028.17±396.52
3	0	1748.63±216.37
	5	1721.73±44.64
	10	1888.20±96.13
	15	2085.83±313.30

Figura 14. Comportamiento de la textura de galletas con miel de Carao en 3 semanas a 45°C.



Se puede observar que a 45°C todas las galletas tuvieron una leve disminución en textura desde la semana 1 hasta la semana tres, siendo esta disminución en la textura no perceptible por el ser humano, ya que es una disminución no significativa.

Las galletas se encontraban en bolsas de polipropileno cristalino transparente. El polipropileno es un material muy utilizado en la industria de alimentos, sobre todo en el área de panificación ya que es un material más ligero, tiene resistencia a la rotura, con una densidad más alta que el polietileno y soporta mejor las altas temperaturas.

Análisis sensorial galletas de Carao: En este análisis se realizó una escala hedónica utilizando una escala del 1 al 5 donde:

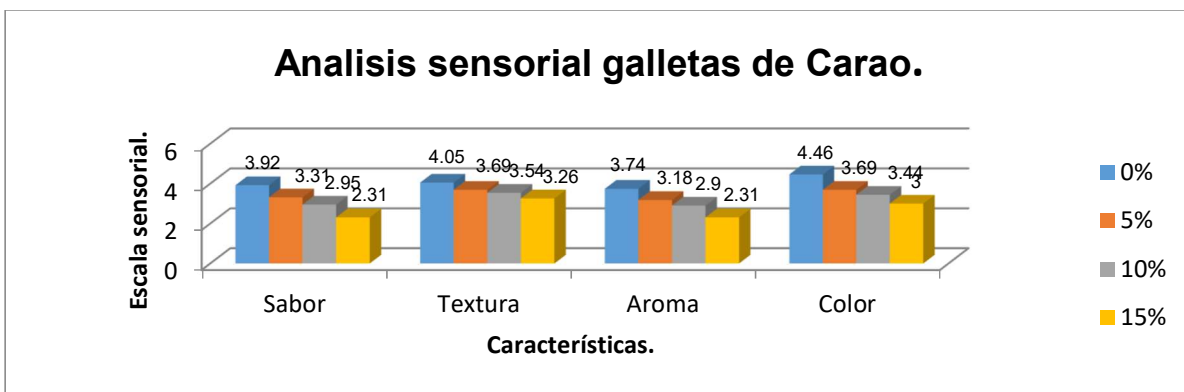
- 1 = Me disgusta.
- 2 = No me gusta.
- 3 = Ni me gusta ni me disgusta
- 4 = Me gusta poco.
- 5 = Me gusta mucho.

Figura 15. Análisis sensorial de galletas con harina de miel de Carao.



Se realizó un test de preferencia de ordenamiento, el cual consistió en identificar la favorita, a través de un panel sensorial de 39 panelistas no entrenados, los resultados fueron los siguientes:

Figura 16. Apreciación de galletas con harina de miel con Carao.

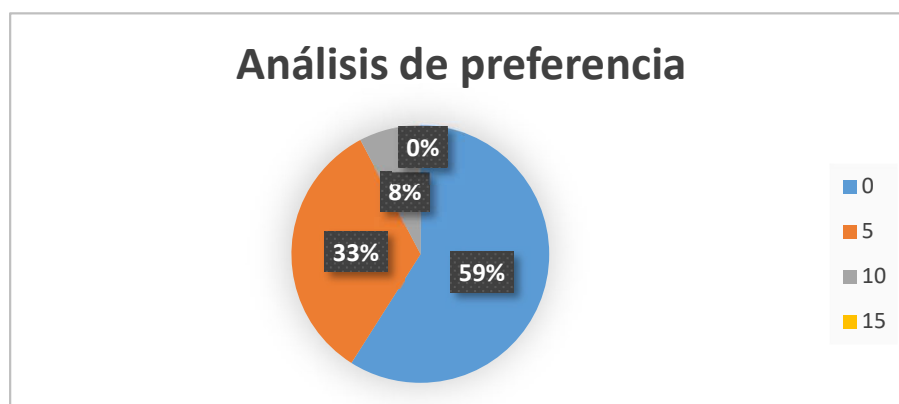


En la Figura 18 se muestran las calificaciones obtenidas para las características de sabor, textura, aroma y color de los cuatro tratamientos de galletas realizados. La percepción de sabor mejor calificada fue la galleta con 0% de harina de miel de carao, aunque la galleta con 5% de harina de miel de carao tuvo una calificación promedio de 3.31 que se encuentra entre la escala de ni me gusta ni me disgusta a me gusta poco. El mismo comportamiento de calificación tuvieron los panelistas para los atributos de textura, aroma y color.

Tabla 23. Análisis de preferencia de galletas con harina de miel de Carao.

% Carao	Preferencia
0	58.97%
5	33.34%
10	7.69%
15	0%

Figura 17. Análisis de preferencia de galletas con harina de miel de carao.



En el análisis de preferencia realizado por los 39 panelistas no entrenados, el 59% prefirió la galleta con 0% de harina de miel de carao. Es interesante resaltar que un 41% de los panelistas mostró una preferencia por la galleta con un porcentaje de harina de miel de carao adicionado.

Costos para elaboración de galletas tradicionales y con diferentes porcentajes de Carao.

Tabla 24. Costo total por galleta con diferentes porcentajes de harina de miel de Carao.

