



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTA:
SHARON ESTEFANY ESCAMILLA BALAN**

**ASESOR:
DELFINA MARGARITA CHAN UC**

**TÍTULO:
“APROVECHAMIENTO DE SEMILLAS DE RAMÓN (*BROSIMUM
ALICASTRUM SWARTZ*) Y MACAL (*XANTHOSOMA SAGITTIFOLIUM*)
PARA LA ELABORACIÓN DE GRANOLA CON POTENCIAL
FUNCIONAL”**

ENERO 2023





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTA:
SHARON ESTEFANY ESCAMILLA BALAN**

**ASESOR:
DELFINA MARGARITA CHAN UC**

**TÍTULO:
“APROVECHAMIENTO DE SEMILLAS DE RAMÓN (*BROSIMUM
ALICASTRUM SWARTZ*) Y MACAL (*XANTHOSOMA SAGITTIFOLIUM*)
PARA LA ELABORACIÓN DE GRANOLA CON POTENCIAL
FUNCIONAL”**

ENERO 2023





Chiná, Campeche, 26/enero/2023
OFICIO No. DIR/072/2023

ASUNTO: Aprobación

**C. SHARON ESTEFANY ESCAMILLA BALAN
PRESENTE**

El que suscribe, manifiesta que el Dictamen emitido por el Comité de Revisión que integra el sínodo de la Titulación Integral por Tesis denominada **“Aprovechamiento de semillas de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) y macal (*Xanthosoma sagittifolium*) para la elaboración de granola con potencial funcional”**, es aprobado como requisito parcial para obtener el Título de Ingeniera en Industrias Alimentarias.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

**Excelencia en Educación Tecnológica
Aprender Produciendo**

**MARCO GABRIEL ROSADO ÁVILA
DIRECTOR**



C.c.p. Ricardo Antonio Chiquini Medina.-Subdirector Académico
Minutario

MGRA/RACM/IIRG



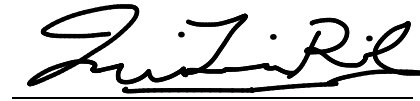
COMITÉ REVISOR

Este trabajo fue revisado y aprobado por este comité y presentado por la C. Sharon Estefany Escamilla Balan, como requisito parcial para obtener el título de: Ingeniera en Industrias Alimentarias, el día 26 del mes de enero del año 2023 en Chiná, Campeche.

DELFINA MARGARITA CHAN UC
Presidente

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'D + gub', written over a horizontal line.

NORMA LAURA RODRÍGUEZ ÁVILA
Secretaria

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Norma', written over a horizontal line.

HÉCTOR OCTAVIO GUERRERO TURRIZA
Vocal

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Héctor', written over a horizontal line.

KARINA VERDEL ARANDA
Vocal Suplente

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Karina', written over a horizontal line.

AGRADECIMIENTOS Y/O DEDICATORIA.

Es un honor para mí dirigir mis agradecimientos, primeramente, a Dios, por su inmenso amor, misericordia, por permitirme llegar hasta aquí y por haber intercedido a lo largo de toda mi Tesis. Todo lo que he logrado es gracias a él. Porque de él, y por él, y para él, son todas las cosas. A él sea la gloria por los siglos. Amén. Romanos 11:36

Agradezco también a mis padres que estuvieron apoyándome durante todo este proceso, a mi madre Neifi del R. Balan Chan por siempre reconocer que soy capaz de hacer todo lo que me proponga, a mi padre, Juan Gilberto Escamilla González por ser un padre amoroso, comprensivo y motivador, que siempre estuvo creyendo en que podría llegar hasta este grado académico, estoy inmensamente agradecida con Dios por prestarle vida a mis padres para poder verme cumplir esta meta que para mí es tan importante y estoy tan agradecida con ellos ya que con mucho esfuerzo y arduo trabajo me dieron la oportunidad de poder cursar una licenciatura. Agradezco también a mis abuelos, que me brindaron tanto apoyo y siempre estuvieron aconsejándome y me impulsaron a no rendirme en el camino, siempre estuvieron ahí recordándome lo importante que es no conformarse y cada día exigirse más para ser mejor.

Agradezco también a la M. en C. Delfina Margarita Chan Uc por ser de gran apoyo a lo largo de todo mi proyecto de Tesis, por aportar de sus conocimientos para mi formación profesional, por siempre tener paciencia y por contagiarme de su positividad cada día, sin duda ha sido una persona que tuvo impacto en mi desarrollo académico, le agradezco por ser un gran docente y gran persona.

Agradezco también a mis amigos que hicieron esta etapa un poco menos estresante y por regalarme momentos en los que pudimos olvidar un momento todos los problemas que rodeaban nuestra corta etapa académica.

Esta tesis está dedicada en primer lugar a Dios, aquel en quien he creído toda mi vida ya que con certeza puedo decir que, si no lo hubiera tenido presente, no hubiera podido llegar hasta aquí. También dedico esta tesis con mucho cariño y amor a mis padres, abuelos y a mis dos hermanas, me siento tan bendecida de tenerlos en mi vida, sin su apoyo me hubiera rendido fácilmente.

RESUMEN.

El árbol de ramón (*Brosium alicastrum* Swartz) es muy conocido en la Península de Yucatán, las hojas son usadas principalmente para alimento pecuario, sin embargo, sus semillas contienen el aminoácido esencial triptófano siendo una alternativa para la transformación de productos alimenticios con potencial funcional como la granola. Por lo antes mencionado, se desarrolló, caracterizó y estandarizó el proceso de elaboración de la granola a base de semillas de ramón y raíz de macal (*Xanthosoma sagittifolium*). Se realizaron tres formulaciones T1 (400-30-40), T2 (300-45-45) y T3 (200-40-50). Para la caracterización del producto final se realizaron los análisis proximales (humedad, cenizas, grasa y proteína), análisis microbiológicos (coliformes totales y mesófilos aerobios) y los análisis sensoriales (grado de preferencia). Los resultados obtenidos para los análisis proximales fueron para el contenido de humedad T1 (3.3%), T2 (5.4 %) y T3 (6.9 %), para el contenido de cenizas se obtuvieron T1 (2.2 %), T2 (2.3 %) y T3 (2.3 %), los contenidos de grasa fueron de T1 (1.42%), T2 (1.52%) y los contenidos de proteínas fueron T1 (11.67%), T2 (11.56%). Los resultados obtenidos para los análisis sensoriales de acuerdo con la prueba de la Chi cuadrada detectó una preferencia significativa entre la formulación 2 y 3, siendo la formulación T2 la de mayor preferencia. Los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos en la T2 fueron para mesófilos aerobios (46 UFC/g) y en coliformes totales (23 UFC/g), cumpliendo con los criterios establecidos por la NOM-247-SSA1-2008. Los resultados fueron muy similares a las granolas comerciales, por lo que la granola elaborada con la formulación (T2) cuenta con las características que dicta la Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008.

Palabras clave: alimento funcional, nutrimentos, propiedades

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS Y/O DEDICATORIA.....	1
RESUMEN.	2
1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS.....	8
2.1 Objetivo general:	8
2.2 Objetivo específico:.....	8
3. REVISION DE LITERATURA	9
3.1 Semilla de Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz).....	9
3.2. Nombres comunes del Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz)	9
3.3. Cultura de la semilla de Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz)	10
3.4. Producción.....	10
3.5. Información nutrimental de la semilla de Ramón (<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz).....	10
3.6 Macal (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>).....	11
3.7. Propiedades del Macal (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>)	11
3.8. Valor nutrimental del Macal (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>).....	12
3.9. Cultivo	13
3.10. Hábitat.....	14
3.11. Usos y distribución del Macal (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>)	14
3.12. Alimentos funcionales.....	14
3.13. Granola	15
3.14. Componentes de la granola	17
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4.1. Recolección y almacenamiento de la semilla de ramón	19
4.2. Selección, lavado y desinfección de la materia prima.....	19
4.3 Corte y deshidratado de las semillas de ramón (<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz)	20
4.4. Obtención del tubérculo macal (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>)	20
4.5. Selección, lavado y desinfección de la materia prima.....	20
4.6. Corte y secado del macal (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>)	20
4.7. Compra de materias primas	21
4.8. Formulación y estandarización del proceso de elaboración de la granola	21
4.9 Formulaciones.....	21
4.10. Equipos y materiales	22
4.11. Procedimiento	23

4.12. Análisis proximales	23
4.12.1. Determinación de humedad	23
4.12.2 Determinación de cenizas	24
4.12.3. Determinación de grasas.....	25
4.12.4. Determinación de proteínas	25
4.13. Análisis microbiológicos	26
4.13.1. Técnica de dilución y siembra en placa para mesófilos aerobios. Pascual y Calderón, (2000)	26
4.13.2. Método para coliformes totales	27
4.14. Análisis sensorial.....	28
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
5.1 Estandarización de la formulación y proceso de la granola.....	28
5.2 Caracterización de la granola mediante análisis proximales	30
5.2.1 Resultados determinación de humedad	30
5.2.2 Determinación de cenizas	31
5.2.3. Resultados determinación de proteínas.....	32
5.3 Caracterización de la granola mediante análisis microbiológicos.....	32
5.3.1 Resultados Mesófilos aerobios y Coliformes totales	32
5.4. Caracterización de la granola mediante el análisis sensorial	33
8. BIBLIOGRAFIA.....	36
9. ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Nombre que recibe Brosimum alicastrum en diferentes regiones.....	10
Cuadro 2. Contenido nutrimental de semilla de B. alicastrum Sw. de diferentes lugares	11
Cuadro 3. Comparación del contenido alimenticio del macal con tubérculos convencionales (100g de porción comestible, base fresca).	13
Cuadro 4. resultados de determinación de humedad	31
Cuadro 5. resultados de determinación de cenizas	32
Cuadro 6. Resultados Determinación de proteínas	32
Cuadro 7. Recuento de mesófilos aerobios y coliformes totales	33
Cuadro 8. Resultados Análisis sensorial (Chi cuadrada)	33
Anexo 9. Tipos de cortes obtenidos a partir de semilla de ramón	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Humedad en diferentes marcas de granola.....	15
Figura 2. Cenizas totales en diferentes marcas de granola.....	16
Figura 3.grasa cruda en diferentes marcas de granola	16
Figura 4. proteína cruda en diferentes marcas de granola	17
Figura 5. Valores observados y esperados	34
Formato 1. Encuestas análisis sensorial.....	40

1. INTRODUCCIÓN

La National Academy of Science (1975), menciona que el ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) es nativo del sur de México y también de gran parte de América central, pero también se puede encontrar en Cuba y al oeste de Jamaica. Este árbol se adapta a diferentes tipos de suelos durante la época de lluvia y aunque se podría decir que el suelo ideal para su establecimiento es el húmedo, también pueden crecer en los suelos secos como los de Yucatán.