Materia prima	Formulación original		5%		10%		15%		
	Costo/lb	For.	Costo	For.	Costo	For.	Costo	For.	
Harina de miel de Carao	Q. 8.00	0.00	Q. -	0.06	Q. 0.50	0.13	Q. 1.00	0.19	
Harina suave	Q. 1.93	1.25	Q. 2.41	1.19	Q. 2.29	1.13	Q. 2.17	1.06	
Azúcar	Q. 2.65	0.75	Q. 1.99	0.75	Q. 1.99	0.75	Q. 1.99	0.75	
Margarina	Q. 5.25	0.50	Q. 2.63	0.50	Q. 2.63	0.50	Q. 2.63	0.50	
Manteca vegetal	Q. 4.04	0.25	Q. 1.01	0.25	Q. 1.01	0.25	Q. 1.01	0.25	
Royal	Q. 4.00	0.06	Q. 0.25	0.06	Q. 0.25	0.06	Q. 0.25	0.06	
Huevos	Q. 0.49	5.00	Q. 2.43	5.00	Q. 2.43	5.00	Q. 2.43	5.00	
Sal	Q. -	0.00	Q. -	0.00	Q. -	0.00	Q. -	0.00	
Masa total	1,347.81	Total	Q. 10.71	Total	Q. 11.09	Total	Q. 11.47	Total	Q. 11.85
Peso galleta (g)	7.50	C.V.	Q. 12.85	C.V.	Q. 13.31	C.V.	Q. 13.76	C.V.	Q. 14.22
Rendimiento Total	179.71	C. T.	Q. 23.56	C. T.	Q. 24.40	C. T.	Q. 25.23	C. T.	Q. 26.07
Costo por galleta			Q. 0.13	Q. 0.14		Q. 0.14		Q. 0.15	

En la Tabla 24 se muestra el costo total de producir una galleta convencional de 7.5g sin adicionar harina de miel de carao y adicionando 5%, 10% y 15% de harina de miel de carao en sustitución de harina de trigo. Se puede observar que a mayor cantidad de harina de miel de carao sustituida a la galleta convencional aumenta el costo, esto debido a que la harina de miel de carao tiene un costo de Q8.00/lb y la harina de trigo convencional tiene un costo de Q1.93/lb.

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La harina de miel de Carao tiene un contenido proteínico de 8.22% muy similar a las harinas utilizadas para la elaboración de galletas. Debido a esto se puede observar que al hacer el análisis de proteínas de las galletas elaboradas con y sin harina de miel de Carao no se manifestó una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos. Un estudio sobre Aprovechamiento de las bondades nutritivas y farmacológicas de los árboles de Cassia Fistula y Cassia grandis para el beneficio de la población caucásica demostró que el conjunto de hojas y ramas del árbol de carao contiene 15.6% de proteína cruda, comparado con el follaje, vemos que hay mayor contenido de proteína en este que en la harina de miel de carao. Según Guillermina Barril-Cuadrado en su estudio titulado “Tablas de ratio fósforo/proteína de alimentos para población española” la harina de trigo contiene 10% de proteína, comparado con este alimento de origen vegetal, el carao se encuentra en valores muy cercanos, sin embargo, si lo comparamos con la soya que es de 35.9%, el contenido de proteína presente en la harina de miel de carao es bajo. De acuerdo con el Dr. Ricardo Bressani en su artículo “Utilizando Maíz de Alta Calidad Proteínica”, el maíz común de Guatemala, HB-83, tiene un contenido proteico de 8.10%, comparando la harina de miel de carao con este producto, vemos que el aporte es muy similar.

La harina de miel de carao contiene 2.093ppm de hierro lo cual demuestra que es en la miel que se encuentra la mayor cantidad de hierro contenido en el carao. De acuerdo a un estudio realizado por Zamorano en el cual elaboraron un alimento alto en hierro utilizando como fuente de hierro la harina de frijol, en dicho estudio se hizo el comparativo entre el contenido de hierro de un frijol biofortificado y otro frijol no biofortificado, en los resultados de laboratorio obtenidos se determinó que la harina de frijol biofortificado contiene 13.5mgHierro/100g de harina (1.35ppm de Hierro) y la harina de frijol no biofortificado contiene 2.38mgHierro/100g de harina (0.24ppm de Hierro), esto nos demuestra que la harina de miel de carao contiene más de 8 veces el contenido de hierro que una harina de frijol. Comparando diversos alimentos considerados buenas fuentes de hierro, la harina de miel de carao es una fuente alta en dicho nutriente, superada por la espirulina (5.28ppm de Hierro), tomates secos (3.94ppm de Hierro) pero mayor contenido de hierro en comparación con la melaza de caña (2.00ppm de Hierro), brotes de trigo (1.98ppm de Hierro), brotes de soja (1.50ppm de Hierro), harina soja integral (1.21ppm de Hierro), germen de trigo (1.00ppm de Hierro), espinaca (0.42ppm de Hierro), maíz (0.33ppm de Hierro) entre otras fuentes.

En Guatemala en el año 2002 fue publicado en el diario de centroamerica la ley para fortificación de harinas, supervisado por la comisión nacional para la fortificación, enriquecimiento y/o equiparación de alimentos, en la cual establece que las harinas de trigo deben contener una fortificación en hierro con un nivel mínimo de 55mg/kg de harina, esto es igual a 55ppm. La harina de trigo utilizada en este estudio cumple con esta norma al contener una cantidad de 55ppm de hierro. Tomando esto como base y de acuerdo con los resultados obtenidos en la harina de miel de carao la cual tiene 2.093ppm de Hierro se puede deducir que al

momento de sustituir cierto porcentaje de harina de trigo por harina de miel de carao, la concentración final de hierro en dicha mezcla disminuye a medida que mas harina de miel de carao se ha adicionado. Por lo tanto, no es recomendable sustituir harina de trigo fortificada por harina de miel de carao.

La ceniza presente en el carao completo fue de 5.45%, mientras que la harina de miel de carao fue de 0.17%, esta diferencia es debido a que el carao completo consta de semilla, mucilago y miel, esto hace que aumente el contenido de ceniza. La cantidad de cenizas representa el contenido total de minerales en los alimentos. Es importante en productos de cereales porque revela el tipo de refinamiento y molienda. Ejemplo una harina de trigo integral (todo el grano) contiene aproximadamente 2% de cenizas; mientras que la harina proveniente del endospermo tiene un contenido de cenizas de 0,3%. quiere decir que la mayoría de las cenizas están en las cáscaras. Se puede esperar un contenido de cenizas constante en productos animales, pero de otra fuente como plantas, este producto puede ser variable. (Pilco, A. 2014). En las galletas no hubo diferencia significativa en el contenido de ceniza, teniendo un promedio de 1.43%.