Durante muchos años y hasta fechas recientes en México, la semilla de ramón ha sido un buen sustituto del maíz., los indígenas del estado de Chiapas lo han usado cuando han tenido malas cosechas del maíz para la elaboración de panes, tortillas y las hojas como alimento para su ganado. Actualmente se ha estudiado mucho más el ramón y sus propiedades gracias a sus grandes beneficios para la salud que se han reportado (Ayala, 2000). Dato importante, ya que el problema fundamental en México es el poco consumo de alimentos saludables, que aporten los nutrimentos necesarios para combatir el déficit de alimentos que contrae múltiples problemas en la población. Reportes nutrimentales de acuerdo con la UNICEF (2021), señala que en México 1 de cada 10 niños padecen desnutrición, mientras que uno de cada 3 tiene sobrepeso u obesidad, estos datos indican que el problema no solo es la falta de alimento, si no la calidad de estos. Un déficit del aminoácido esencial triptófano en los alimentos de consumo humano, son una fuente de riesgos, ya que es el encargado de producir serotonina y niacina dando como resultado problemas de depresión, estrés, liberación de hormonas, efectos neurológicos, sistema nervioso e inmunológico. El constante avance e información en el área de las ciencias alimentarias proponen la semilla de ramón como una fuente importante de triptófano, por lo que puede utilizarse como suplemento en la elaboración de productos alimenticios como la granola.

La granola es un producto nutritivo consumido por la mayoría de las personas como un complemento en sus colaciones, dieta o desayunos, muy rica en vitaminas, minerales y proteínas, siendo un alimento completo y con buen sabor. Está conformada con una base de hojuelas de avena y frutos secos al gusto como nueces, almendras, maníes etc. La granola propuesta en este trabajo presenta ingredientes poco convencionales en su formulación, utilizando la semilla del árbol ramón, con potencial funcional. También se pretende utilizar el macal (*Xanthosoma sagittifolium*), un tubérculo muy poco aprovechado, con grandes beneficios

nutricionales; de color marrón y pulpa blanca que al ser parte de esta granola aporta diversos beneficios, como mayor contenido de fibra. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue caracterizar y estandarizar el proceso de elaboración de granola a base de semillas de ramón (*Brosimum alicastrum* swartz) y macal (*Xanthosoma sagittifolium*), con potencial funcional.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

- Desarrollar, caracterizar y estandarizar el proceso de elaboración de granola a base de semillas (*Brosimum alicastrum* Swartz) y macal (*Xanthosoma sagittifolium*) con potencial funcional.

2.2 Objetivo específico:

- Estandarizar la formulación y el proceso de elaboración de granola a base de semillas de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) y macal (*Xanthosoma sagittifolium*).
- Caracterizar los productos mediante el análisis proximal (Humedad, proteínas, cenizas).
- Caracterizar los productos mediante los análisis microbiológicos (Coliformes totales y mesófilos aerobios).
- Caracterizar los productos mediante el análisis sensorial (grado de aceptación).

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 Semilla de Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz)

La National Academy of Sciences (1975), menciona que el ramón es nativo del Sur de México y también de gran parte de América central, pero también se puede encontrar en Cuba y al oeste de Jamaica. Este árbol se adapta a diferentes tipos de suelos durante la época de lluvia y aunque se podría decir que el suelo ideal es el húmedo, en los suelos secos como los de Yucatán es el principal alimento para los ganados sin problema alguno.

De acuerdo con Narváez (2016), en su investigación algunas de las propiedades que pudo corroborar del árbol y semilla de ramón, es que tiene cantidades considerables de minerales como zinc, calcio, potasio, magnesio y vitaminas como ácido fólico. Mediante sus investigaciones, se da a conocer que esta semilla es una buena opción de alimentación funcional para las personas, por el contenido del aminoácido esencial triptófano. En la Península de Yucatán también es conocido por los remedios caseros que se pueden elaborar con las diferentes partes de la planta como la semilla, hoja y fruto. Algunos ejemplos son sus aplicaciones como medicina tradicional en tratamiento de enfermedades respiratorias como el asma. También es utilizado en los problemas ginecológicos como la infertilidad, para regular la menstruación y para la lactancia, para lo cual, se prepara una infusión de la corteza del árbol administrándolo vía oral.

3.2. Nombres comunes del Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz)

Brosimum alicastrum es conocido con diferentes nombres en cada Estado y en diferentes países, tiene más de 50 nombres de lenguas indígenas de México, pero el nombre más común utilizado en español es el "ramón", uno de los ejemplos de los nombres del ramón se muestra en el cuadro 1.

Región	Nombre
Campeche y Yucatán	Ramón
Tabasco	Ox
Tamaulipas, Veracruz y Puebla	Ojite
Michoacán, Sinaloa y Nayarit	Capomo
Durango	A-agl
Colima	Moj

Cuadro 1. Nombre que recibe *Brosimum alicastrum* en diferentes regiones

Fuente: (Zamora, Aguirre, & Martínez , 1975)

3.3. Cultura de la semilla de Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz)

La cultura del uso del ramón para la alimentación humana proviene de los mayas y otras culturas de Mesoamérica desde tiempos prehispánicos hasta nuestros días según la (National Academy of Science, 1975). *Brosimum alicastrum* es considerado uno de los árboles tropicales de los cuales se pueden utilizar todas sus partes ya que todo el árbol tiene propiedades y beneficios. Las semillas y hojas son usadas para alimentos funcionales y la corteza se usa para infusiones en medicina tradicional (CONABIO, 2009).

Ayala (2000) menciona que durante muchos años y hasta fechas recientes, en México, la semilla de ramón ha sido un buen sustituto del maíz, los indígenas del estado de Chiapas lo han usado cuando han tenido malas cosechas de maíz y se han elaborado panes o tortillas y las hojas son utilizadas como forraje.

3.4. Producción

Una de las cualidades del árbol ramón es su bioproductividad, árboles de más de 25 años pueden producir 95.5kg de semilla/año (peso fresco) y 163.4kg/ha/año de follaje. Una plantación comercial de hasta 250 árboles/ha producen entre 20 ton/ha/año de semilla y 48.9/ton/año de follaje (Larqué-Saavedra, 2014)

3.5. Información nutrimental de la semilla de Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz)

Es importante mencionar que la semilla de Ramón está definida como un producto orgánico y que el contenido nutrimental de algún producto elaborado con semillas de ramón varía dependiendo del lugar donde creció el árbol.

En el cuadro 2 se muestra el contenido nutricional de la semilla de ramón en diferentes lugares.

Lugar	referencia	Calorías (kcal)	Aporte nutrimental Calorías (kcal)	Aporte nutrimental Humedad (g)	Aporte nutrimental Proteína (g)	Aporte nutrimental Grasa (g)	Aporte nutrimental Ceniza (g)	Aporte nutrimental Carbohidratos (g)	Aporte nutrimental Fibra Dietaria (g)
Yucatán	(Cravioto, 1952)*	-	-		14.4	0.9	3.4	81.3	-
Yucatán	(INCAP-ICNND, 1961)	363	363	6.1	12.2	1.7	4.7	81.5	-
Yucatán	(Larqué-Saavedra, 2014)	312	312	13.3	13.0	1.3	3.9	81.8	15.0
Veracruz	(INPI, 1976)	-	-	12.2	10.2	2.0	4.7	81.5	-
Honduras	(Zamorano, 2009)**	281	281	7.7	8.8	1.4	4.0	85.9	21.7
Guatemala	(Arévalo & Bressani, 2013)	-	-	8.3	11.5	0.8	4.1	83.7	14.0
Guatemala	(Carter, 2015)	-	-	9.7	10.4	0.7	3.8	85.1	13.0
Nicaragua	(Carter, 2015)	-	-	11.8	11.7	0.6	4.1	83.6	16.3

Cuadro 2. Contenido nutrimental de semilla de *B. alicastrum* Sw. de diferentes lugares (Sáyago Ayerdi & Álvarez Parrilla, 2018)

3.6 Macal (*Xanthosoma sagittifolium*)

El macal también puede ser conocido como malanga cuyo nombre científico es *Xanthosoma sagittifolium*, tiene origen asiático y es característico por tener un parecido muy grande a la yuca. Este es un tubérculo muy popular en América latina por sus tantas propiedades. Este es considerado como un alimento integral, y por lo general crece en zonas tropicales como el sur de México, Tabasco y también en Veracruz (Decle, 2017).

3.7. Propiedades del Macal (*Xanthosoma sagittifolium*)

Algunas de las propiedades que el macal presenta es su fuente importante de vitaminas y minerales tales como la tiamina, riboflavina, fósforo, hierro, vitamina C y B6, niacina, cobre, potasio y magnesio. Por su alto contenido en fibra dietética y almidón, el macal es considerado un producto de gran gusto en Centroamérica, la Unión Europea y en Estados Unidos (Ulloa, 2013).

El macal también ayuda con el tránsito intestinal previniendo el estreñimiento y acelerando la digestión y elimina el flujo gastroesofágico. Por otro lado, el consumo del macal actúa de manera eficaz contra los problemas del colesterol y la hipertensión ya que es un tubérculo bajo en grasas y no contiene colesterol, por lo tanto, nos ayuda a disminuir los niveles altos que puede haber en el organismo y

así, cuidamos el sistema cardiovascular controlando la presión arterial. Hay distintas maneras de consumir el macal, bien puede ser de manera hervida en sopas y caldos, puede ser hervida acompañada de carne o en frituras secadas en un deshidratador. Algo de suma importancia es que no debe comerse crudo bajo ninguna circunstancia ya que puede tener consecuencias toxicas a la salud (ActitudSaludable, 2018).

3.8. Valor nutrimental del Macal (*Xanthosoma sagittifolium*)

El macal es considerado como un producto de alto valor nutricional y esto debido a la preferencia de consumo de personas en España. Para las personas que cuidan su salud y cuidan mucho su ingesta de grasa diaria, el macal es excelente para una dieta cotidiana ya que una ración de la raíz de macal contiene solamente un gramo de grasa y como ya se ha mencionado antes, el macal tiene muchos nutrientes benéficos tales como la fibra dietética. La fibra dietética es importante para el ser humano por dos razones, la primera es que ayuda a disminuir el colesterol y la segunda es que ayuda a acelerar el sistema digestivo. Consumir una ración de macal es consumir siete gramos de fibra dietética y esta cantidad es el 27% de la cantidad diaria recomendada de esta fibra (Ulloa, 2013). Una buena recomendación para las personas que se preocupan por el sodio y el colesterol alto es añadir a su dieta el consumo del macal. Una ración de macal contiene 0 miligramos de colesterol y así mismo, una ración de macal contiene tan solo 20 miligramos de sodio que equivale al 1% de del valor diario que se debe consumir. El consumo recurrente del macal puede prevenir problemas cardiacos y evitar el riesgo de presión sanguínea alta y esto es debido a la falta de colesterol y sodio en el macal. Si hablamos un poco mas acerca de las vitaminas que se encuentran en el macal podríamos decir que la vitamina C es un antioxidante de suma importancia para el nuestro organismo. No podemos decir que el macal combate la gripa o el catarro, pero si podemos decir, que esta vitamina ayuda en gran manera a mantener sano el sistema inmunológico para su función adecuada. Si se consume una taza de macal es estar consumiendo el 19% de la cantidad de vitamina E y un 22% de vitamina B6 que se debe consumir diariamente.