La grasa presente en el carao completo es de 0.75% mientras que en la harina de miel de carao es de 0.62% o cual es una diferencia mínima que radica principalmente en la presencia de semilla en el primer análisis. Fernandez, A. 2017, reporta en su estudio de las propiedades físico químicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México que en las nueve variedades evaluadas, el frijol obtuvo valores de grasa de 0.48%-1.38% manifestando que no había diferencia significativa entre ellas. Comparando la harina de miel de carao y el carao con estos valores, se observa que no hay diferencia significativa en las mismas considerando un producto bajo en grasa. Las galletas elaboradas en este estudio tuvieron un promedio de 23.19% de grasa, esta grasa es principalmente aportada por los ingredientes utilizados en su elaboración (margarina y manteca vegetal). Resultados similares fueron presentados por Salinas, N. 2011 en su estudio Perfil de los ácidos grasos presentes en galletas y mezclas para tortas en Venezuela, donde las galletas dulces presentan valores comprendidos entre 14.1%-21.6%.

Los análisis demuestran que la harina de miel de carao contiene 2.93% de humedad comparado con la harina de trigo, el porcentaje de humedad del carao es bajo según las normas del Codex, la harina de trigo debe tener una humedad menor al 15.5%, mientras que las galletas tienen una humedad promedio de 0.86%, dicha humedad se reduce en las galletas por el proceso de horneado de las mismas. Estos valores son diferentes de los resultados presentados por Chirinos, W 2017, con valores de grasa en galletas elaboradas con harina de trigo y tapirama de 2.62%. Al analizar la humedad de las galletas, y considerando su proceso de horneado, podemos ver que no existe una diferencia significativa en ninguna formulación en rangos de 0.4% a 1.1% de humedad.

El comportamiento de las galletas a 25 °C demuestran homogeneidad en su comportamiento a nivel de colores, teniendo valores más significativos en los L* superiores en todos los casos a 65 lo que significa que las galletas tienen tendencia a tonalidades oscuras con topes superiores a 80. Es necesario destacar que al aumentar el porcentaje de Carao en la formulación la claridad es evidentemente más baja, teniendo los

valores más bajos en las galletas correspondientes a 15% de carao. Esto significa que el aporte de carao son significativamente más oscuras.

Al analizar los datos de a^* podemos verificar que las galletas incluso sin aporte de Carao tienen una tendencia a tonos de verde. Siendo éstos valores los más bajo emitidos por el colorímetro. Del mismo modo tienen un comportamiento bastante homogéneos en todas las fechas de análisis, siendo demostrado un aumento de valor de tonalidad verdes (a^*) en las galletas con más porcentaje de carao. Si analizamos los datos detalladamente podemos ver que para 15% de Carao se diferencia de forma importante con respecto a los demás porcentaje.

Para la variable b^* el cual corresponde a azul y amarillo, podemos determinar que a medida que la tencia es hacia colores amarillos teniendo valores entre 27 y 30. No obstante a medida que incluimos más carao a la formulación la tendencia de amarillo disminuye, siendo los valores más altos las que tienen 0% de carao y más bajos las que tienen 15% de carao.

Se puede observar que en las tres semanas evaluadas se mantiene homogénea en el tiempo, sin cambio significativos en su comportamiento. Esto se evidencia en todas las temperaturas evaluadas.

La evaluación a 35°C no hubo un cambio o alteración significativa en los colores con respecto a los 25°C. Esto demuestra que se mantuvo la calidad a nivel de colores en diferentes temperaturas, incluso en lapsos de tiempo entre una evaluación y otra.

A los 45°C los valores siguen siendo homogéneos, no obstante, se evidencia una tendencia de disminución de tonos para el factor a^* puntualmente hacia los tonos rojos bajando incluso al incluir 15% de carao no muestra una diferencia muy amplia con respecto a 10% y 5 %, lo cual, si ocurre a los 25°C, donde se demuestra diferencia entre 10% y 15% de carao en la formulación.

Las galletas que se mantuvieron a 25°C durante tres semanas mantuvieron una pendiente negativa de menor inclinación por lo tanto hay menor ablandamiento de la galleta.

Para las galletas a 35°C y 45°C, las gráficas indican siempre ablandamiento de la galleta, pero con pendiente menor a las gráficas de 25°C.

En cuanto a la evaluación sensorial, (Balasubramanian *et al.*, 2012), mostró que hasta el 15% del contenido de leguminosas se puede incorporar en extruido sin tener diferencia sensorial. Además, Abou-Zaid *et al.* (2012) concluyó que La harina de trigo podría ser reemplazada hasta en un 30% con diferentes tipos de sustitutos, en su caso micelas de hongos molidas cultivado sobre sorgo o granos de trigo, para obtener productos alimenticios. Esto difiere de los resultados obtenidos en el análisis sensorial de galletas con diferentes porcentajes de harina de miel de carao, ya que fue perceptible por los panelistas, prefiriendo el 59% de los panelistas la galleta con 0% de harina de miel de carao, sin embargo, el 41% de los panelistas no entrenados tuvo preferencia por galletas con porcentaje de harina de miel de carao agregado.

IX. CONCLUSIONES

- La vaina de Carao tiene un largo aproximado de 65cm, peso de 368g y tiene un aproximado de 69 semillas por vaina. Contiene un 8.37% de proteína, 0.75% de grasa, 2.57% de humedad, 5.45% de ceniza y 82.86% de carbohidratos.
- La harina obtenida de la miel de carao contiene 2.093ppm de Hierro, 8.22% de proteína, 0.62% de grasa, 88.05% de carbohidratos. Es considerada una buena fuente natural de hierro ya que tiene valores mayores que otras fuentes como la espinaca, soya y trigo.
- La sustitución de harina de trigo fortificada que se encuentra comercialmente en Guatemala por harina de miel de Carao, disminuye la concentración de hierro en las galletas a medida que se aumenta el porcentaje de sustitución, esto debido a que la harina de trigo tiene una concentración de 55ppm de Hierro y la harina de miel de carao 2.093ppm de Hierro, por lo que no es recomendable realizar dicha sustitución.

X. RECOMENDACIONES

- Evaluar si la semilla de Carao contiene algún componente dañino para el consumo humano y así poderlo considerar como un ingrediente en la elaboración de alimentos.
- Evaluar la harina de Carao en otros tipos de alimentos donde puedan aportar el 100% de sus características químicas.
- Realizar análisis microbiológicos de la harina de Carao.
- Evaluar diferentes métodos de extracción y obtención de la harina de Carao para poder evaluar pérdidas de sus nutrientes en dicho proceso.
- Evaluar el uso del proceso de escaldado para eliminación de olores fuertes presentes en el Carao.
- Realizar estudios sobre la biodisponibilidad de hierro contenido en el Carao.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Abou-Zaid, A.A.M., M.A.S. El-Bandy, and H. Ismaeil. 2012. *Rheological properties and quality evaluation of pan bread and biscuits supplemented with mushroom micelles flours*. Aust. J. Basic Appl. Sci. 6, 237-245.
2. Agüero Sara, Capó Juana Tillán, Chanfrau Jorge, Gómez Juan Miguel, Pardo Zenia. *Actividad antianémica de la Cassia grandis*. Revista Cubana de Farmacia. sep-dic2004, Vol. 38 Issue 3, p1-7. 7p.
3. Association of Official Agricultural Chemists. 1990. *Official methods of analysis of the AOAC*. 15th ed. AOAC, Washington, D.C. 980p.
4. Balasubramanian, S., A. Borah, and C.L. Mahanta. 2012. *Rheological and nutritional properties of legumes incorporated corn extrudates*. Int. Food Res. J. 19, 971-975.
5. Barril-Cuadrado. G. 2013. *Tablas de ratio fósforo/proteína de alimentos para la población española*. Revista nefrológica. Publicado en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nefrologia/v33n3/original7.pdf>
6. Bello, L., S. Sayazo, L. Villagomez y L. Montiel, 2000. *Almidón de plátano y calidad sensorial de dos tipos de galletas hechas a base de Carao (Cassia grandis)*. Agrociencia. 34:553-560.
7. Bressani, Ricardo. *Utilización maíz de alta calidad proteínica*. Publicado en: http://uvg.edu.gt/publicaciones/revista/volumenes/numero-15/REVISTA_UVG_No._15_38-49.pdf
8. Cabrera, J. y M. Cárdenas. 2006. *Importancia de la fibra dietética de Cassia grandis para la nutrición humana*. Rev. Cuba. Salud Publica 32(4):100-105.
9. Chirinos, W. 2017. *“Análisis proximal de galletas de harina de trigo (Triticum vulgare): Tapirama (Phaseolus lunatus) de pueblo nuevo en paraguay”*. Revista Centro Azúcar. 44. 14-15.
10. Codex standard 152-1985. Disponible en: www.fao.org/input/download/standards/50/CXS_152s.pdf
11. Desnutrición. Consultado el 6 de febrero de 2012.
12. Desnutrición infantil Programa Mundial de Alimentos. Consultado el 11 de marzo de 2012.
13. Elías Carlos Lic. Catedrático de biología. *Estudio de factibilidad técnica y financiera para la industrialización del fruto del carao y su comercialización nacional en internacional*. Universidad de El Salvador. 2009.
14. Etimología de galleta». Etimologías de Chile. Consultado el 18 de septiembre de 2015.
15. Evolución de la desnutrición crónica infantil y su distribución socioeconómica en siete países de América Latina y el Caribe.

16. Fernández, A.; Sánchez, E. 2017. *Estudio de las propiedades físico químicas y calidad nutricional en distintas variedades de frijol consumidas en México* Nova Scientia, vol. 9, núm. 18, 2017, pp. 133-148 Universidad De La Salle Bajío León, Guanajuato, México.
17. Floripe Alejandro, *Aprovechamiento de las bondades nutritivas y farmacológicas de los Arboles de Cassia Fistula y Cassia grandis para el beneficio de la población caucasiana* Floral Medicinal Nicaragüense, año 2015.
18. Fundesyram, Biblioteca Agroecológica. *Árbol de Carao (Cassia grandis)*.
19. LAZO HERNANDEZ, SARA MARGARITA Trabajo de graduación: *Estudio de las propiedades antifúngicas de los extractos de hojas de Cassia grandis (Carao) y bulbos de Allium Sativum (Ajo)*. Universidad de El Salvador año 2004.
20. Lopez, Beatriz y Carvajal, Luz. 2012. *Elaboración de un alimento con base en harina de banano (Musa Paradisiaca) fortificada con hierro y zinc aminoquelados, calcio microencapsulado y folato*. Perspectivas en nutrición humana. Vol. 14, No. 1. P. 47-57.
21. Menja Sa Nutricionistas Barcelona». *Diets infantiles saludables*. 16 de mayo de 2017.
22. Morales, W. 2008. *Efecto de la cocción en la composición física y química de las hojas de yerba mora (Solanum americanum)*. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 31p.
23. NUTRINET. «DESNUTRICIÓN INFANTIL, PROBLEMA GRAVE, TRAS CUYA SOLUCIÓN EL PAÍS CORRE». Archivado desde el original el 24 de noviembre de 2015. Consultado el 23 de enero de 2012.
24. Observatorio del Derecho Humano a la alimentación en Centro América: *Prevalencia de la Anemia en Centro América* resultado del estudio realizado entre los años 2006 al 2011.
25. Paraje, Guillermo Publicaciones: «*Desnutrición infantil*» Programa Mundial de Alimentos.
26. Patiño, Víctor Manuel. *Historia de la Cultura Material en la América Equinoccial (Tomo 1) Alimentación y alimentos*, extraído el 12 de marzo del 2014.
27. Pilco, A. 2014. Trabajo de química de alimentos. *Aplicación del análisis proximal a una muestra de harina de quinua*. Disponible en: <http://alimentos6173.blogspot.com/2014/06/ceniza.html>.
28. Ramos Benavides Eddy Fermín. *Determinación de Hierro, saponinas y porfirinas en Cassia grandis*. Tesis de grado. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
29. Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española (2014). «*harina*». Diccionario de la lengua española (23.^a edición). Madrid: Espasa. ISBN 978-84-670-4189-7. Consultado el 20 de diciembre de 2014.
30. Roig y Mesa, Dr. Juan Tomás (1962). *Diccionario Botánico de Nombres Vulgares Cubanos (3ª edición)*. La Habana: Instituto Nacional de Reforma Agraria.

31. Salinas, N.; Romero, L. 2011. "*Perfil de los ácidos grasos presentes en galletas y mezclas para tortas en Venezuela*". Revista An Venez Nutr. vol.24 no.2 Caracas dic. 2011.

XII. ANEXOS

Tabla 25. Cálculos para determinación de proteína en Carao.