Cuando hablamos de los minerales que ofrece el macal, hablamos que tiene mucho que ofrecer en lo que a minerales respecta, si se consume una ración de macal

esta contiene el 10% del valor diario que se debe consumir de magnesio. Con una ración de macal también se está consumiendo un 13% de fósforo, un 18% de potasio y un 30% de manganeso (Ulloa, 2013).

Con todo lo antes mencionado podemos decir que consumir macal es una buena alternativa para llevar una dieta saludable que permita evitar la grasa y mantener una buena salud y debido a sus tantas formas de consumo puede ser de gran ayuda práctica en su preparación.

En el cuadro 3 podemos ver una comparación del macal con tubérculos convencionales.

Cuadro 3. Comparación del contenido alimenticio del macal con tubérculos convencionales (100g de porción comestible, base fresca).

ALIMENTO	KCAL	PROTEÍNA (G)	CA. (G)
Malanga	8.5	2.5	19.10
Camote	103	1.0	14.00
Papa	76	1.6	17.50
Yuca	121	1.0	28.20

Fuente: Colegio de Postgraduados, Universidad de Veracruz, México

3.9. Cultivo

El macal blanco es aquel que se adapta a cualquier suelo, ya sean suelos secos o suelos muy húmedos. Los agricultores expertos recomiendan iniciar el cultivo de este tubérculo en el mes de marzo para poder cosechar sus frutos en el mes de julio (esto se hace extrayendo la raíz del suelo) pero también existen muchos métodos probados por agricultores para poder sembrar y cosechar en cualquier mes del año. La cosecha puede tardar en un tiempo de entre ocho y diez meses, pero esto depende de las condiciones del suelo en donde sea sembrado el macal y también los cuidados que se le den. Si bien, es atractivo para los agricultores sembrar en suelos húmedos para su rápida cosecha, el macal se adapta a cualquier suelo (Ulloa-Ramones, 2013). Del tallo principal nacen varias hojas grandes, sagitadas, erectas con largos peciolo acanalados, las hojas alcanzan hasta los 1,3 m de largo, generalmente triangulares, con 3 nervios principales, el haz verde brillante y en el envés verde claro (Marcano, 2022)

3.10. Hábitat

Este tubérculo crece en la selva tropical en elevaciones de 0 a 1900 msnm. La temperatura ideal para su crecimiento debe ser de 25°C, requiere de un clima cálido con buena iluminación solar y es de importancia saber que esta planta no tolera las bajas temperaturas y es recomendable cultivarlo a 1.000 metros sobre el nivel del mar (Ulloa, 2013).

3.11. Usos y distribución del Macal (*Xanthosoma sagittifolium*)

Xanthosoma sagittifolium es utilizado para la elaboración de frituras, para complementos de sopas y caldos, para preparar purés, bebidas, dulces, panes, galletas en estas usando la harina de macal. El género del macal es de origen mexicano hasta Brasil y es considerado como una planta antigua en el mundo más cultivada pero actualmente su cultivo central está en la zona del caribe. En México es distribuida en los estados de Tabasco, Chiapas, Veracruz y la Península de Yucatán (Chízmar, 2009).

3.12. Alimentos funcionales

De acuerdo con la revista salud pública y nutrición RESPYN (Alvridrez, Gonzalez, & Jimenez, 2002) el término alimento funcional fue usado por primera vez en Japón en la década de los 80's con una publicación reglamentaria para dichos "alimentos para uso específico de la salud" ("Foods for specified health use" o FOSHU) y esta es referida para aquellos alimentos que contienen ingredientes que desarrollan una función específica en el organismo humano más allá de lo que contienen nutricionalmente. Cada alimento considerado como funcional pueden ser fácilmente reconocido debido a que llevan un sello que da como significado el estar aprobado por el ministerio de salud y seguridad japonés. La problemática en nuestra sociedad respecto a las enfermedades causadas por una mala alimentación ha aumentado con el paso de los años, expertos de la salud exhortan a la población a dejar de consumir alimentos ultra procesados y optar por alternativas más saludables como lo son los alimentos funcionales, lamentablemente la cultura de la alimentación cotidiana es de consumir comida rápida.

3.13. Granola

En la figura 1 se observan los porcentajes de humedad en diferentes marcas de granola comerciales. Hay una similitud en los porcentajes de humedad entre la granola de marca fruit & Nut (5.81%) y la granola de marca Nutrisa (5.66%) y de igual manera, hay una similitud en porcentaje de humedad entre la granola de la marca Frutinola Gourmet, la granola de la marca Alhelí y la granola de marca Gourmet Granvita (2.55%). Mientras que la marca Quaker presenta humedad cercana a 5%.

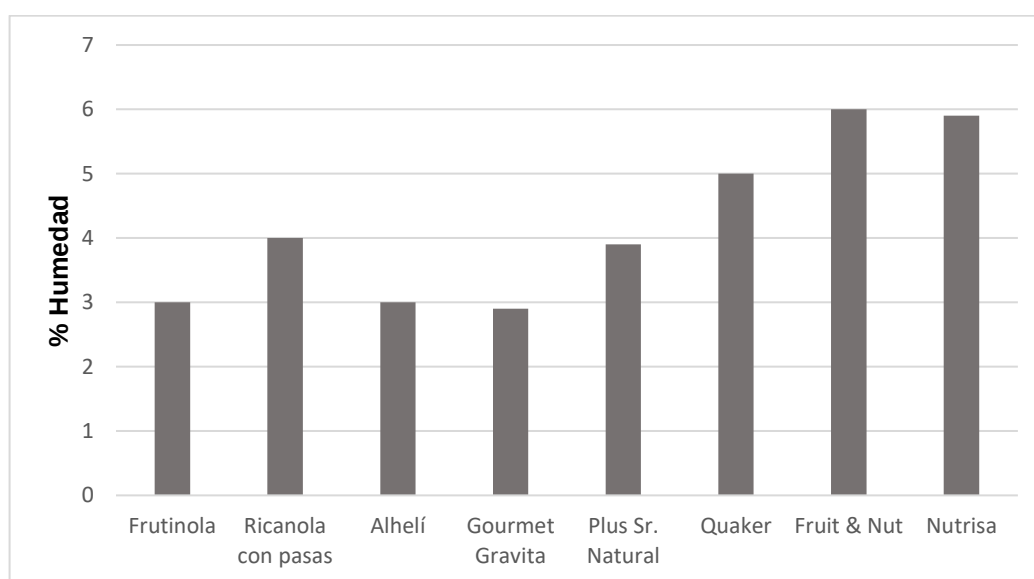


Figura 1. Humedad en diferentes marcas de granola

Fuente: (García Vasquez, 2001)

En la figura 2 se pueden observar los porcentajes de cenizas totales de diferentes marcas de granola comerciales. Todas las granolas analizadas por (García Vasquez, 2001) tienen porcentaje de cenizas de 1.52, 1.48, 1.64%, siendo la de mayor contenido el de marca Plus Sr. Natural con 1.82%.

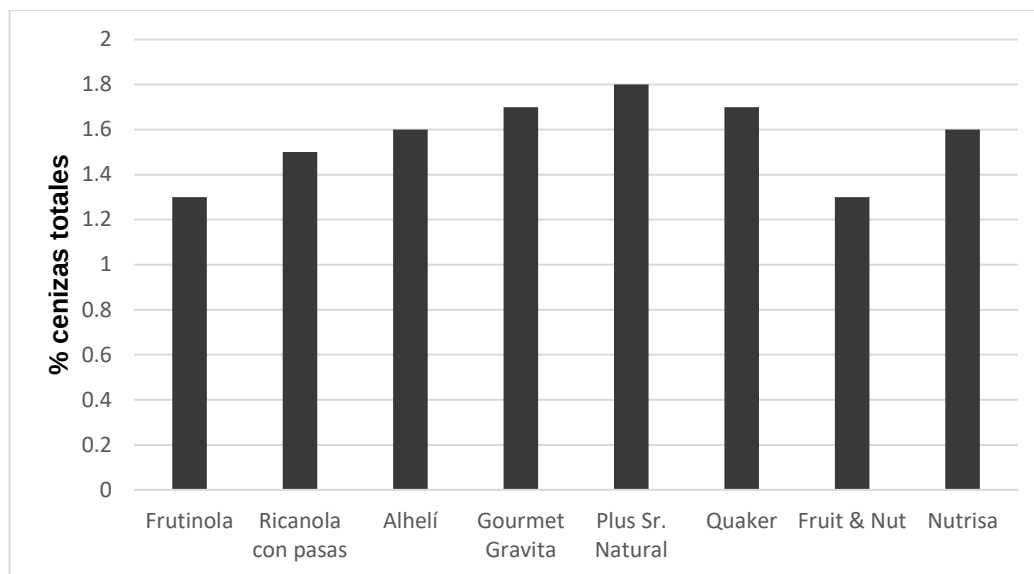


Figura 2. Cenizas totales en diferentes marcas de granola

Fuente: (García Vasquez, 2001)

En la figura 3 se pueden observar los porcentajes de grasa cruda en diferentes marcas de granola comerciales. Hay una variación en cuanto a los porcentajes obtenidos siendo el de mayor porcentaje el de la marca Alhelí (21.74%) y el de menor porcentaje el de Gourmet Granvita con 10.74%.

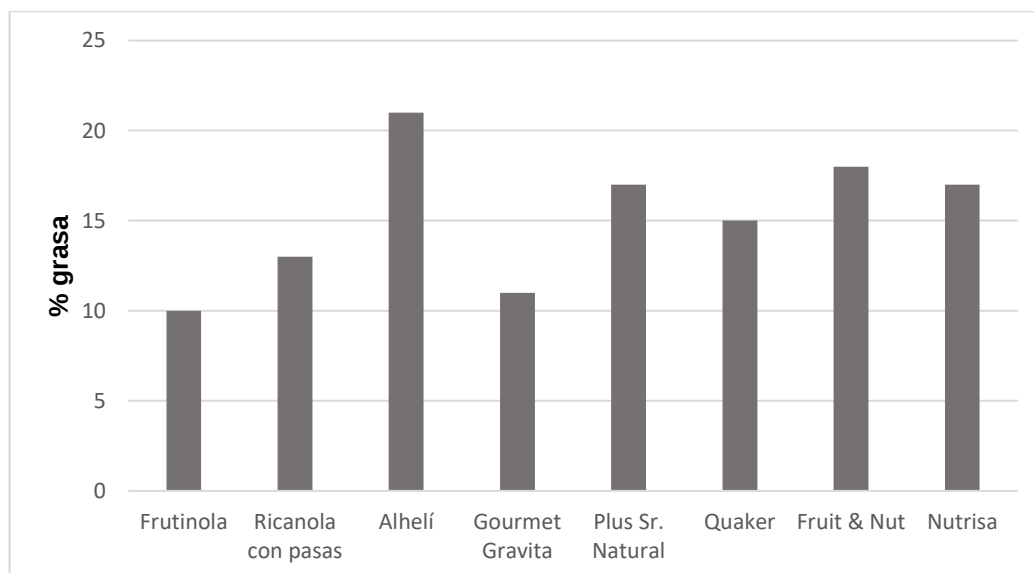


Figura 3. grasa cruda en diferentes marcas de granola

(García Vasquez, 2001)

En la figura 4 se aprecian los porcentajes de proteína en las diferentes marcas comerciales de granola, obteniendo un mayor contenido de proteína 14.33 (%) la de la marca Anhelí y la de menor contenido el de la marca Nutrisa con 7.98%.

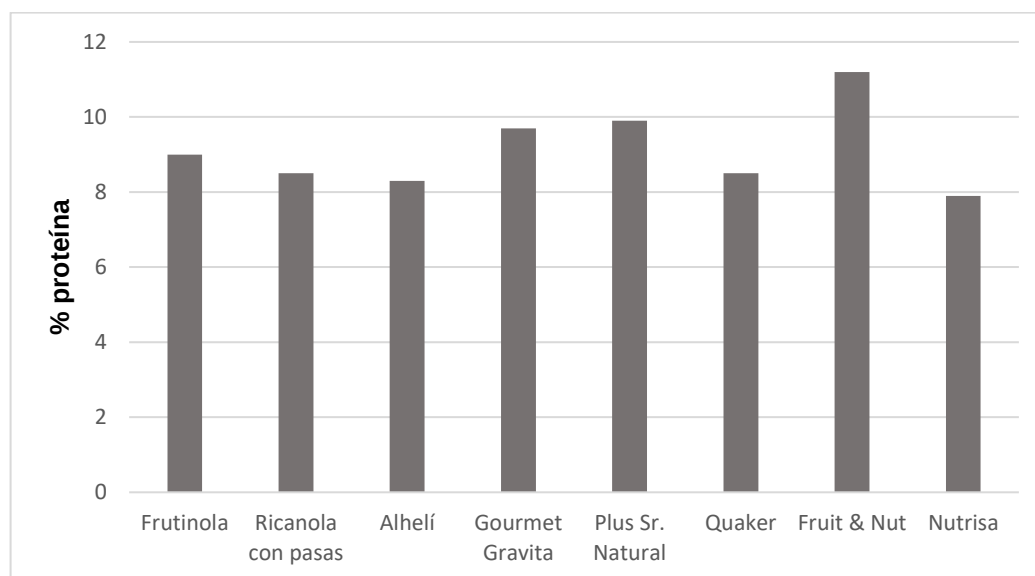


Figura 4. proteína cruda en diferentes marcas de granola

(García Vasquez, 2001)

3.14. Componentes de la granola

3.14.1 Avena

La avena es considerada un cereal con un valor energético de 361 kcal por 100 g así como también posee un alto contenido de fibra y gran fuente de proteínas. Según (Gómez, y otros, 2017) la avena es un cereal con buena fuente de componentes no nutritivos/bioactivos tales como los ácidos fenólicos, flavonoides y fitoesteroles. Hoy en día, la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) hace una muy buena recomendación de consumo de al menos 25 g/ día de fibra especialmente en adultos ya que también la avena es rica en beta glucanos los cuales son componentes de la fibra dietética y estas son resistentes en la absorción y digestión en el intestino delgado, es importante mencionar que los beta glucanos que contiene la avena en una ingesta de 3g diarios ayuda a disminuir el colesterol sérico total y por otro lado, consumir avena podría tener un efecto anticancerígeno ya que reduce compuestos agentes causantes del cáncer de colon, reduce la presión arterial y los niveles séricos de colesterol (Gómez, y otros, 2017).

3.14.2 Semilla de calabaza

Estas semillas tienen una gran cantidad de fósforo, son ricas en sustancias vegetales antioxidantes captando radicales libres de nuestro organismo siendo unas de sus principales propiedades de estas semillas. También tienen grandes beneficios para la salud su contenido de omega-3, fibras y grasas. Siendo un gran complemento para una dieta balanceada como afirma la nutricionista (Zanin T. , 2019).

3.14.3 Almendras

La almendra es la semilla del árbol almendro, tiene una amplia variedad de propiedades y es recomendada por expertos en la salud consumirla a cualquier edad siempre y cuando una persona no sea alérgica a esta. Entre sus tantas propiedades se encuentran los minerales como el hierro, calcio, magnesio, zinc, potasio, sodio, selenio, cobre y manganeso y tiene una fuente de vitaminas como E, A, B1, B2, B3, B5, B6, B9. Un beneficio que se resalta en el consumo de la almendra es que ayuda a combatir el azúcar de la sangre, es decir, combate la diabetes (Alcoceba, 2021).

3.14.4 Pasas

Estas son llamadas comúnmente uvas pasas, tienen un sabor dulce y son secas. Tienen un alto contenido de fructuosa y glucosa. El consumo de estas tiene un gran beneficio para la salud de quien lo consume pues tienen un gran contenido de ácido tartárico y fibra. Las uvas pasas son muy conocidas por evitar el estreñimiento. Otros beneficios que tiene las pasas son que cuidan la salud del corazón, previenen la anemia y favorece la salud de los huesos (Zanin T. , TuaSaúde, 2020).

3.14.5 Miel

La miel es un alimento que se usa principalmente para endulzar alimentos y también ha servido para usos medicinales. Las propiedades que tiene la miel son las siguientes: funciona como endulzante ya que se combina de manera excelente con muchos alimentos de repostería y bebidas. Es una excelente fuente de energía ya que ayuda a prevenir la fatiga y estrés mejorando el rendimiento deportivo. Tiene propiedades antisépticas que ayudan a cicatrizar una herida. Tiene capacidad

antibacteriana que y actúa como una barrera que ayuda a evitar infecciones y ayuda a que la piel se regenere (Segura, 2021).

3.14.6 Canela

Es una especia muy aromática y también es conocida por sus propiedades medicinales por tener características antiinflamatorias, antioxidante y antimicrobiana. Todos los beneficios que tiene la canela son gracias a que contiene compuestos fenólicos y aldehídos que traen un gran beneficio para la salud (Zanin T. , TuaSaúde, 2021)

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Recolección y almacenamiento de la semilla de ramón

El fruto y semilla del ramón fue a través de su compra y recolección en comunidades aledañas y en la ciudad de Campeche. Para la recolección se utilizó un gancho de metal para sacudir las ramas y lograr el desprendimiento de los frutos con ayuda de un mango telescópico para el sostén, se colocaron lonas o plásticos estratégicamente distribuidos debajo del árbol para capturar los frutos y así evitar la dispersión en el terreno para posteriormente recogerlos, las lonas también sirven para los frutos que por su madurez caen por sí solos. La observación es que únicamente se cosecharon los frutos de la parte baja y media de los árboles. Los frutos embolsados en sacos de rafia se procedieron a trasladarlos al Taller de Frutas y Hortalizas del Instituto Tecnológico de Chiná.

Para el almacenamiento temporal de las semillas de esta especie se acondicionó un lugar limpio, fresco, a la sombra y ventilado, de preferencia sacarlos al sol durante al menos tres días. Para el envasado las semillas se pueden emplearon costales que permiten el paso del aire entre las semillas para evitar que se eleve la temperatura y se acelere el proceso de descomposición.

4.2. Selección, lavado y desinfección de la materia prima

Se hizo una limpieza de los frutos y semillas, seleccionando y desechando las semillas que pudieran estar contaminadas, se les retiró el pericarpio y se dejaron en

remojo en una solución de hipoclorito de sodio (100-50ppm) 6.25 por 4 L de agua durante dos minutos, posteriormente, con ayuda de un colador, se escurrieron y se colocaron a una bandeja donde se dejaron secar al sol por un lapso de 60 minutos.

4.3 Corte y deshidratado de las semillas de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz)

El corte empleado previo a la deshidratación de la semilla fue el fileteado, ya que ese es el corte que tienen muchas de las semillas empleadas en una granola. Una vez realizado el corte, se deshidrataron las semillas para que tuvieran la humedad y textura adecuada a las semillas evitando su contaminación. El tiempo empleado para la deshidratación fue de 48hrs a 60° centígrados en un horno de convección (Echoshel).

4.4. Obtención del tubérculo macal (*Xanthosoma sagittifolium*)

La obtención de las raíces del macal fueron de la comunidad el Naranjo del municipio de Candelaria, Campeche. Éstos fueron colocados en pequeños costales para luego ser trasladados al Taller de Frutas y Hortalizas del Instituto Tecnológico de Chiná.

4.5. Selección, lavado y desinfección de la materia prima

Los tubérculos de macal se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio (100-50ppm) 6.25 ml en 4 L de agua durante dos minutos, limpiando el peridermo con un cepillo y volviéndolas a enjuagar con dicha solución

4.6. Corte y secado del macal (*Xanthosoma sagittifolium*)

Una vez desinfectada la raíz del macal, se le retiró toda la corteza café con ayuda de peladores, tratando de no quitar la pulpa.

La pulpa del macal fue rallada para obtener un secado más uniforme. Toda la pulpa se colocó en una charola previamente cubierta con papel aluminio y se extendió toda la rayadura del macal. El secado se llevó a cabo en un horno de convección (Ecoshel), durante 3 horas a una temperatura de 60°C.

4.7. Compra de materias primas

Las almendras, las uvas pasas, la avena, la canela y la esencia de vainilla fueron compradas directamente de un supermercado. La miel fue obtenida de la comunidad de Nilchí, un pueblo aledaño de la ciudad de Campeche, con los apicultores de ese lugar

4.8. Formulación y estandarización del proceso de elaboración de la granola

Se propusieron 3 formulaciones para la estandarización del proceso de la elaboración de la granola, se utilizaron diferentes cantidades de miel, así como la cantidad de la semilla de ramón y macal.