Proteína de Carao								
Muestra	Peso muestra	Volumen ácido consum.	Miliequivalente del nitrógeno	Normalidad del HCl	Factor de Proteína	Porcentaje proteico	Prom.	D.E.
A	0.2573	2.4				8.57%	8.37%	0.29
B	0.2515	2.2	0.014	0.105	6.25	8.04%		
C	0.2589	2.4				8.52%		

Tabla 26. Cálculos para determinación de proteína en harina de miel de Carao

Proteína harina de miel de Carao								
Muestra	Peso muestra	Volumen ácido consumido	Miliequivalente del nitrógeno	Normalidad del HCl	Factor de Proteína	Porcentaje proteico	Prom.	D.E.
A	0.2894	2.6				8.25%	8.22	0.05
B	0.2809	2.5	0.014	0.105	6.25	8.18%		

Tabla 27. Cálculos para determinación de proteína en galletas con harina de miel de Carao.

Proteína galletas con harina de miel de Carao								
Muestra	Peso muestra	Volumen ácido consum.	Miliequivalente del nitrógeno	Normalidad del HCl	Factor de Proteína	Porcentaje proteico	Prom.	D.E.
0% Carao 1	0.2617	2.5				8.78%	9.06%	0.39
0% Carao 2	0.2559	2.6				9.33%		
5% Carao 1	0.2584	2.4				8.53%	8.20%	0.47
5% Carao 2	0.2571	2.2	0.014	0.105	6.25	7.86%		
10% Carao 1	0.2531	2.5				9.07%	8.79%	0.40
10% Carao 2	0.259	2.4				8.51%		
15% Carao 1	0.2529	2.4				8.72%	8.65%	0.10
15% Carao 2	0.2572	2.4				8.57%		

Tabla 28. Cálculos para determinación de ceniza en Carao.

Ceniza de Carao								
Muestra	Peso crisol vacío	Peso crisol con muestra	Peso muestra	Muestra crisol seco	Muestra seca	Porcentaje de ceniza	Promedio	Desvest
A	32.303	34.5591	2.2561	32.4349	0.1319	5.8464%		
B	43.1696	45.1713	2.0017	43.2718	0.1022	5.1057%	5.45%	0.37
C	35.8717	37.885	2.0133	35.9803	0.1086	5.3941%		

Tabla 29. Cálculos para determinación de ceniza en harina de miel de Carao.

Ceniza de harina de miel de Carao								
Muestra	Peso crisol vacío	Peso crisol con muestra	Peso muestra	Muestra crisol seco	Muestra seca	Porcentaje de ceniza	Promedio	Desvest
1	36.3319	37.3386	1.0067	36.3338	0.0019	0.1887		
2	31.3193	32.4475	1.1282	31.3211	0.0018	0.1595	0.1735%	0.0001
3	40.1485	41.7749	1.6264	40.1513	0.0028	0.1722		

Tabla 30. Cálculos para determinación de ceniza en galletas con 0% harina de miel de Carao.

Ceniza galleta 0% Carao								
Muestra	Peso crisol vacío	Peso crisol con muestra	Peso muestra	Muestra crisol seco	Muestra seca	Porcentaje de ceniza	Promedio	Desvest
CRC	12.7386	14.8865	2.1479	12.7677	0.0291	1.3548%		
35	11.806	13.9668	2.1608	11.8371	0.1128	1.4393%	1.38%	0.05
8C	11.9159	13.9712	2.0553	11.9438	0.0279	1.3575%		

Tabla 31. Cálculos para determinación de ceniza en galletas con 5% harina de miel de Carao.

Ceniza galleta 5% Carao								
Muestra	Peso crisol vacío	Peso crisol con muestra	Peso muestra	Muestra crisol seco	Muestra seca	Porcentaje de ceniza	Promedio	Desvest
6C	11.7509	13.8377	2.0868	11.7798	0.0289	1.3849%		
CCNB	13.1767	15.2115	2.0348	13.2052	0.0285	1.4006%	1.39%	0.01
2C	11.6754	13.873	2.1976	11.7061	0.0307	1.3970%		

Tabla 32. Cálculos para determinación de ceniza en galletas con 10% harina de miel de Carao.

Ceniza galleta 10% Carao								
Muestra	Peso crisol vacío	Peso crisol con muestra	Peso muestra	Muestra crisol seco	Muestra seca	Porcentaje de ceniza	Promedio	Desvest
3C	12.6833	14.6976	2.0143	12.7113	0.028	1.3901%		
5C	12.5423	14.6273	2.085	12.5719	0.0296	1.4197%	1.41%	0.02
7C	12.592	14.7694	2.1774	12.623	0.031	1.4237%		

Tabla 33. Cálculos para determinación de ceniza en galletas con 15% harina de miel de Carao.

Ceniza galleta 15% Carao								
Muestra	Peso crisol vacío	Peso crisol con muestra	Peso muestra	Muestra crisol seco	Muestra seca	Porcentaje de ceniza	Promedio	Desvest
CHoC	12.2817	14.2944	2.0127	12.3133	0.0316	1.5700%		
CCorB	15.2411	17.4196	2.1785	15.2734	0.0323	1.4827%	1.53%	0.04
T3	28.212	30.432	2.22	28.2461	0.0341	1.5360%		

Tabla 34. Cálculos para determinación de grasa en Carao.

Grasa Carao							
Muestra	Peso muestra	Peso vasito	Peso destilado	Grasa	% Grasa	Promedio	Desvest
A	5.0098	76.463	76.4313	0.0317	0.6328%		
B	8.0125	75.0085	74.97	0.0385	0.4805%	0.75%	0.35
C	5.0084	75.5252	75.4676	0.0576	1.1501%		

Tabla 35. Cálculos para determinación de grasa en miel de haría de Carao.

Grasa miel de carao							
Muestra	Peso muestra	Peso vasito	Peso destilado	Grasa	% Grasa	Promedio	Desvest
A	8.3192	75.3469	75.2981	0.0488	0.5866%	0.62%	0.05
B	8.0064	75.6736	75.6207	0.0529	0.6607%		

Tabla 36. Cálculos para determinación de grasa en galletas con harina de miel de Carao.