Variación de la cantidad de miel

Formulación 1: 40ml de miel para 400g de granola, 30gr de semilla de ramón y 30gr de ralladura de macal (T1)

Formulación 2: 45ml de miel para 300g de granola, 45gr de semilla de ramón y 35 de semilla de macal (T2)

Formulación: 50ml de miel para 200g de granola, 40gr de semilla de ramón y 45 de semilla de macal (T3)

4.9 Formulaciones

Formulación de granola 1

400 gr de avena en hojuelas

30 gr de macal

30 gr de semillas de ramón

30 gr de almendras

30 gr semillas de calabaza

30 gr de uvas pasas

1 gr de canela molida

10 ml de esencia de vainilla

40 ml de miel de abeja

1 gr de sal

Formulación de granola 2

300 gr de avena en hojuelas

35 gr de maca

45 gr de semillas de ramón

25 gr de almendras

25 gr semillas de calabaza

30 gr de uvas pasas

1 gr de canela molida

12 ml de esencia de vainilla

45 ml de miel de abeja

1 gr de sal

Formulación de granola 3

200 gr de avena en hojuelas

45 gr de maca

40 gr de semillas de ramón

30 gr de almendras

30 gr semillas de calabaza

30 gr de uvas pasas

1 gr de canela molida

15 ml de esencia de vainilla

50 ml de miel de abeja

1 gr de sal

4.10. Equipos y materiales

Estufa industrial (SANSON)

Horno de convección (ECOSHEL)

Tabla para cortar

Tapetes de silicona

Olla de acero inoxidable

Cuchara de madera

4.11. Procedimiento

1. Se verificó el tipo de corte de las semillas, las almendras y las semillas de ramón en corte de láminas. Las semillas de calabaza se quedaron enteras (sin la cáscara). El macal se cortó en rebanadas delgadas para deshidratar y la avena y las pasas se quedaron enteras.
2. Se prepararon las formulaciones de miel dependiendo de la cantidad de granola que se requirió. A esta preparación se le adicionó esencia de vainilla, miel y sal.
3. Se calentó 1 cucharada de aceite de oliva en una sartén antiadherente hasta que la avena obtuvo un color café que nos indica que ya está lista. Seguido de esto se agregaron las almendras, las semillas de calabaza y las semillas de ramón. Esto se dejó cocinar durante 8 minutos sin dejar de mover.
4. Cuando hayan transcurrido 5 minutos se agregó la canea molida.
5. Después de ese tiempo se agregó el macal y se siguió cocinando por 5 minutos sin dejar de mover.
6. Posterior a ese tiempo se agregó la solución de miel y se siguió cocinando durante 8 minutos.
7. Cuando toda la granola se estuvo totalmente cubierta de miel, se agregaron las pasas y se apagó el fuego.
8. Se extendió la granola en una charola con tapetes antiadherentes y se dejó reposar por 10 minutos,
9. Después de ese tiempo, con las manos limpias o con guantes para alimentos, se separó la granola.
10. La granola se empacó en bolsas Kraft con sellado fácil.

4.12. Análisis proximales

4.12.1. Determinación de humedad

La determinación de humedad se realizó de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico.

Se prepararon los crisoles para ponerlos a peso constante en la estufa de secado a una temperatura de 200°C por 1 hora.

Transcurridas las horas de peso constante de los crisoles, se sacan de la estufa y se pasan al desecador para dejar enfriar por 20 minutos.

Las muestras de las pruebas de humedad de la granola se trituraron hasta tener un polvo, del cual se pesaron 3 gr de muestra correspondiente, se colocaron en los crisoles y se secaron en la estufa (Ecoshel) por 4 horas a una temperatura de 110°C. Esta prueba se hizo por triplicado.

Usando la fórmula para obtener resultados:

$$\% \text{humedad} = \frac{Cm - Cms}{Pm} \times 100$$

Donde:

Cm: peso del crisol con muestra

Cms: peso del crisol con muestra seca

Pm: peso de la muestra

4.12.2 Determinación de cenizas

Las cenizas se determinaron mediante a la técnica AOAC 923.03. por triplicado.

2gr de la muestra seca finamente molida y homogenizada, se colocaron en el crisol con la muestra en una parrilla y se calcinó lentamente para evitar proyecciones, hasta que no hubo desprendimiento de humos. Se completó la calcinación en una mufla controlada a 550°-600°C durante 1 hora. Se comprobó que las cenizas sean de color blanco. Se enfrió en un desecador y se pesó, utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{P1 - P2}{PM} \times 100$$

En donde:

P1: Peso del crisol con cenizas en g

P2: Peso del crisol vacío a peso constante en g

PM: Peso de la muestra en g

4.12.3. Determinación de grasas

Las grasas se determinaron de acuerdo a la norma NMX-F-615-NORMEX-2018 por duplicado de dos muestras con diferente porcentaje de miel en la granola. La preparación de la muestra se realizó moliendo la granola en un mortero con pistilo hasta conseguir una muestra en polvo.

Los matraces redondos de fondo plano se dejaron a peso constante a 100°C – 110°C.

Una vez lista la muestra y los matraces, se continua con el armado del equipo soxhlet para comenzar con la extracción.

Se transfiere la muestra a un cartucho de extracción, al que previamente se le ha colocado una pequeña cama de algodón y cubrir con algodón. – se hizo circular por el refrigerante una corriente de agua y añadir por su extremo superior el disolvente en cantidad suficiente para tener de 2-3 descargas del extractor. Se calentó hasta obtener una frecuencia de 2 gotas por segundo. Esta extracción se efectuó de 4 a 6 horas.

Se suspendió el calentamiento, se quitó el extractor del matraz y dejó caer una gota del éter del extractor a un papel estraza, si al evaporarse el éter se observa una mancha de grasa, ajustar el Soxhlet al matraz y se continuó la extracción.

Cuando se terminó la extracción, se llevaron a peso constante los matraces.

Para saber el valor de contenido de grasa se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ de extracto etéreo} = \frac{(P-p)}{M} \times 100$$

Donde:

P= peso en g del matraz con grasa

p= peso en g del matraz sin grasa

m= peso de la muestra

4.12.4. Determinación de proteínas

Las proteínas se determinaron de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-F-68-S-1980 Alimentos Determinación de Proteínas.

Esta determinación constó de tres etapas:

A la digestión inicial, se agregó una mezcla de sulfato de potasio, sulfato de cobre y ácido sulfúrico a un matraz de digestión que contenía una muestra de granola previamente triturada a tal grado de ser un polvo pesada y precalentada a $(38^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C})$. la solución de digestión se calentó manteniéndola a punto de ebullición durante 1.5 a 2 horas. Pasado este tiempo, se dejó enfriar y se agregó agua purificada a la digestión. Luego se transfirió a un matraz de destilación, en el cual se agregó hidróxido de sodio para que la solución se neutralizara y que finalmente se convierta el sulfato de amonio en gas de amoníaco.

En la etapa de destilación, la solución se volvió a calentar hasta que todo el gas de amoníaco se liberó y entonces se capturó en una solución de ácido bórico.

La titulación; esta etapa implicó la titulación de un blanco que contenía solo reactivos digeridos sin muestra, seguida de la titulación del destilado que contenía la muestra con una solución estándar de ácido sulfúrico o clorhídrico. Para este último paso se usó un titulador automático.

El Nitrógeno presente en la muestra, expresado en por ciento se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de nitrógeno} = \frac{V \times N \times 0.014 \times 100}{m}$$

En donde:

V = Volumen de ácido clorhídrico empleado en la titulación en cm^3

N = Normalidad del ácido clorhídrico.

m = Masa de la muestra en g.

0.014 = Miliequivalente del nitrógeno

4.13. Análisis microbiológicos

4.13.1. Técnica de dilución y siembra en placa para mesófilos aerobios. Pascual y Calderón, (2000)

El medio de cultivo utilizado fue el agar PCA de acuerdo a las instrucciones del recipiente. La muestra madre se preparó con 90 ml de agua estéril y 10 gramos de muestra triturada, disuelve la muestra hasta que esté completamente homogénea.

El material de cristalería fue previamente esterilizado en una autoclave a una temperatura de 121° C por 15 minutos.

Para la preparación de las diluciones decimales, se tomó 1 ml de la muestra madre con una pipeta estéril, flameando la boquilla de esta en un mechero de alcohol y transfiriéndolo al tubo marcado con 10-1 que contiene previamente 10 ml de agua estéril, se agitó el tubo hasta homogenizar totalmente la suspensión. De esa forma se consiguió diluir la muestra madre 10 veces (dilución 10-1). Esta operación se repitió hasta conseguir las diluciones 10-2, 10-3, 10-4, 10-5, 10-6 y 10-7.

Con una pipeta estéril, se hizo una transferencia de 1ml de cada dilución a las cajas Petri. Luego de esto, se agregó el medio de cultivo agar método estándar por vaciado en placa y se homogeniza dando vueltas de acuerdo a las manecillas de reloj, en contra, de arriba a abajo y de derecha a izquierda. Todo este procedimiento se hizo en una campana estéril con el mechero de alcohol cerca en cada dilución. Se esperó a que el medio se haya solidificado y las cajas se rotularon de acuerdo a cada dilución. Las cajas se incubaron de forma invertida a 31°C durante 72 horas. Después de ese tiempo, las placas presentaron crecimiento de colonias sobre la superficie del agar.

Los datos se calcularon con el numero inicial de UFC/ml de muestra

$$\begin{aligned} \text{Numero de UFC/ml} &= \\ &= \frac{\text{número de colonias} \times \text{factor de dilución}}{\text{ml sembrados en la placa}} \end{aligned}$$

4.13.2. Método para coliformes totales

Se colocaron en cajas Petri por duplicado 1 ml de la muestra líquida de la dilución primaria, utilizando para tal propósito una pipeta estéril. Se repitió el procedimiento tres veces debido a las diluciones decimales, utilizando una pipeta estéril diferente para cada dilución.

Se vertió de 10 a 15 ml del medio RVBA fundido y se mantuvo a $45 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ en baño de agua. Se mezcló cuidadosamente el inóculo con el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis movimientos en el sentido de las manecillas del reloj, seis movimientos en el sentido contrario al de las manecillas del reloj y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa y nivelada. Se espero que solidificara la mezcla, dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie horizontal fría.

Se preparó una caja testigo con 15 ml de medio para verificar la esterilidad, una vez solidificado la caja Petri se vertió aproximadamente 4 ml del medio RVBA a $45 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ en la superficie del medio inoculado. Se dejó que solidificara invirtiendo las placas y se colocaron en la incubadora a 35°C , durante 24 ± 2 horas. Después del periodo especificado para la incubación, se contaron las colonias con el contador de colonias. Se seleccionaron las placas que contenían entre 15 y 150 colonias.

4.14. Análisis sensorial

Las pruebas de preferencia se emplean para poder definir el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado por parte del consumidor. Para esta prueba se requiere de un grupo numeroso de panelistas que no necesariamente tienen que estar entrenados para realizar dicha prueba.

La prueba de preferencia pareada presenta al panelista dos muestras codificadas de las cuales se le pide que elija una muestra que prefiera y que sea la más representativa y que exponga las razones sobre la decisión tomada. Para esta prueba se requieren mínimo 50 panelistas.

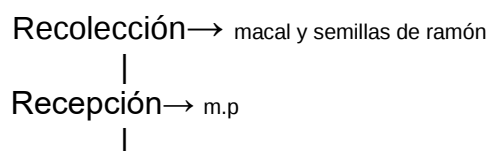
Para este análisis se usó la prueba de preferencia pareada entre granolas con diferente formulación de miel-semilla de ramón y macal para conocer el grado de preferencia de cada uno en cuanto a la dulzura, sabor y textura del producto (Domínguez, 2007).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Estandarización de la formulación y proceso de la granola

Se realizaron tres tratamientos para obtener la mejor formulación, variando los porcentajes de los ingredientes utilizados. A continuación, se muestran los diagramas de flujo de acuerdo a las tres formulaciones.

Diagrama de flujo de la formulación 1:T1. (400-30-40)



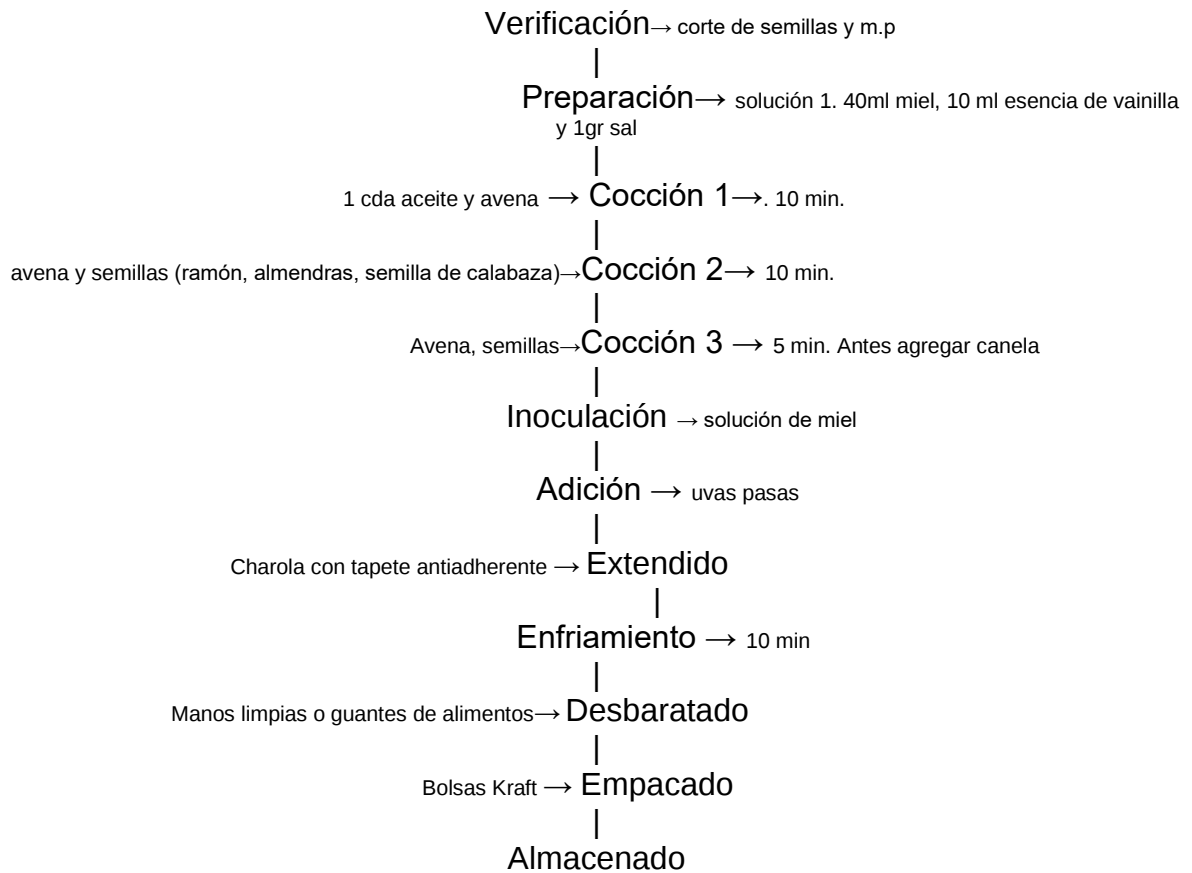
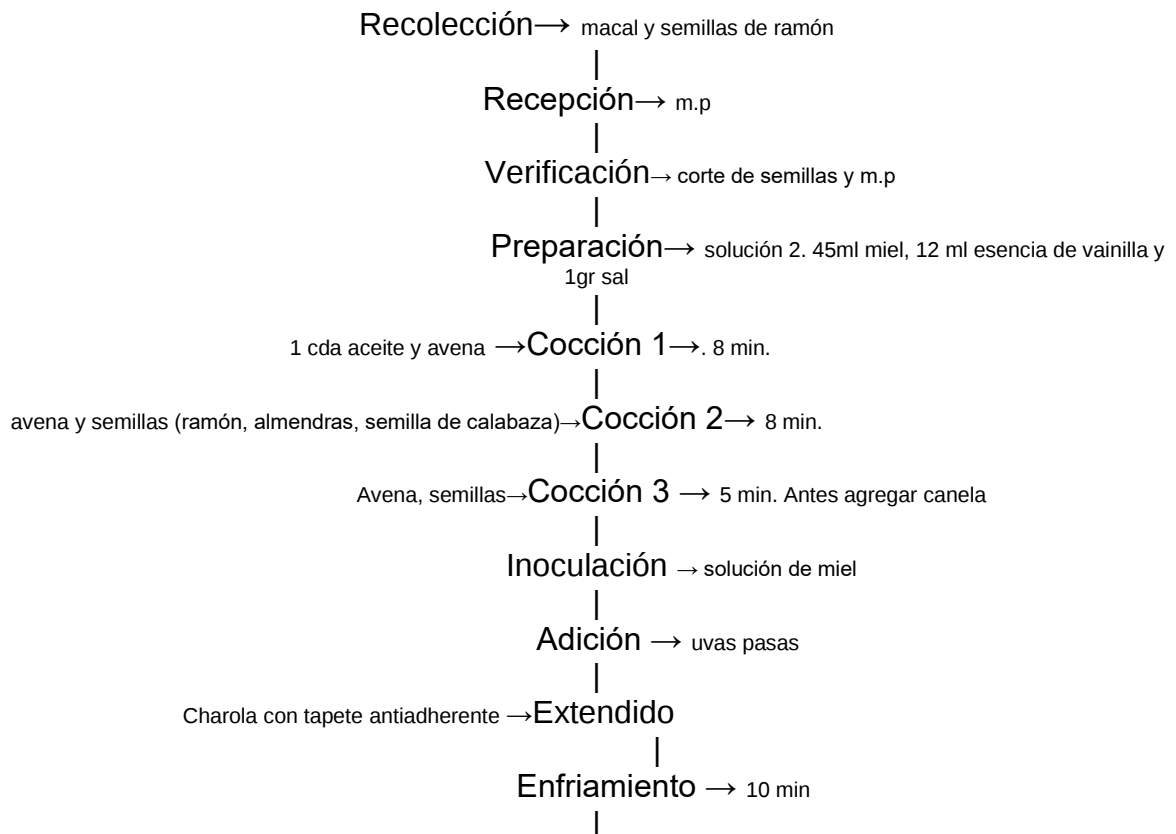


Diagrama de flujo de la formulación 2: T2 (300-45-45)



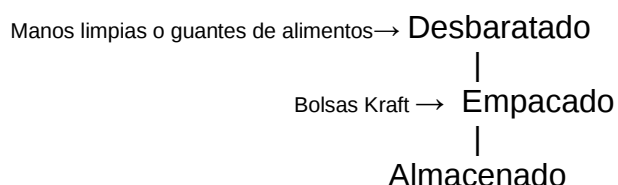
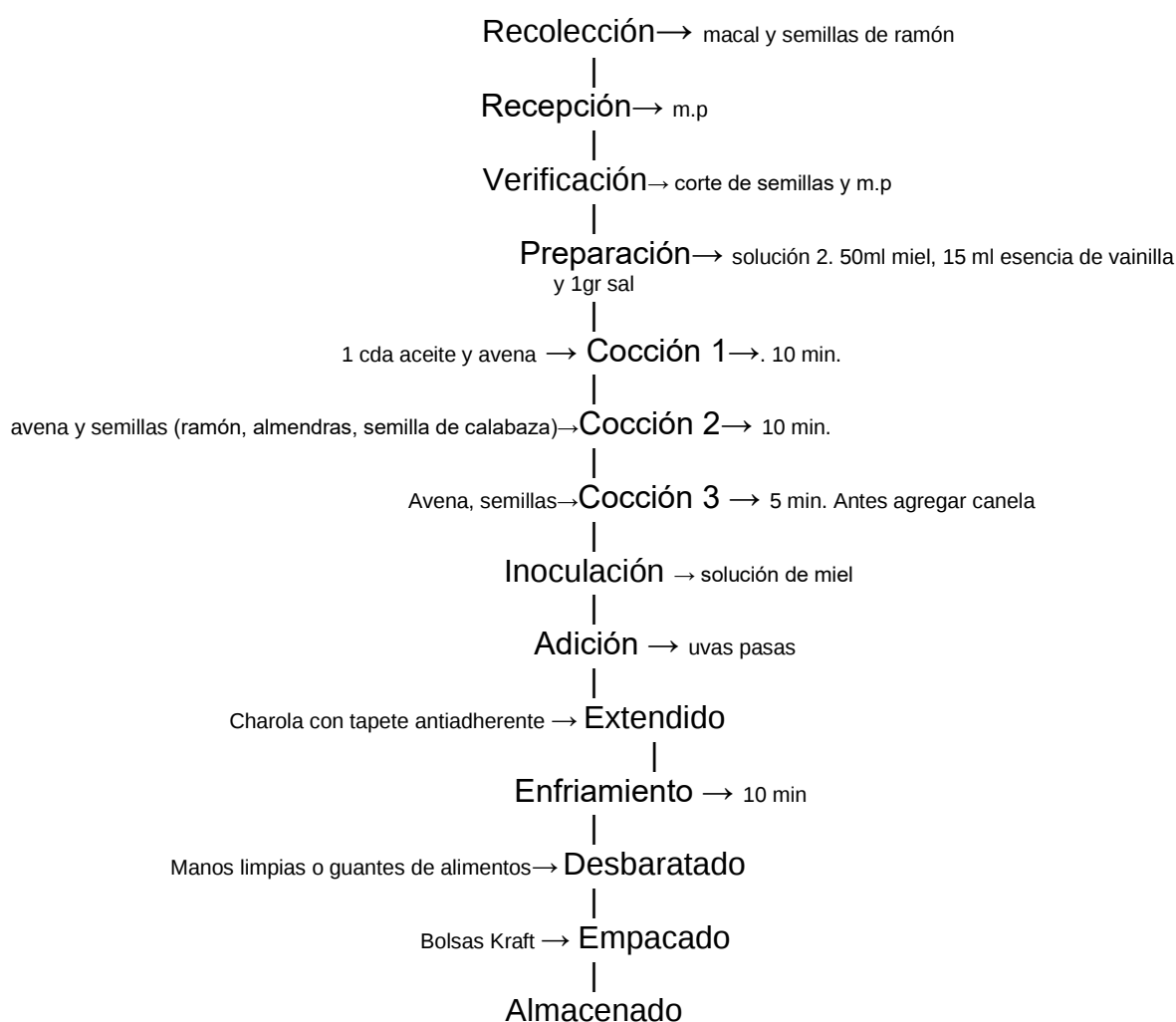