Grasa Galletas con Carao							
Muestra	Peso muestra	Peso vasito	Peso destilado	Grasa	% Grasa	Promedio	Desvest
0%	5.1244	77.4859	76.4355	1.0504	20.50%	20.59%	0.13
0%	5.0402	75.3712	74.3288	1.0424	20.68%		
5%	5.1169	78.1729	76.9749	1.1980	23.41%	23.44%	0.03
5%	5.1206	77.5885	76.3872	1.2013	23.46%		
10%	5.1238	76.4130	75.2128	1.2002	23.42%	23.35%	0.10
10%	5.1564	76.3460	75.1454	1.2006	23.28%		
15%	5.1038	75.1471	73.8416	1.3055	25.58%	25.38%	0.28
15%	5.0920	74.8224	73.5402	1.2822	25.18%		

Tabla 37. Cálculos para determinación de humedad en Carao.

Humedad Carao								
Capsula	Peso vacío	Peso con muestra	Muestra Fresca	Peso seco	Muestra seca	Resultado	Promedio	Desvest
34	16.1405	25.0658	8.9253	23.4104	1.6554	18.55%	18.79%	0.67
15A	16.1109	33.1501	17.0392	30.0364	3.1137	18.27%		
18	17.2228	32.4358	15.213	29.6096	2.8262	18.58%		
4	16.8831	38.9697	22.0866	34.6019	4.3678	19.77%		

Tabla 38. Cálculos para determinación de humedad en harina de Carao.

Humedad Carao molido								
Capsula	Peso vacío	Peso con muestra	Muestra Fresca	Peso seco	Muestra seca	Resultado	Promedio	Desvest
A	17.2309	19.9587	2.7278	19.891	0.0677	2.4819%		
18	17.2212	19.236	2.0148	19.1847	0.0513	2.5462%	2.57%	0.10
39	17.1027	19.1206	2.0179	19.0667	0.0539	2.6711%		

Tabla 39. Cálculos para determinación de humedad en harina de miel de Carao.

Humedad de harina de miel de Carao								
Capsula	Peso vacío	Peso con muestra	Muestra Fresca	Peso seco	Muestra seca	Resultado	Promedio	Devest
15A	16.8996	18.7428	1.8432	18.6912	0.0516	2.7995%		
39	17.4341	19.9563	2.5222	19.8894	0.0669	2.6524%	2.93%	0.37
18	17.2205	19.2457	2.0252	19.1778	0.0679	3.3528%		

Tabla 40. Cálculos para determinación de humedad en galletas con 0% harina de miel de Carao.

Humedad galleta 0% de Carao								
Capsula	Peso vacío	Peso con muestra	Muestra Fresca	Peso seco	Muestra seca	Resultado	Promedio	Desvest
18	3.9697	6.3498	2.3801	6.3244	0.0254	1.0672%		
7	4.0973	6.3071	2.2098	6.2854	0.0217	0.9820%	1.04%	0.05
5	3.9258	6.1477	2.2219	6.1237	0.024	1.0802%		

Tabla 41. Cálculos para determinación de humedad en galletas con 5% harina de miel de Carao.

Humedad galleta 5% de Carao								
Capsula	Peso vacío	Peso con muestra	Muestra Fresca	Peso seco	Muestra seca	Resultado	Promedio	Desvest
16	4.1395	6.1793	2.0398	6.1624	0.0169	0.8285%		
4	3.8381	6.0038	2.1657	5.9868	0.017	0.7850%	0.84%	0.07
6	4.1049	6.1939	2.089	6.1748	0.0191	0.9143%		

Tabla 42. Cálculos para determinación de humedad en galletas con 10% harina de miel de Carao.

Humedad galleta 10% de Carao								
Capsula	Peso vacío	Peso con muestra	Muestra Fresca	Peso seco	Muestra seca	Resultado	Promedio	Desvest
3	4.2873	6.4011	2.1138	6.3746	0.0265	1.2537%		
20	4.1333	6.2174	2.0841	6.1960	0.0214	1.0268%	1.13%	0.12
13	3.9103	5.9976	2.0873	5.9745	0.0231	1.1067%		

Tabla 43. Cálculos para determinación de humedad en galletas con 15% harina de miel de Carao.

Humedad galleta 15% de Carao								
Capsula	Peso vacía	Peso con muestra	Muestra Fresca	Peso seco	Muestr a seca	Resultado	Promedio	Desvest
8	3.9442	5.9942	2.05	5.9856	0.0086	0.4195%		
1	4.1205	6.1858	2.0653	6.1788	0.007	0.3389%	0.43%	0.09
2	3.8617	5.8772	2.0155	5.8667	0.0105	0.5210%		

Tabla 44. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao a 25°C semana 1.

25°C Semana 1									
Muestra	L*	Promedio	Desvest	a*	Promedio	Desvest	b*	Promedio	Desvest
0% Carao 1	77.94			5.16			28.19		
0% Carao 2	77.61	78.17	0.70	5.89	5.47	0.38	28.43	28.26	0.15
0% Carao 3	78.96			5.35			28.16		
5% Carao 1	77.54			4.84			29.26		
5% Carao 2	77.18	77.28	0.23	4.95	4.87	0.07	27.91	28.50	0.69
5% Carao 3	77.12			4.83			28.32		
10% Carao 1	73.15			6.43			28.36		
10% Carao 2	74.95	73.49	1.33	5.45	6.35	0.87	28.47	28.92	0.88
10% Carao 3	72.36			7.18			29.94		
15% Carao 1	63.98			10.32			31.39		
15% Carao 2	66.63	65.25	1.33	10.15	10.22	0.09	31.17	30.22	1.84
15% Carao 3	65.15			10.19			28.1		

Tabla 45. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao a 25°C semana 2.

25°C semana 2									
Muestra	L*	Promedio	Desvest	a*	Promedio	Desvest	b*	Promedio	Desvest
0% Carao 1	80.93			4.16			26.64		
0% Carao 2	79.23	80.67	1.32	4.9	4.13	0.79	26.9	26.31	0.81
0% Carao 3	81.84			3.32			25.39		
5% Carao 1	76.73			5.44			29.43		
5% Carao 2	77.34	75.97	1.87	4.98	5.78	1.01	28.71	29.26	0.48
5% Carao 3	73.84			6.92			29.63		
10% Carao 1	75.81			5.64			28.24		
10% Carao 2	74.35	75.02	0.74	6.61	6.14	0.49	29.07	28.25	0.82
10% Carao 3	74.91			6.17			27.43		
15% Carao 1	71.34			7.92			27.44		
15% Carao 2	67.68	68.86	2.15	9.84	9.14	1.06	29.64	28.45	1.11
15% Carao 3	67.57			9.66			28.26		

Tabla 46. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao a 25°C semana 3.