Diagrama de flujo de la formulación 3: T3 (200-40-50)



5.2 Caracterización de la granola mediante análisis proximales

5.2.1 Resultados determinación de humedad

La poca actividad de agua en un alimento frena el crecimiento de microorganismos y también las reacciones que son causadas por enzimas que causan el pardeamiento enzimático. Figueroa-Ríos (2018), menciona que una granola con humedad menor al 7% es menos propensa a contaminación por microorganismos.

Resultados similares fueron obtenidos por Barzola-Cárcamo (2016), con 5.22% en la mezcla de 25% de almendras y nibs de cacao.

Como se puede observar en el cuadro 7 en los ensayos físico químicos realizados de la molienda total de las muestras de granola fueron de 3.3%. 5.4% y 7%, teniendo entonces en cuenta que la mejor formulación para que una granola no tenga fácil deterioro es la formulación del tratamiento 2, tomando en cuenta la textura y sabor.

Las granolas elaboradas con las formulaciones 1 y 2 fueron las que obtuvieron porcentajes de humedad similares al estudio realizado por García-Vázquez (2001), en el cual el porcentaje de humedad de diferentes marcas de granola analizadas tienen un rango de humedad de 3% a 6%. Una de las marcas más conocidas en México es la marca *Quaker*® la cual tiene una humedad de 6% al igual que la marca Nutrisa, lo que corresponde a una buena humedad

En el cuadro 4 se muestran los resultados de humedad por triplicado

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
3.1%	5.1%	6.9%
3.2%	5.5%	7.0%
3.7%	5.7%	7.1%

Cuadro 4. resultados de determinación de humedad

5.2.2 Determinación de cenizas

En cuanto al porcentaje de cenizas comparando con la investigación de García-Vázquez (2001) las formulaciones realizadas presentan un mayor porcentaje de cenizas arriba del 2%, comparándolas con las marcas Gourmet Gravita, Plus Sr Natural y Quaker con 1.7, 1.7 y 1.8% respectivamente, como se puede observar en la tabla 5, por lo que se puede decir que tiene un mayor contenido de minerales. Sin embargo, los resultados fueron similares a los obtenidos por Barzola-Cárcamo (2016) al obtener 2.46 en el T3 (20% de almendras y nibs de cacao)

En el cuadro 5 se muestran los resultados de cenizas por triplicado

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
2.3%	2.0%	2.0%
2.1%	2.4%	2.3%
	2.5%	2.6%

Cuadro 5. resultados de determinación de cenizas

5.2.3. Resultados determinación de proteínas

En cuanto a los porcentajes obtenidos en la determinación de proteínas, se puede decir que las granolas elaboradas de acuerdo a las formulaciones tienen un buen contenido de proteínas (11.6%), similar a la marca Fruit y Nuit con 11.47%. Sin embargo, es mayor comparado con otras marcas de granolas estudiadas por (García Vasquez, 2001) como las marcas Nutrisa y Frutinola, Ricanola con pasas (7.98%) y Granvita Gourmet y Quaker. con 9% de proteína. También fue mayor al compararlo con la granola elaborada por (Barzola Cárcamo, 2016) utilizando 25% de almendras y nibb de Cacao con (10.75%) En este caso, los tratamientos analizados fueron en T2 y el T3, tal y como se muestra en el Cuadro 6.

Tratamiento 1 (T2 40%)	Tratamiento 2 (T3 45%)
11.61 %	

Cuadro 6. Resultados Determinación de proteínas

5.3 Caracterización de la granola mediante análisis microbiológicos.

5.3.1 Resultados Mesófilos aerobios y Coliformes totales

De acuerdo a NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas, las colonias de número más probable aceptadas en una granola son de <30 UFC/g, para coliformes totales y 10000 UFC/g para mesófilos aerobios. Los resultados obtenidos para los T2 se encuentran de acuerdo a los límites permitidos (cuadro 7), por lo que la granola elaborada cuenta con buenas prácticas de manufactura e inocuidad.

	Mesófilos aerobios UFC/g	Coliformes totales UFC/g
Tratamiento 2	460	23

Cuadro 7. Recuento de mesófilos aerobios y coliformes totales

5.4. Caracterización de la granola mediante el análisis sensorial

En el Cuadro 8 observan los resultados del análisis sensorial el cual fue tipo afectivo. Se realizaron 50 encuestas aplicados a jueces no entrenados, las fichas de encuesta usadas fueron para la prueba de presencia pareada como se ve en el formato 1.

La prueba de Chi cuadrada con un 95% de confiabilidad (cuadro 8) comparando la formulación 2 respecto a la formulación 3 de la granola muestra una diferencia significativa respecto al grado de preferencia respecto a la formulación 2, dando como resultado un nivel de significancia del 0.5%. Por lo que la formulación 2 fue la que más gustó a los jueces de acuerdo al sabor y textura.

En la figura 5, Grafica de valores esperados y observados se puede apreciar en color naranja el porcentaje esperado de aceptación, en este caso, esperaba que en ambos casos al menos a 25 personas les gustara. En color azul se muestran los observados que son diferentes en ambas granolas, la granola uno superó el número de personas esperadas y la granola dos tuvo un porcentaje más bajo de lo esperado.

Cuadro 8. Resultados Análisis sensorial (Chi cuadrada)

Prueba Chi-cuadrada de bondad de ajuste para conteos observados en variable: observados

Conteos observados y esperados

Categoría	Observado	Proporción de prueba	Esperado	Contribución a chi-cuadrada
Granola 1	35	0.5	25	4
Granola 2	15	0.5	25	4

Prueba de chi-cuadrada

N	GL	Chi-cuad.	Valor p
50	1	8	0.005

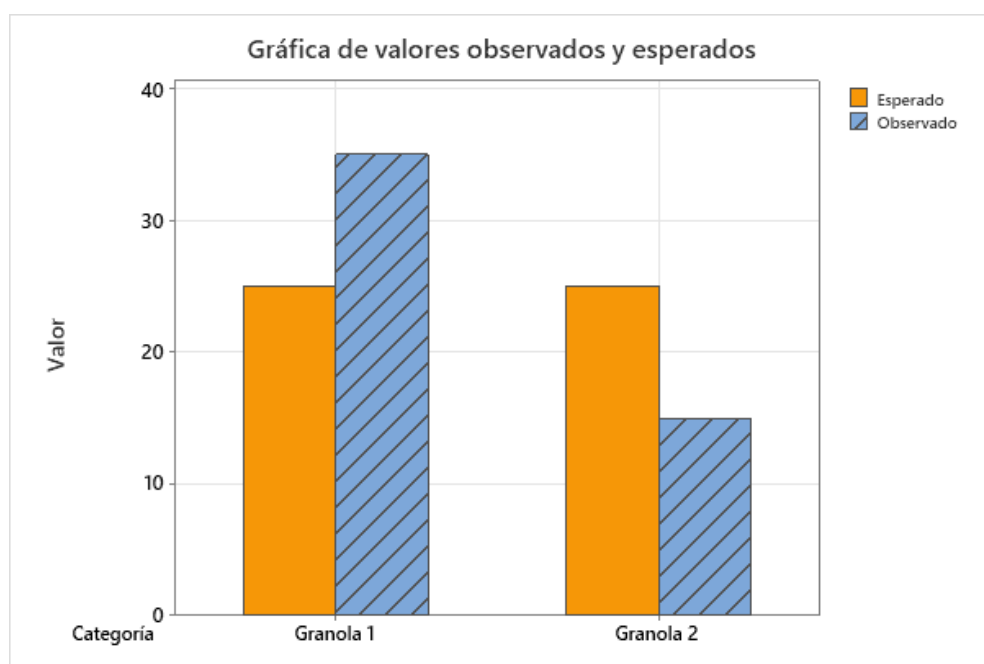


Figura 5. Valores observados y esperados

6 CONCLUSIONES

La mejor formulación de acuerdo a la cantidad de miel, ramón y macal fue la 2 utilizando 300gr de avena, 45gr de semillas de ramón y 45 gr de hojuelas de macal. De acuerdo a los análisis proximales la granola con el mejor tratamiento (T2) obtuvo 5.4% de humedad, el contenido de minerales 2.3 %, contenido de proteínas de 11.67%.

Los análisis microbiológicos realizados en la granola para mesófilos aerobios fueron de 460 UFC/g y para coliformes totales 23 UFC/g por lo que cumple con lo establecido por la NOM-247-SSA-2008, siendo un alimento apto para consumo humano y cumpliendo las buenas prácticas de manufactura.

Los análisis sensoriales muestran que existe diferencia significativa respecto al grado de preferencia sobre el tratamiento 2, siendo ésta la de mejor sabor y textura.