25°C semana 3									
Muestra	L*	Promedio		a*	Promedio		b*	Promedio	
0% Carao 1	78.74			5.28			28.07		
0% Carao 2	77.16	78.17	0.88	5.81	5.46	0.30	28.51	28.35	0.24
0% Carao 3	78.61			5.3			28.46		
5% Carao 1	77.17			4.89			29.06		
5% Carao 2	77.12	77.22	0.14	4.91	4.88	0.03	28.21	28.20	0.87
5% Carao 3	77.38			4.85			27.32		
10% Carao 1	73.75			6.36			28.94		
10% Carao 2	75.55	73.77	1.77	5.5	6.37	0.87	28.36	28.94	0.58
10% Carao 3	72.01			7.24			29.52		
15% Carao 1	64.18			10.62			30.05		
15% Carao 2	66.83	65.45	1.33	10.05	10.23	0.34	31.97	30.31	1.55
15% Carao 3	65.35			10.01			28.9		

Tabla 47. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao a 35°C semana 1.

35°C semana 1									
Muestra	L*	Promedio	Desvest	a*	Promedio	Desvest	b*	Promedio	Desvest
0% Carao 1	78.42			5.15			30.24		
0% Carao 2	77.23	78.36	1.10	6.14	5.34	0.72	30.41	30.33	0.09
0% Carao 3	79.42			4.74			30.35		
5% Carao 1	72.69			7.78			31.12		
5% Carao 2	72.13	72.67	0.53	6.78	7.32	0.50	31.42	31.21	0.18
5% Carao 3	73.18			7.4			31.1		
10% Carao 1	70.68			8.87			27.35		
10% Carao 2	70.17	70.58	0.37	7.92	8.40	0.48	27.46	27.36	0.09
10% Carao 3	70.88			8.41			27.28		
15% Carao 1	65.13			10.48			30.95		
15% Carao 2	66.41	65.84	0.65	9.97	10.37	0.36	29.98	30.00	0.94
15% Carao 3	65.98			10.67			29.08		

Tabla 48. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao a 35°C semana 2.

35°C semana 2									
Muestra	L*	Promedio	Desvest	a*	Promedio	Desvest	b*	Promedio	Desvest
0% Carao 1	80.23			4.58			28.01		
0% Carao 2	80.35	80.23	0.12	4.14	4.48	0.30	27.39	27.98	0.58
0% Carao 3	80.12			4.71			28.54		
5% Carao 1	77.42			4.97			27.6		
5% Carao 2	78.03	76.87	1.52	4.55	5.30	0.96	27.2	27.82	0.75
5% Carao 3	75.15			6.39			28.65		
10% Carao 1	74.86			5.81			28.65		
10% Carao 2	72.85	73.65	1.06	7.45	6.80	0.87	29.53	28.89	0.56
10% Carao 3	73.25			7.15			28.49		
15% Carao 1	70.18			8.51			27.63		
15% Carao 2	68.89	68.77	1.47	9.36	9.27	0.71	30.09	28.54	1.35
15% Carao 3	67.24			9.93			27.9		

Tabla 49. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao a 35°C semana 3.

35°C semana 3									
Muestra	L*	Promedio	Desvest	a*	Promedio	Desvest	b*	Promedio	Desvest
0% Carao 1	79.15			4.99			30.25		
0% Carao 2	77.1	78.42	1.14	6.24	5.35	0.78	31.41	30.34	1.03
0% Carao 3	79			4.81			29.35		
5% Carao 1	70.63			8.55			31.62		
5% Carao 2	73.49	72.69	1.80	7.03	7.40	1.02	31.39	31.20	0.54
5% Carao 3	73.94			6.61			30.59		
10% Carao 1	70.38			8.41			30.47		
10% Carao 2	70.67	70.58	0.17	8.42	8.41	0.01	30.75	27.23	5.86
10% Carao 3	70.68			8.41			20.46		
15% Carao 1	64.4			11.11			31.67		
15% Carao 2	67.41	65.92	1.51	9.77	10.42	0.67	29.23	30.03	1.42
15% Carao 3	65.96			10.37			29.18		

Tabla 50. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao a 45°C semana 1.

45°C Semana 1									
Muestra	L*	Promedio	Desvest	a*	Promedio	Desvest	b*	Promedio	Desvest
0% Carao 1	78.45			5.31			30.91		
0% Carao 2	78.68	78.59	0.13	5.19	5.24	0.06	30.85	30.82	0.11
0% Carao 3	78.65			5.22			30.7		
5% Carao 1	71.77			8.17			31.69		
5% Carao 2	71.84	71.83	0.05	7.97	8.03	0.13	31.73	31.60	0.19
5% Carao 3	71.87			7.94			31.39		
10% Carao 1	71.15			8.25			31.15		
10% Carao 2	70.87	70.87	0.28	8.41	8.29	0.11	31.52	31.28	0.21
10% Carao 3	70.59			8.21			31.17		
15% Carao 1	64.97			10.93			28.62		
15% Carao 2	64.89	64.92	0.04	10.78	10.87	0.08	29.74	29.19	0.56
15% Carao 3	64.91			10.89			29.2		

Tabla 51. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao a 45°C semana 2.

45°C Semana 2									
Muestra	L*	Promedio	Desvest	a*	Promedio	Desvest	b*	Promedio	Desvest
0% Carao 1	79.82			4.77			29.35		
0% Carao 2	79.08	79.44	0.37	5.24	5.04	0.24	29.61	29.31	0.32
0% Carao 3	79.41			5.1			28.97		
5% Carao 1	74.4			7.11			30.52		
5% Carao 2	72.85	74.14	1.18	7.74	7.13	0.61	29.13	29.35	1.07
5% Carao 3	75.16			6.53			28.41		
10% Carao 1	69.1			9.54			29.11		
10% Carao 2	71.72	70.49	1.32	8.47	9.02	0.54	28.75	29.78	1.48
10% Carao 3	70.64			9.05			31.47		
15% Carao 1	66.51			10.64			29.38		
15% Carao 2	64.66	66.10	1.28	10.84	10.62	0.23	26.8	28.53	1.50
15% Carao 3	67.12			10.39			29.4		

Tabla 52. Valores L* a* b* para galletas con harina de miel de Carao a 45°C semana 3.