7. RECOMENDACIONES

En la investigación y análisis de este proyecto, se deben tomar en cuenta algunas recomendaciones para poder llevarla a cabo con mayor satisfacción:

1. Las semillas de ramón forman parte fundamental en este proyecto, por lo tanto, se recomienda para su conservación, mantenerlas bajo refrigeración

una vez que se haya llevado a cabo el proceso de limpieza y sanitización con yodoformo 50-80ppm durante 60 segundos, y secarlo al sol y guardar en refrigeración. Sacarlo de refrigeración únicamente cuando se vaya a utilizar.

2. El macal también forma parte fundamental a este proyecto y para evitar su deterioro y oxidación, se recomienda que su lavado y desinfección sea con una solución con yodoformo 50-80ppm durante 60 segundos, después se puede continuar con el pelado y secado. La parte del secado es muy importante ya que es necesario para evitar su deterioro. Es importante mencionar que el macal se pela completamente, se le quita la cascara y luego se pela en tiras para un secado completo.
3. El producto final (granola) debe llevar al menos un antioxidante (TBHQ) para evitar su enranciamiento.
4. Las semillas usadas para la elaboración de la granola también se deben conservar en lugares secos y frescos.
5. Es de suma importancia realizar los análisis y determinaciones en laboratorios completos y adecuados para el análisis, ya que, sin esto, se hace demasiado difícil poder concluir los análisis.
6. Finalmente, reconozco que la realización de este proyecto fue de suma importancia para mi desempeño académico, si bien, cometí demasiados errores, aprendí de estos también y me siento satisfecha de haber contado con las personas y docentes correctos ya que fueron de suma ayuda para mí. Realmente me hubiera gustado seguir más a fondo con este proyecto, sé que hacer una tesis es una responsabilidad muy grande, pero también es una experiencia inigualable.

8. BIBLIOGRAFIA.

- ActitudSaludable. (2018). *Actitud saludable*. Obtenido de Actitud saludable: <https://actitudsaludable.net/malanga-que-es-como-tomarla-beneficios/>
- Alcoceba, S. (2021 de Noviembre de 2021). *runnersworld*. Obtenido de runnersworld: <https://www.runnersworld.com/es/nutricion-deportiva/a26353715/almendras-beneficios-correr/>
- Alvridrez, A., Gonzalez, B., & Jimenez, Z. (2002). TENDENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS: ALIMENTOS FUNCIONALES. *RESPYN*, 1-6.
- Ayala, A. (2000). RAMÓN Brosimum alicastrum. *Avances de investigación*, 1-7.
- Barzola Cárcamo, L. A. (2016). “*Inocuidad de las almendras y nibs, como residuo de la poscosecha del cacao (Theobroma cacao L.) para la elaboración de Granola en la Asociación “La Cruz”*”. Los ríos, Ecuador.
- Chízar, F. C. (2009). *Plantas Comestibles de Centroamérica*. Costa Rica : Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).
- CuerpoMente. (2017). *CuerpoMente*. Obtenido de CuerpoMente: <https://www.cuerpomente.com/guia-alimentos/avena>
- Decle, D. (2017). *cocina delirante*. Obtenido de cocina delirante: <https://www.cocinadelirante.com/tips/que-es-el-macal-y-totoposte-amlo>
- Figueroa Ríos , A. H. (2018). *ELABORACIÓN DE GRANOLA NUTRITIVA TIPO SNACK DISPONIBLE EN LA ALIMENTACIÓN DE LA POBLACIÓN LIMEÑA*. Lima, Perú: Universidad san Ignacio de Loyola .
- García Vasquez, Y. A. (2001). Nuevo León, México: Universidad Autonoma de Nuevo León.
- García Vasquez, Y. A. (2001). *Evaluación de la calidad de los principales macronutrientes , proteínas, grasas y carbohidratos en diferentes marcas de granola*. Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- García Vasquez, Y. A. (2001). *Evaluación de la calidad de los principales macronutrientes, proteínas, grasas y carbohidratos en diferentes marcas de granola* . Universidad Autónoma de Nuevo León : Mexico.
- Gómez, A., Ceballos, I., Ruíz, E., Rodríguez, P., Valero, T., Ávila, J. M., & Valera, G. (2017). *Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena*. Madrid, España: Fundación Española de la Nutrición.
- HablemosDeAlimentos. (2018). Macal o malanga. *Hablemos de alimentos*, 3-20.
- Larqué Saavedra, A. (2013). Ramón. *La Jornada*, 24-36.
- LASFOR. (2019). *LASFOR*. Obtenido de LASFOR: <https://lasfor.com.ar/granola-un-cereal-hippie/>
- Marcano, E. (2019). *Jardín botánico de Santiago*. Obtenido de Jardín botánico de Santiago: <https://botanicodesantiago.com/xanthosoma-sp/>
- Marcano, E. (2022). *Jardín botánico de Santiago*. Obtenido de Jardín botánico de Santiago: <https://botanicodesantiago.com/xanthosoma-sp/>
- Marcano, E. (s.f.). *Jardín botánico de Santiago*. Obtenido de Jardín botánico de Santiago: <https://botanicodesantiago.com/xanthosoma-sp/>
- Narvaez, M. (2016). *Árbol ramón: aliado contra el hambre y el cambio climático*. Yucatan.
- National Academy of Science. (1975). *Determination of genes, restriction sites, and DNA sequences surrounding the 6S RNA template of bacteriophage lambda*. PNAS.
- Sáyago Ayerdi, S., & Álvarez Parrilla, E. (2018). *Alimentos vegetales autóctonos iberoamericanos subutilizados*. Fabro Editores.

- Segura, A. (24 de Abril de 2021). *Eco Colmena*. Obtenido de Eco Colmena:
<https://www.ecocolmena.org/beneficios-y-propiedades-de-la-miel/>
- TodoAlimentos. (noviembre de 2019). *Todo Alimentos*. Obtenido de Todo Alimentos:
<http://www.todoalimentos.org/semillas-de-arboles-ramon/>
- Ulloa, R. V. (2013). “*Propuesta de recuperación de la malanga: origen, historia, valor nutricional; con la creación de diez menús que enriquecerán la gastronomía del cantón Sucúa*”.
- Zamora, J. M., Aguirre, M., & Martínez, L. (1975). *Estudio preeliminar sobre el efecto de la alimentación de cerdos con garbanzo (cicer arietinum)*. Mexico: Tec. Pec. Mex.
- Zanin, T. (2019). Semillas de calabaza: 11 beneficios y cómo consumirlas. *TuaSaúde*, 3.
- Zanin, T. (Octubre de 2020). *TuaSaúde*. Obtenido de TuaSaúde:
<https://www.tuasaude.com/es/beneficios-de-las-pasas/>
- Zanin, T. (Noviembre de 2021). *TuaSaúde*. Obtenido de TuaSaúde:
<https://www.tuasaude.com/es/beneficios-de-la-canela/>

9. ANEXOS

Anexo 1 Cuadro de determinación humedad T1

	Peso del crisol	Peso de la muestra	Peso del crisol con muestra	Peso del crisol con muestra seca	Porcentaje de humedad
1I	25.999	3.260	29.259	29.138	3.7%
1II	27.328	3.047	30.375	30.162	5.5%
1III	26.194	3.138	29.331	29.157	6.9%

Donde:

1I: solución de 40% de miel

1II: solución de 45% de miel

1III: solución de 50% de miel

Anexo 2 Cuadro de determinación de humedad T2

	Peso del crisol	Peso de la muestra	Peso del crisol con muestra	Peso del crisol con muestra seca	Porcentaje de humedad
2I	25.406	3.087	28.493	28.383	3.5%
2II	26.061	3.073	29.134	38.913	5.7%
2III	20.706	3.128	23.834	23.654	7.1%

Donde:

2I: solución de 40% de miel

2II: solución de 45% de miel

2III: solución de 50% de miel

Anexo 3 Cuadro de determinación de humedad T3

	Peso del crisol	Peso de la muestra	Peso del crisol con muestra	Peso del crisol con muestra seca	Porcentaje de humedad
3I	24.593	3.012	27.605	27.506	3.2%
3II	28.067	3.007	31.074	30.863	5.1%
3III	17.263	3.057	20.32	20.150	7.0%

Donde:

3I: solución de 40% de miel

3II: solución de 45% de miel

3III: solución de 50% de miel

Anexo 4 Cuadro de determinación de cenizas T1

	Peso del crisol	Peso de la muestra	Peso del crisol con muestra incinerada	Porcentaje de cenizas
1I	25.999	3.260	24.980	0.5%
1II	27.328	3.047	27.405	2.0%
1III	26.194	3.138	26.282	2.0%

Donde:

1I: solución de 40% de miel
 1II: solución de 45% de miel
 1III: solución de 50% de miel

Anexo 5 Cuadro de determinación de cenizas T2

	Peso del crisol	Peso de la muestra	Peso del crisol con muestra incinerada	Porcentaje de cenizas
2I	25.406	3.087	25.478	2.3%
2II	26.061	3.073	26.087	2.5%
2III	20.706	3.128	20.789	2.6%

Donde:

2I: solución de 40% de miel
 2II: solución de 45% de miel
 2III: solución de 50% de miel

Anexo 6 Cuadro de determinación de cenizas T3

	Peso del crisol	Peso de la muestra	Peso del crisol con muestra incinerada	Porcentaje de cenizas
3I	24.593	3.012	24.657	2.1%
3II	28.067	3.007	28.141	2.4%
3III	17.263	3.057	17.336	2.3%

Anexo 7 Cuadro de tiempo de secado del macal

Prueba 1	Macal en tiras delgadas	Durante 3 horas	Muy suaves, se deterioran en 1 semana
Prueba 2	Macal en tiras delgadas	Durante 4 horas	Consistencia casi perfecta, deterioro lento
Prueba 3	Macal en tiras delgadas	Durante 6 horas	Consistencia que se buscaba, macal seco, firme y el deterioro es mucho más lento.

Anexo 9. Tipos de cortes obtenidos a partir de semilla de ramón

Prueba 1	Cortes no uniformes	Secado durante 96 horas	Ramón con corte no uniforme, demasiado duro y no se puede morder
Prueba 2	Cortes más delgados y uniformes	Secado durante 96 horas	Cortes más delgados, fáciles de comer

Formato 1. Encuestas análisis sensorial

NOMBRE:

FECHA:

NUM. PRUEBA

Por favor, enjuague su boca con agua antes de empezar.

Por favor, pruebe las dos muestras de productos presentados, empezando por el de la izquierda y luego seguir con el de la derecha. Usted puede beber agua tanto como desee, pero al menos debe consumir la mitad de la muestra presentada. Si tiene alguna pregunta, no dude en hacerla. Marque con una X el producto de su preferencia.

A

854

**No prefiero
ninguna**

B

145

Anexo 10. Fotografías de elaboración de granola