45°C Semana 3									
Muestra	L*	Promedio	Desvest	a*	Promedio	Desvest	b*	Promedio	Desvest
0% Carao 1	78.58			5.37			31.11		
0% Carao 2	78.48	78.62	0.16	4.99	5.22	0.20	30.03	30.85	0.73
0% Carao 3	78.79			5.31			31.42		
5% Carao 1	70.55			8.99			32.07		
5% Carao 2	72.05	71.84	1.20	7.77	8.07	0.81	31.1	31.59	0.49
5% Carao 3	72.92			7.46			31.61		
10% Carao 1	69.44			8.59			30.09		
10% Carao 2	70.78	70.36	0.80	8.31	8.30	0.29	31.62	31.29	1.08
10% Carao 3	70.86			8.01			32.17		
15% Carao 1	65.16			10.68			30.14		
15% Carao 2	64.9	64.97	0.16	10.9	10.89	0.21	29.04	29.20	0.87
15% Carao 3	64.86			11.1			28.42		

Tabla 53. Datos texturómetro en galletas con harina de miel de carao a 25°C en 3 semanas.

25°C				
	0%	5%	10%	15%
Semana 1	2359.7	2207.5	2480.1	2239.8
	2458.4	2198.2	2243.5	1929.3
	2504.7	1643.8	2023.7	2544.5
Promedio	2440.93	2016.50	2249.10	2237.87
Desvest	74.06	322.80	228.25	307.60
	0%	5%	10%	15%
Semana 2	2200.4	1818.2	1791.8	1912.2
	2407.2	2100.5	2078.1	2300.9
	2375.1	1896.7	1969.3	1557.1
Promedio	2327.57	1938.47	1946.40	1923.40
Desvest	111.29	145.71	144.52	372.03
	0%	5%	10%	15%
Semana 3	3267.5	1194.2	1591.3	1736.4
	1177.6	2109.8	1544.2	1650.2
	1893.3	1643.3	1617.8	1808.4
Promedio	2112.80	1649.10	1584.43	1731.67
Desvest	1062.10	457.83	37.28	79.21

Tabla 54. Datos texturómetro en galletas con harina de miel de carao a 35°C en 3 semanas.

35°C				
	0%	5%	10%	15%
Semana 1	2222	1591.6	2018.1	2475.3
	2277	1644.1	2158.1	2314.5
	2037.2	1910	1921.5	2444.1
Promedio	2178.73	1715.23	2032.57	2411.30
Desvest	125.62	170.70	118.96	85.27
	0%	5%	10%	15%
Semana 2	1456.2	1130.1	1825.3	2440.3
	2787.2	2008	2027.4	2233.1
	2593.6	1984.6	1907.2	2690.7
	1846.8		2032.4	1761.5
Promedio	2170.95	1707.57	1948.08	2281.40
Desvest	625.66	500.24	100.25	393.87
	0%	5%	10%	15%
Semana 3	1901.60	1855.00	1952.80	1870.40
	1771.20	1753.50	2246.10	2349.70
	1836.20	1398.80	1703.20	1644.70
Promedio	1836.33	1669.10	1967.37	1954.93
Desvest	65.20	239.52	271.74	360.02

Tabla 55. Datos texturómetro en galletas con harina de miel de carao a 45°C en 3 semanas.

		45°C			
		0%	5%	10%	15%
Semana 1		2389.8	1966.5	2435.2	2384.7
		2308.3	1875.4	2338.1	2549.9
		2028.8	1783.1	1615.3	2072.4
Promedio		2242.30	1875.00	2129.53	2335.67
Desvest		189.33	91.70	447.98	242.50
		0%	5%	10%	15%
Semana 2		1852.3	1972.1	2130	2067.6
		1966	1928.4	2207.1	1613.4
		1958.7	1311.5	1791.3	2403.5
Promedio		1925.67	1737.33	2042.8	2028.17
Desvest		63.64	369.43	221.19	396.52
		0%	5%	10%	15%
Semana 3		1698.40	1771.10	1864.70	1932.10
		1561.80	1709.90	1806.00	1879.10
		1985.70	1684.20	1993.90	2446.30
Promedio		1748.63	1721.73	1888.20	2085.83
Desvest		216.37	44.64	96.13	313.30

Tabla 56. Resumen de Análisis de Varianza de hierro en galletas con harina de miel de Carao.

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
0% Carao	3	31.19	10.40	0.01
5% Carao	3	29.47	9.82	0.01
10% Carao	3	28.924	9.64	0.07
15% Carao	3	24.739	8.25	0.02

Tabla 57. Análisis de Varianza de hierro en galletas con harina de miel de Carao.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7.49193825	3	2.49731275	90.804493	1.61157E-	4.066180551
Dentro de los grupos	0.22001666	8	0.027502083	6	06	
Total	7.71195491	11				

Tabla 58. Prueba Tukey en galletas con harina de miel de Carao.

HSD=	0.43
Multiplicador=	4.53
MSe=	0.028
n=	3

	0	5	10	15
0		0.57	0.76	2.15
5			-19.46	1.58
10				1.40
15				

Figura 18. Formato análisis sensorial galletas con harina de miel de carao.



Análisis Sensorial Galletas

Instrucciones: Ante usted se encuentran 4 muestras de galletas. Favor encerrar con un círculo la calificación otorgada para cada descriptor. La escala a utilizar es:

- 1 Me disgusta mucho
- 2 No me gusta
- 3 No me gusta ni me disgusta
- 4 Me gusta poco
- 5 Me gusta mucho

Debe tomar agua y masticar galleta entre cada muestra para limpiar el paladar.

Muestra 549

Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Aroma	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5

Muestra 375

Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Aroma	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5

Muestra 821

Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Aroma	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5

Muestra 159

Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Aroma	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5

¿Cuál muestra prefiere? 549 375 821 159

Observaciones:
