

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



PROPUESTA DE FORMULACION DE GALLETAS ELABORADAS CON
HARINA COMPUESTA DE *Amaranthus cruentus* (AMARANTO) Y *Sorghum*
bicolor L. Moench (SORGO).

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

MONICA PATRICIA GUZMAN URRUTIA

PAMELA GUADALUPE LOPEZ LEMUS

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADA EN QUIMICA Y FARMACIA

ABRIL 2015

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LICDA. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

SECRETARIO

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO LOPEZ

DIRECCION DE PROCESO DE GRADUACION

DIRECTORA GENERAL

Lic. María Concepción Odette Rauda Acevedo

TRIBUNAL CALIFICADOR

COORDINADORA DE AREA QUIMICA: AGRICOLA

MAE. María Elisa Vivar de Figueroa

COORDINADOR DE AREA DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS Y COSMETICOS.

MSc. Eliseo Ernesto Ayala Mejía

DOCENTES ASESORES

MSc. Ena Edith Herrera Salazar

Lic. Mario Antonio Santamaría Chilín

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial queremos agradecer a:

Nuestros docentes directores Msc. Ena Edith Herrera Salazar y Lic. Mario Antonio Santamaria Chilín por mostrar su apoyo incondicional en el trabajo de graduación brindándonos sus ánimos, confianza, tiempo, dedicación y paciencia.

Licda. Odette Rauda; coordinadora general de trabajos de graduación, por sus consejos y correcciones para mejorar el trabajo de graduación, por su apoyo hasta el final de nuestro trabajo de graduación e impulsarnos a ser mejores profesionales.

Licenciada María Elisa Vivar de Figueroa y Lic. Eliseo Ernesto Ayala; asesores de área por formarnos como profesionales a través de sus consejos y correcciones para mejorar el trabajo de graduación.

DEDICATORIA

Gracias a Dios por darme la sabiduría, entendimiento, paciencia y fe necesaria para concluir con una etapa en mi vida, a la virgen de Guadalupe por llevarme de su mano, ser mi intercesora y demostrarme que nada es imposible en esta vida, fe y lucha constante frente a cualquier desafío.

A mis padres Ana del Carmen de López y Luis Helmer López por su apoyo incondicional y darme la oportunidad de formarme profesionalmente frente a tantos esfuerzos, sacrificios y lucha para que yo concluyera con mis estudios, son mi orgullo y mi ejemplo a seguir, de ellos es este triunfo y mi agradecimiento infinito, no hay mayor legado que me han podido regalar para mi vida y futuro prometedor.

A mi novio Ricardo Alberto Girón, que compartió gran parte de mi formación profesional y uno de los tramos más difíciles, que nunca me dejó caer, con sus consejos llenos de amor y paciencia le agradezco enormemente por ser sin lugar a dudas mi mejor amigo y por luchar juntos hasta el final para verme realizada como profesional que sin lugar a dudas era mi mayor objetivo.

A mi amigo Alexis Antonio Guadrón por su linda amistad a lo largo de esta profesión que amamos tanto, apoyo y ánimo constante y a mi compañera de tesis Mónica Patricia Guzmán por tenerme paciencia a lo largo de todo este proceso.

A Msc. Ena Edith Herrera Salazar, Lic. Mario Antonio Santamaría Chilin, Licda. María Elisa Vivar de Figueroa, Licda. Ana Cecilia Monterrosa y Lic. Salvador Castillo por sus conocimientos, sus orientaciones y sus motivaciones para salir adelante y saber que un Químico Farmacéutico jamás se da por vencido.

PAMELA GUADALUPE LOPEZ LEMUS

DEDICATORIA

A Dios por brindarme las fuerzas y la fe necesarias para la realización de este trabajo y por ser el pilar fundamental en mi vida.

A mis padres Jesús Guzmán y Elia de Guzmán que me brindaron todo su apoyo incondicional para lograr una meta más en mi vida, muchas gracias a ustedes les debo este triunfo.

A mis hermanos Tania Jesús y Rosa por ser mi motor cada día para lograr culminar este trabajo esta etapa con éxito.

A mis sobrinos Julio, Amy, Madeleine y José por su inmenso cariño y ánimos que me brindaron a lo largo de este proceso.

A mis amigos y en especial a José García por su apoyo y consejos a lo largo de toda mi carrera y a mi compañera de tesis Pamela López por tenerme paciencia a lo largo de todo este proceso.

A Msc. Ena Edith Herrera Salazar, Lic. Mario Antonio Santamaría Chilin, Licda. María Elisa Vivar de Figueroa, por sus consejos, conocimientos, y apoyo incondicional durante la realización de este trabajo.

MONICA PATRICIA GUZMAN URRUTIA

INDICE

	Pág.
RESUMEN	
CAPITULO I	
1.0 INTRODUCCION	xx
CAPITULO II	
2.0 OBJETIVOS	
2.1 OBJETIVO GENERAL	
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	
CAPITULO III	
3.0 MARCO TEORICO	25
3.1 Generalidades sobre galletas	25
3.2 Materias primas utilizadas en la elaboración de galletas	27
3.3 Riesgos asociados al proceso de elaboración y fabricación de galletas.	30
3.3.1 Riesgos Físicos.	30
3.3.2 Riesgos Químicos.	31
3.3.3 Riesgos Biológicos.	33
3.4 <i>Amaranthus cruentus</i> (Amaranto)	35
3.4.1 Taxonomía vegetal.	35
3.4.2 Historia	36
3.4.3 Botánica y Variedades.	37
3.4.4 Descripción de la Planta	38
3.4.5 Requerimientos Edafoclimaticos.	39
3.4.6 Composición Química del grano	40
3.4.7 Usos	41
3.4.8 Efecto del procesamiento en la calidad nutritiva del grano de Amaranto.	42
3.4.9 Metodología para la obtención de harina de amaranto.	43
3.5 <i>Sorghum bicolor</i> L. Moench (Sorgo)	44
3.5.1 Taxonomía vegetal.	44
3.5.2 Historia	44
3.5.3 Clasificación botánica y variedades.	46
3.5.4 Descripción de la planta.	46

3.5.5	Requerimientos edafoclimaticos.	47
3.5.6	Composición química del grano	48
3.5.7	Usos	51
3.5.8	Variedad RCV	52
3.5.8.1	Características de la variedad RCV	52
3.5.9	Industrialización del grano de sorgo para consumo humano	53
3.5.9.1	Variedades de sorgo para elaboración de harina.	54
3.5.9.2	Procesamiento del grano de sorgo para la producción de harina	54
3.5.9.3	Control de calidad de materia prima.	54
3.5.9.4	Selección de la variedad	55
3.5.9.5	Contenido de taninos	55
3.5.9.6	Color del grano	55
3.5.9.7	Contenido de proteína	55
3.5.9.8	Operaciones pre-proceso de producción de harina.	56
3.5.9.9	Producción de harina	57
3.5.8.10	Productos y subproductos de la molienda usos actuales y potenciales:	58
3.5.9.11	Control de calidad en harina.	58
3.6	Evaluación hedónica	59
3.7	Análisis bromatológico proximal	
3.7.1	<i>Determinación de humedad y materia seca.</i>	60
3.7.2	Determinación de Ceniza	60
3.7.3	Determinación del extracto etéreo	60
3.7.4	Determinación de fibra cruda	61
3.7.5	Determinación de nitrógeno y proteína	61
CAPITULO IV		
4.0	Diseño metodológico.	63
4.1	Tipo de estudio.	63
4.2	Investigación bibliográfica	63
4.3	Investigación de campo	64
4.4	Parte experimental	64
4.4.1	Recolección la muestra	64

4.4.2	Proceso para la obtención de la harina de sorgo	64
4.4.3	Proceso para la obtención de harina de amaranto	65
4.4.4	Elaboración de la harina compuesta	65
4.4.5	Procedimiento para realizar la harina compuesta	66
4.4.6	Propuesta para la Pre-formulación general de las galletas a elaborar	66
4.4.7	Procedimiento de elaboración de las galletas	67
4.4.8	Análisis Sensorial	67
4.4.9	Análisis estadístico	68
4.5	Análisis bromatológico proximal de la galleta mejor evaluada y de la harina compuesta.	68
4.5.1	Determinación de humedad y materia seca.	68
4.5.2	Determinación de ceniza	69
4.5.3	Determinación de extracto etéreo	70
4.5.4	Determinación de fibra cruda.	72
4.5.5	Determinación de nitrógeno y proteína	73
4.5.6	Determinación de carbohidratos	75
4.6	Análisis microbiológico	75
4.6.1	Preparación de diluciones	75
4.6.2	Determinación de Coliformes Totales	76
4.6.3	Coliformes Fecales	76
4.6.4	Determinación de <i>Escherichia coli</i>	77
4.6.5	Determinación de mohos y levaduras	77
 CAPITULO V		
5.0	Resultados y discusión de resultados	79
5.1	Recolección de la muestra	79
5.2	Obtención de la harina de Sorgo y Amaranto	79
5.3	Elaboración de la harina compuesta	79
5.4	Elaboración de galletas	80
5.5	Análisis Sensorial	80
5.6	Análisis estadístico	81
5.6.1	Evaluación de la textura	81
5.6.1.1	Análisis de varianza ANOVA con un nivel de confianza al 95 % para textura.	81
5.6.1.2	Método de la mínima diferencia significativa (LSD) para textura.	83

5.6.1.3. Determinación de la textura más aceptada	84
5.6.2 Evaluación del color	84
5.6.2.1 Análisis de varianza ANOVA con un nivel de confianza a 95 % para color.	85
5.6.2.2. Método de la mínima diferencia significativa (LSD) para color.	86
5.6.2.3. Determinación del color más aceptado	87
5.6.3 Sabor de las galletas	87
5.6.3.1 Análisis de varianza ANOVA con un nivel de confianza al 95 % para sabor.	88
5.6.3.2. Método de la mínima diferencia significativa (LSD) para sabor.	89
5.6.3.3. Determinación del sabor más aceptado	90
5.6.4 Selección de la formulación más aceptada.	90
5.7 Análisis Fisicoquímico	91
5.7.1. Humedad y materia seca.	91
5.7.2 Cenizas	92
5.7.3 Extracto Etéreo	93
5.7.4 Fibra Cruda	94
5.7.5 Proteína	95
CAPÍTULO VI	
6.0 CONCLUSIONES	99
CAPITULO VII	
7.0 RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

INDICE ANEXOS

Anexo N°

- 1 Plantación de sorgo ubicada en cantón alemán Nahuilingo Sonsonate.
- 2 Proceso de elaboración de la harina de sorgo y harina de amaranto.
- 3 Evaluación hedónica.
- 4 Materiales, equipos, reactivos y preparación de reactivos utilizados para las determinaciones del análisis bromatológico proximal y análisis microbiológico
- 5 Determinación de análisis químico proximal y análisis microbiológico
- 6 Presentación de las galletas para la evaluación hedónica.
- 7 Fotografías de la determinación del análisis bromatológico proximal.
- 8 Resultado de los análisis de fibra y microbiológicos.

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Pág.
1 Productos obtenidos de la molienda del grano de sorgo y sus usos.	58

INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág.
1	Flor del <i>Amaranthus cruentus</i> (Amaranto).	35
2	Inflorescencias de <i>Sorghum bicolor</i> (sorgo).	44
3	Grafica de medias de valoración de textura por parte de los panelistas.	84
4	Grafica de medias de valoración de textura por parte de los panelistas.	87
5	Grafica de medias de valoración de sabor por parte de los panelistas	90

INDICE DE TABLAS

Tabla N°	Pág.
1 Contenido nutricional (g en 100 g de muestra) del grano de <i>Amaranthus sp</i> y <i>Amaranthus cruentus</i> .	40
2 Comparación del contenido de aminoácidos (mg/ g de N) entre <i>Amaranthus cruentus</i> y el patrón de referencia de la FAO.	41
3 Requerimientos de agua para el cultivo del sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>).	47
4 Composición promedio de los principales constituyentes (g en 100g de muestra) del Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench).	49
5 Comparación del contenido de aminoácidos (g en 100g de muestra) entre el sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) y el patrón de la FAO en el balance proteico.	49
6 Características agronómicas de las variedades de sorgo fotoinsensitivas generadas por CENTA y que actualmente se siembra en monocultivo.	52
7 Porcentaje de harina de sorgo utilizado en algunos productos alimenticios.	53
8 Pre-Formulación de harina compuesta (P/P).	65
9 Propuesta para la pre-formulación de galletas a elaborar, para un kilogramo de mezcla.	66
10 Propuesta de formulación de galletas a elaborar, para un kilogramo de mezcla.	80
11 Análisis de Varianza para la valoración de Textura por parte de los panelistas.	82
12 Valores de Media LS al 95 % de confianza para la valoración de textura por parte de los panelistas.	83
13 Contrastes de medias LS al 95 % de confianza para la valoración de textura por parte de los panelistas.	83
14 Análisis de varianza para la valoración de color por parte de los panelistas.	85

Tabla N°		Pág.
15	Valores de Media LS al 95 % de confianza para la valoración de color por parte de los panelistas.	86
16	Contrastes de medias LS al 95 % de confianza para la valoración de color por parte de los panelistas.	86
17	Análisis de Varianza para la valoración del sabor por parte de los panelistas.	88
18	Valores de Media LS al 95 % de confianza para la valoración de sabor por parte de los panelistas.	89
19	Contrastes de medias LS al 95 % de confianza para la valoración de sabor por parte de los panelistas.	89
20	Resumen de valores de medias LS al 95 % de confianza.	91
21	Resultado de la determinación de humedad realizada a la galleta y Harina compuesta por <i>Sorghum bicolor</i> (sorgo) y <i>Amaranthus cruentus</i> (amaranto).	91
22	Resultados de la determinación de materia seca realizada a la galleta y Harina compuesta de <i>Sorghum bicolor</i> (sorgo) y <i>Amaranthus cruentus</i> (amaranto).	92
23	Resultado de la determinación de cenizas realizada a la galleta y Harina compuesta por <i>Sorghum bicolor</i> (sorgo) y <i>Amaranthus cruentus</i> (amaranto).	93
24	Resultado de la determinación de Extracto Etéreo realizada a la galleta y Harina compuesta por <i>Sorghum bicolor</i> (sorgo) y <i>Amaranthus cruentus</i> (amaranto).	94
25	Resultado de la determinación de Fibra cruda realizada a la galleta y Harina compuesta Por <i>Sorghum bicolor</i> (sorgo) y <i>Amaranthus cruentus</i> (amaranto).	94

Tabla N°		Pág.
26	Resultado de la determinación de Proteína realizada a la galleta y Harina compuesta por <i>Sorghum bicolor</i> (sorgo) y <i>Amaranthus cruentus</i> (amaranto).	95
27	Resultado del análisis bromatológico proximal de la harina compuesta en proporciones de 50:50 <i>Sorghum bicolor</i> (sorgo) y <i>Amaranthus cruentus</i> (amaranto) y de la galleta elaborada a partir de dicha harina.	96
28	Resultados obtenidos del análisis Microbiológico de las galletas elaboradas por Harina compuesta de Sorgo y amaranto 50:50.	96
29	Resultados obtenidos del análisis Microbiológico de la Harina compuesta de Sorgo y amaranto 50:50	97

RESUMEN

El sorgo posee una adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas desfavorables, principalmente su resistencia a la sequía en relación a otros cultivos, hace que sea una nueva y gran alternativa para alimentación humana ya que además, contiene altos valores de proteínas, ceniza y fibra cruda al igual que el amaranto, es por esto que al mezclar ambos granos se pueden preparar alimentos de alto valor nutricional.

Considerando lo expuesto anteriormente en este trabajo se empleó una mezcla de harina de sorgo y harina de amaranto en cuatro proporciones diferentes, 75:25, 50:50, 25:75 y 27:63 (sorgo:amaranto) respectivamente, para la elaboración de galletas.

Ya elaboradas las galletas, se realizó una prueba hedónica en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador; con la participación de 50 panelistas de ambos sexos y de diferentes edades (desde 18 a más de 30 años) divididos en 5 grupos de 10 personas cada uno a los resultados de esta prueba se les aplicó el análisis de varianza (ANOVA) para seleccionar la galleta más aceptada por los panelistas los cuales se categorizaron como “me gusta mucho” a la galleta elaborada con la segunda formulación realizada 50% sorgo, 50% amaranto.

Tanto a la galleta más aceptada como a la harina compuesta de la segunda formulación (50% sorgo, 50% amaranto) se le realizaron los análisis bromatológico proximal (determinación de humedad, materia seca, ceniza, proteína, extracto etéreo, fibra cruda y carbohidratos) y la determinación de *Escherichia coli* y hongos y levaduras.

Todos los análisis se realizaron por triplicado en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia, Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas y en el Laboratorio de Microbiología de alimentos del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), de la Universidad de El Salvador.

Los valores obtenidos de los análisis realizados a la harina compuesta y la galleta mejor aceptada fueron comparados con las especificaciones que reporta el CODEX STAN 173-1989 Normativa del CODEX para la harina de sorgo y el RTCA 67.04.50:08 Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos los cuales cumplen con dicha normativas.

Con base en los resultados obtenidos se puede recomendar la elaboración de otros alimentos con harina compuesta de sorgo y amaranto, así como también que el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Alvares Córdova” (CENTA) promueva el desarrollo agrícola del cultivo de amaranto en nuestro país, ya que posee un alto valor nutricional y puede ser utilizado como una alternativa novedosa para el desarrollo de nuevos productos alimenticios.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

El sorgo es un cultivo que en los últimos años, ha ganado más espacio en los sistemas de producción de los pequeños y medianos agricultores ubicándolo como el segundo grano más cultivado a nivel de todo el territorio Salvadoreño. Por su adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas desfavorables, principalmente su resistencia a la sequía en relación a otros cultivos, hace que sea una nueva y gran alternativa para alimentación humana.

Así mismo, el amaranto presenta altos valores de proteínas, ceniza y fibra cruda, por lo que si se emplea una mezcla de harina de sorgo y harina de amaranto se logra elevar el valor nutricional del alimento que se prepare.

Considerando lo expuesto anteriormente en este trabajo se empleó una mezcla de harina de sorgo y harina de amaranto en cuatro proporciones diferentes 75:25, 50:50, 25:75 y 27:63 (sorgo: amaranto) respectivamente, para la elaboración de galletas.

Las cuales, se les realizó una prueba hedónica en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador; con la participación de 50 panelistas de ambos sexos y de diferentes edades (18-24, 24-30 y más de 30) divididos en 5 grupos; a los resultados de esta prueba se les aplicó el análisis de varianza (ANOVA) para seleccionar la galleta más aceptada por los panelistas, a esa galleta se le realizó el análisis bromatológico proximal que comprendió los análisis de humedad, materia seca, ceniza, proteína, extracto etéreo, fibra cruda y carbohidratos, así como la determinación de *Escherichia coli* y hongos y levaduras. Estos análisis se realizaron por triplicado en los laboratorios de la Facultad de Química y Farmacia, Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas y en el Laboratorio de Microbiología de alimentos del

Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), de la Universidad de El Salvador.

Los valores obtenidos de los análisis realizados a la harina compuesta y la galleta mejor aceptada fueron comparados con las especificaciones que reporta el CODEX STAN 173-1989 Normativa del CODEX para la harina de sorgo y el RTCA 67.04.50:08 Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos, cumpliendo con los parámetros indicados.

Esta investigación se realizó durante los meses de Mayo a Noviembre del año 2014.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer la formulación de galletas elaboradas con harina compuesta de *Amaranthus cruentus* (amaranto) y *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo).

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.2.1 Pre-formular galletas con proporciones diferentes de harina compuesta de *Amaranthus cruentus* (amaranto) y *Sorghum bicolor* L. Moench (sorgo) en diferentes proporciones.
- 2.2.2 Realizar el análisis sensorial de las galletas formuladas de la harina en las diferentes proporciones para determinar la mezcla más aceptada.
- 2.2.3 Evaluar fisicoquímica y microbiológicamente la calidad de la harina y de la galleta preferida por los panelistas en el análisis sensorial.
- 2.2.4 Comparar los resultados del análisis microbiológico con las especificaciones del RTCA 67:04:50:8 Alimentos criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 Generalidades sobre galletas (4, 13, 22, 23)

Las galletas (del francés *galette*) son productos de bollería/pastelería por su composición y forma de elaboración, pero por su importancia en la alimentación y la gran variedad de productos que abarcan se consideran una categoría independiente, diferenciándose fundamentalmente por su bajo contenido en agua.

Una galleta es un pastel horneado, hecho con una pasta a base de harina, agua, grasa y huevos. Es uno de los productos más consumidos por la población mundial y constituye un alimento tradicional cuya elaboración se ha llevado a cabo de manera artesanal durante mucho tiempo.

Según el RTCA 67.04.54:10 Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios una galleta es a “una torta pequeña de pan friable, fermentada con levadura o bicarbonato de soda”.

La harina tradicionalmente (o comúnmente) usada para la preparación de galletas está hecha de trigo de la especie *Triticum aestrum*, que da como resultado harinas más débiles, con gluten incapaz de almacenar CO₂ y aumentar el volumen. Sin embargo, es mucho más extensible, lo que permite proporcionar diversas formas a las galletas. El azúcar utilizado es la sacarosa, un disacárido no reductor que proporciona el sabor dulce al alimento aunque se puede añadir jarabes de sacarosa o almidón para endulzar.

Las galletas con más cantidad de grasa deben protegerse de la luz debido a su fácil oxidación, ya que ésta puede enranciar el producto (lo que se aminora añadiendo grasas trans). Por último, se suele añadir leche en polvo y sal para potenciar el gusto y agentes esponjosos como las sales inorgánicas para expandirlo.

En cuanto a las galletas, existe una gran variedad de productos muy diferentes: saladas o dulces, simples o rellenas, o con diferentes agregados como frutos secos, chocolate, mermelada, etc. Las cuales se pueden clasificar en los siguientes grupos según la reglamentación técnico-sanitaria:

- Marías, tostadas y troqueladas. Se elaboran a base de harinas, azúcares y grasas comestibles, a las que se pueden añadir otros ingredientes para su enriquecimiento, formando una masa elástica a consecuencia del desarrollo del gluten. Se cortan por sistema de prensa o rodillo troquelado.
- “Cracker” y de aperitivo. Se fabrican con harina y grasas comestibles, generalmente sin azúcar, y sus masas pueden someterse a fermentación para conseguir su tradicional ligereza.
- Barquillos con o sin relleno. Se obtienen cociendo en planchas metálicas de pastas en estado líquido viscoso, formadas por harina, féculas, glucosa y sal, susceptibles de adquirir diferentes formas: rectangulares, cilíndricas, abanicos, etc. Pueden elaborarse solos o con rellenos a base de azúcar, dextrosa, grasa y aromas.
- Bizcochos secos y blandos. Elaborados con harina, azúcar y huevos, batidos a gran velocidad para conseguir que monten adecuadamente y depositándose en moldes o chapa lisa para su horneado. Se clasifican en secos y blandos según porcentaje de humedad que contienen a la salida del horno.
- Galletas tipo sándwiches. Son dos galletas tradicionales, a las que se adiciona entre ambas un relleno consistente en una mezcla de azúcar, grasa y otros componentes debidamente autorizados.
- Pastas blandas y duras. Se clasifican en este grupo las galletas obtenidas a partir de masas cuya peculiaridad consiste en batir adecuadamente todos los componentes (azúcar, grasa y otros productos

alimenticios) y luego adicionar la harina, horneando seguidamente la masa moldeada para impedir el desarrollo del gluten.

- Bañadas con aceite vegetal. Se parte de galletas tradicionales que después de horneadas son sometidas a una dispersión o baño de aceite vegetal muy atomizado por su superficie e incluso por su parte inferior, según tipos.
- Recubiertas de chocolate. Cualquier clase de galletas puede presentarse recubiertas de chocolate, pasta de cacao o mezcla de azúcar, gelatina y agua.

3.2 Materias primas utilizadas en la elaboración de galletas (17, 22)

- Harinas

La harina se obtiene de la molturación de granos, cereales y tubérculos (por ej., la yuca). Esta categoría comprende las pastas de harina para pan y para tortas, galletas y pasteles, harina para pan, repostería, fideos y pastas y mezclas de harinas (mezclas de harinas de distintos cereales o granos), que son diferentes de las mezclas para productos de panadería (mezclas secas que contienen harina y otros ingredientes, mezclas para productos de panadería ordinaria y mezclas para panadería fina). Ejemplos de estos productos son: harina de trigo duro, harina leudante, harina enriquecida, harina instantánea, harina de maíz, salvado, fécula de patata, harina de soja tostada (kinako), harina de «konjac» (gelatina en polvo de “lengua del diablo”, konnayaku-ko) y *máida* (harina de trigo refinada).

- Leche

La leche líquida se obtiene de los animales de ordeño (p. ej., vacas, ovejas, cabras, búfalas). La leche suele tratarse térmicamente mediante pasterización, tratamientos de temperatura ultra elevada (UHT) o

esterilización. Incluye la leche descremada, parcialmente descremada, con poca grasa y entera.

Leche en polvo y nata (crema) en polvo (simples): Productos lácteos obtenidos mediante la eliminación parcial del agua de la leche o de la nata (crema) y producidos en polvo. Incluye caseína y caseinatos.

- Grasas y aceites y emulsiones grasas

Incluye todos los productos a base de grasa de origen vegetal, animal o marino o sus mezclas.

Grasas y aceites prácticamente exentos de agua: Se entiende por grasas y aceites comestibles los alimentos compuestos principalmente de triglicéridos de ácidos grasos de origen vegetal, animal o marino.

Aceite de mantequilla (manteca), grasa de leche anhidra: Se entiende por grasa de leche anhidra, aceite de mantequilla (manteca) anhidra y aceite de mantequilla (manteca) los productos derivados exclusivamente de la leche y/o productos obtenidos de la leche mediante un proceso que elimina casi por completo el agua y el extracto seco magro. El ghee es un producto obtenido exclusivamente de la leche, la nata (crema) o la mantequilla (manteca) mediante un proceso por el que se elimina casi totalmente el agua y el extracto seco magro; posee un sabor y una estructura física especialmente desarrollados.

Margarina y productos similares: Se entiende por margarina el alimento en forma de emulsión del tipo agua en aceite, para untar o en forma líquida, obtenida principalmente a partir de grasas y aceites comestibles.

- Azúcares refinados y en bruto

Edulcorantes nutritivos, tales como la sacarosa purificada total o parcialmente (obtenida de la remolacha azucarera y la caña de azúcar), la glucosa (obtenida del almidón) o la fructosa, que se incluye en las

Azúcares blancas, dextrosa anhidra, dextrosa monohidrato y fructosa: El azúcar blanco es sacarosa purificada y cristalizada con una polarización no menor de 99,7°Z. La dextrosa anhidra es D-glucosa purificada y cristalizada sin agua de cristalización. La dextrosa monohidrato es D-glucosa purificada y cristalizada con una molécula de agua de cristalización. La fructosa es D-fructosa purificada y cristalizada.

Azúcar en polvo y dextrosa en polvo: El azúcar en polvo (azúcar glasé) es azúcar blanco finamente pulverizado con o sin antiaglomerantes añadidos. La dextrosa en polvo (dextrosa glasé) es dextrosa anhidra o dextrosa monohidrato finamente pulverizada, o una mezcla de ambas, con o sin antiaglomerantes añadidos.

Azúcar blando blanco, azúcar blando moreno, jarabe de glucosa, jarabe de glucosa deshidratado y azúcar de caña sin refinar: El azúcar blando blanco es azúcar húmedo purificado, de grano fino, de color blanco. El azúcar blando moreno es azúcar húmedo, de grano fino, de color marrón claro a marrón oscuro. El jarabe de glucosa es una solución acuosa concentrada y purificada de sacáridos nutritivos obtenidos del almidón y/o la inulina. El jarabe de glucosa deshidratado es jarabe de glucosa del que se ha separado parcialmente el agua. El azúcar de caña sin refinar es sacarosa parcialmente purificada, cristalizada a partir de jugo de caña parcialmente purificado sin más purificación.

- Saborizantes y aromatizantes

Se permite usar como saborizantes/aromatizantes aquellas sustancias aromáticas o mezclas de ellas obtenidas por procesos físicos o químicos de aislamiento o síntesis de tipo natural como lo es la canela y extracto de vainilla.

- Sal y sucedáneos de la sal

Incluye la sal y los sucedáneos de la sal empleados para aderezar alimentos.

Sal: Se trata principalmente de cloruro de sodio de calidad alimentaria. Incluye la sal de mesa, la sal yodada, la sal fluorada yodada y la sal dendrítica.

Sucedáneos de la sal: Los sucedáneos de la sal son aderezos con un contenido reducido de sodio destinado a emplearse en los alimentos en sustitución de la sal.

3.3 Riesgos asociados al proceso de elaboración y fabricación de galletas. (22)

El consumo de productos alimenticios contaminados puede provocar perjuicios en la salud de las personas que los ingieren, bien sean enfermedades de transmisión alimentaria, daños físicos en la boca o parte superior del aparato digestivo, o bien, alergias o intolerancias alimentarias en población sensible.

Por lo que se considera contaminante a cualquier agente biológico o químico, materia extraña u otras sustancias no añadidas intencionalmente a los alimentos y que puedan comprometer la inocuidad o la aptitud de los alimentos.

3.3.1 Riesgos Físicos. (22)

Se consideran contaminantes físicos o cuerpos extraños a las partículas y objetos impropios al alimento que, presentes en él, pueden causar efectos nocivos en la persona que lo ingiere.

Los posibles contaminantes físicos relacionados con el proceso de fabricación de galletas son comunes a otros sectores de la producción de alimentos. Las vías de entrada de los cuerpos extraños son las siguientes:

- Materias primas;
- Materiales de envase y embalaje;
- Instalaciones, maquinaria y equipos;
- Entorno de trabajo
- Manipuladores de alimentos.

Los denominados cuerpos extraños indeseables no suelen comportar riesgo físico para la salud de los consumidores, considerándose formalmente como defectos que provocarían insatisfacción del cliente; en ese caso, no deben ser objeto de estudio del sistema de autocontrol, sino del sistema de gestión de la calidad. No obstante, la disyuntiva entre peligro para la seguridad de los alimentos y defecto de calidad deberá resolverse durante la realización del análisis de peligros.

Las medidas de control aplicadas en las empresas fabricantes de galletas para minimizar y reducir hasta niveles aceptables los cuerpos extraños perjudiciales se gestionan a través del sistema de autocontrol, bien sea mediante la aplicación efectiva de los programas generales de higiene o del sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico.

- Etapas específicas que actúan como barrera física en fases iniciales (por ejemplo, cernedores, filtros, tamices, trampas magnéticas, etc.) o en fases intermedias y/o tras el envasado (por ejemplo, tamices, detectores de metales, visión artificial, etc.)
- Plan de control de proveedores
- Plan de formación del personal
- Plan de mantenimiento
- Plan de control de sustancias y materiales peligrosos
- Plan de limpieza y desinfección.

3.3.2 Riesgos Químicos. (22)

Los riesgos químicos son sustancias químicas que, presentes en un alimento en cantidad suficiente, pueden causar un efecto adverso para la salud del consumidor, sea con carácter agudo (inmediato o a corto plazo) o crónico (efecto perjudicial a medio o largo plazo debido a la ingesta reiterada de pequeñas dosis del contaminante durante un periodo continuado de tiempo).

A continuación se relacionan algunos ejemplos de posibles riesgos químicos asociados a la fabricación de galletas, agrupados en función de si éstos proceden de las materias primas, o bien, de las condiciones del proceso de transformación:

- a) Contaminantes químicos procedentes de las materias primas los cuales se encuentran:
 - Presentes de forma natural o que pueden aparecer en ciertas condiciones: micotoxinas (aflatoxinas, ocratoxinas, fumosinas)
 - Por presencia residual de sustancias utilizadas durante los procesos de producción primaria: plaguicidas, fertilizantes, etc.
 - Por contaminación ambiental durante las etapas de la producción primaria o por contaminación industrial a lo largo de los procesos de primera o segunda transformación: metales pesados, dioxinas, PCB, etc.
- b) Contaminantes químicos incorporados o formados durante el proceso de transformación:
 - Sustancias indeseables que aparecen durante el proceso de cocción a altas temperaturas en la propia matriz alimentaria: hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) o acrilamida.
 - Sustancias indeseables incorporadas de forma accidental o por contaminación cruzada durante el procesado.
 - Sustancias indeseables presentes por migración desde las superficies en contacto con los alimentos: componentes de los materiales de envase primario, incluidas las tintas de impresión.

- Presencia de ingredientes alérgenos e ingredientes que provocan intolerancia no declarados en el etiquetado de la unidad de venta.

Las medidas de control aplicadas en las empresas fabricantes de galletas para minimizar y reducir hasta niveles aceptables los riesgos químicos se gestionan a través del sistema de autocontrol, bien sea mediante la aplicación efectiva de los programas generales de higiene o del sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico:

- Controles en etapas específicas durante el proceso (control de temperaturas en el horneado, declaración de alérgenos en el etiquetado)
- Plan de control de proveedores
- Plan de suministro y control del agua
- Plan de formación del personal
- Plan de limpieza y desinfección
- Plan de control de plagas y animales indeseables
- Plan de control de sustancias y materiales peligrosos
- Plan de gestión de alérgenos
- Plan de mantenimiento
- Plan de almacenamiento

3.3.3 Riesgos Biológicos. (22)

Se entiende por riesgos biológicos aquellos agentes biológicos (parásitos, hongos, levaduras, bacterias o virus) que pueden causar un efecto adverso para la salud del consumidor.

En las galletas no deben presentarse riesgos biológicos, dadas las características del proceso de fabricación y su reducido contenido en humedad.

En cuanto a los factores intrínsecos: las galletas presentan muy bajo contenido en agua, con actividades de agua inferiores a 0,65. Éste es un factor limitante

que impide el crecimiento y desarrollo de los microorganismos patógenos y la germinación de las esporas bacterianas.

Tratamientos tecnológicos: el proceso de fabricación de galletas incluye un tratamiento térmico suficiente para eliminar la contaminación microbiana, y los productos intermedios incorporados tras el proceso de cocción (rellenos o coberturas) presentan una actividad de agua inferior a 0,65; entre la fase de horneado y el envasado primario, los programas generales de higiene y las buenas prácticas de fabricación evitan la re-contaminación microbiana y las contaminaciones cruzadas.

De entre los posibles parásitos que pueden ser el origen de una enfermedad alimentaria, y dado que en la fabricación de galletas no se utilizan muchos productos de origen animal (a excepción de la mantequilla, los huevos, la leche y sus derivados), únicamente son reseñables los vehiculados a través del agua, cuya gestión será llevada a cabo en el plan de suministro y control de la potabilidad del agua.

Quedan excluidos de la clasificación de riesgos biológicos los contaminantes microbiológicos (pájaros, roedores, insectos, etc.), ya que no suelen ser considerados propiamente como contaminantes biológicos, en todo caso, son vectores de contaminación microbiana. Los riesgos macrobiológicos son gestionados a través del plan de control de plagas y animales indeseables y algunos otros programas de prerequisites relacionados (plan de limpieza y desinfección, gestión de residuos, plan de mantenimiento, plan de formación, etc.).

Las medidas de control aplicadas en las empresas fabricantes de galletas para minimizar y reducir hasta niveles aceptables los riesgos biológicos se gestionan a través del sistema de autocontrol, bien sea mediante la aplicación efectiva de

los programas generales de higiene o del sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico.

- Controles en etapas específicas durante el proceso (control de temperaturas de refrigeración de ovoproductos, control de temperaturas de horneado, etc.)
- Plan de control de proveedores
- Plan de suministro y control del agua
- Plan de formación del personal
- Plan de limpieza y desinfección
- Plan de limpieza y desinfección
- Plan de control de plagas y animales indeseables
- Plan de mantenimiento
- Plan de almacenamiento

3.4 *Amaranthus cruentus* (Amaranto) (10, 20, 28)



Fig. N° 1 Flor del *Amaranthus cruentus* (Amaranto).

3.4.1 Taxonomía vegetal.

Reino: Vegetal

División: Fanerógama

Tipo: Embryophyta siphonogama

Subtipo: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Archyclamidae

Orden: Centrospermales

Familia: Amaranthaceae

Género: *Amaranthus*

Sección: *Amaranthus*

Especies: *caudatus*, *cruentus* e *hypochondriacus*.

Denominaciones y nombres vulgares: Amaranto (español); Amaranth (inglés), Kiwicha (Cusco, Perú), Achita (Ayacucho, Perú), Coyo (Cajamarca, Perú), Achis (Huaraz, Perú), Coimi, Millmi e Inca pachaqui o grano inca (Bolivia), Sangorache, Ataco, Quinoa de Castilla (Ecuador), Alegría y Huanthi (México), Rejgira, Ramdana, Eerai (India).

3.4.2 Historia

El amaranto es una planta que pertenece a la familia de las amarantáceas. Su cultivo en América se remonta a más de siete mil años, según evidencias arqueológicas se cree que es originario de Puebla, México. Los hallazgos arqueológicos efectuados en Tehuacán, Puebla, México, muestran que fueron ya cultivados hace más de 6 000 años. Bajo la cultura azteca, en el valle de Anáhuac, alcanzaron su máxima utilización. Su cultivo empezó a decaer en la época de la Colonia.

Los mayas quizás fueron los primeros en usar el amaranto, como cultivo de alto rendimiento, apreciando especialmente su valor alimenticio. Los Aztecas lo conocían como “huautli” y lo ligaban con sus ritos religiosos. Y los Incas lo denominaron “kiwicha” (pequeño gigante) y lo respetaban principalmente por sus poderes curativos. La palabra “amaranto” viene del griego y significa “planta que no se marchita”. El amaranto fue una planta que dentro de las actividades agrícolas de los pueblos prehispánicos pugnaba en importancia con el maíz y el frijol. Era consumida tanto en forma vegetal como cereal, y la producción del grano estuvo en su máximo apogeo durante los períodos Maya y Azteca en Centroamérica. La situación cambió cuando llegaron los españoles que prohibieron su cultivo y su consumo por considerarla “pagana”. Casi lograron erradicarla. Algunos estudiosos sostienen que se trató de una estrategia militar para mantener a la población débil y conquistarla más fácilmente, pues el amaranto era un alimento de guerreros.

Amaranto significa “vida eterna”, se le llamo así debido a que crece en tierra poco fértil y con una mínima cantidad de agua y también porque una sola planta puede producir cerca de un millón de semillas, y sin ser gramíneas, pueden conservar sus propiedades por más de 40 años.

Hoy en día el cultivo del amaranto está en auge ya que se están descubriendo sus propiedades. Actualmente, además de cultivarse en México, Perú, Bolivia se está produciendo en China, Estados Unidos y la India.

3.4.3 Botánica y Variedades.

El Amaranto pertenece a la familia amarantácea y se caracteriza por ser un cultivo de ciclo corto, tolerante a la sequía, resistente a enfermedades y a plagas o bien de baja incidencia en estas.

El género *Amaranthus* está compuesto por 50 especies, pero después de varios estudios se ha llegado a la conclusión de que las especies de semillas comestibles se reducen a tres:

- *Amaranthus Hypochondriacus* L.
- *Amaranthus caudatus* L.
- *Amaranthus cruentus* L.

Por su uso las especies de amaranto pueden clasificarse en dos grupos: Especies productoras de grano y especies utilizadas como verdura.

3.4.4 Descripción de la Planta

Las hojas de los amarantos son anchas brillantes, lisas o poco pubescentes de color verde o púrpura cuyo tamaño disminuye de la base al ápice, presentando borde entero de tamaño variable de 6,5 – 15 cm. Las hojas también varían en su forma; pueden ser romboides, lisas y de escasa o nula pubescencia. Las flores presentan coloraciones desde violetas, anaranjadas y rojas hasta doradas. Las panojas, algunas de hasta 50 cm de largo, parecidas a las del sorgo. Las semillas, aunque apenas más grandes que una semilla de mostaza miden entre 0.9-1.7 mm de diámetro y 1.000 semillas pesan alrededor de 0.6-1.2 g, se producen en cantidades masivas. Son de forma circular y de colores variados, así: existen granos blancos, blanco amarillentos, dorados, rosados, rojos y negros. Todas las especies silvestres presentan granos negros y de cubiertas muy duras.

Anatómicamente en el grano se distinguen tres partes principales: la cubierta, que es una capa de células muy fina conocida como epispermo, una segunda capa que está formada por los cotiledones y es la parte más rica en proteína y una capa interna, rica en almidones conocida como perisperma.

3.4.5 Requerimientos Edafoclimaticos.

- Luz solar: La mayoría de las variedades requieren periodos cortos de luz diurna. Sin embargo, hay especies que florecen en días cuyo periodo es de 12 a 16 horas.
- Precipitación: La precipitación anual aceptable para el cultivo de amaranto está entre 400 a 1.000 mm, aunque desarrollarse en áreas que reciban no más de 200mm. de agua lluvia. Después de que la planta se ha establecido tolera largos periodos de sequía e irregularidad de lluvias pero necesita de humedad desde el momento de la siembra hasta que aparezcan los retoños (durante el periodo de germinación), también necesita algo de humedad durante la época de polinización. El amaranto requiere la misma humedad que el sorgo y la mitad de la requerida por el maíz. La cantidad total de agua requerida por el amaranto a través de su ciclo de vida es del 60% en comparación a la requerida por el trigo o la cebada, por lo tanto es un cultivo ideal para regiones secas, ya que llegan a crecer mejor en condiciones secas y templadas.
- Altitud: Generalmente se desarrolla entre los 1,500 y 3,600 m, pero existen variedades comerciales que son cultivadas a nivel del mar cerca de Lima, Perú. La kiwicha es el único amaranto que prospera a más de 2,500m. en los Andes.
- Temperatura: Aunque tolera bajas temperaturas, no soporta las heladas. Se han encontrado especies que soportan hasta 4°C. El rango de temperatura entre 35 y 40°C.
- Tipo de suelo: el suelo ideal para el cultivo de amaranto es el que contiene una amplia variedad de nutrientes como también los suelos arenosos con alto contenido de humus. Se han descubierto genotipos que toleran suelos alcalinos hasta con un pH de 8.5. ciertas especies son

reconocidas por su tolerancia a suelos ácidos y a la toxicidad del aluminio.

3.4.6 Composición Química del grano

El grano ha llamado la atención, por dos razones de importancia; una de ellas es que la semilla de amaranto contiene más proteínas que los cereales (cuadro N°1). La segunda es que su proteína tiene un balance de aminoácidos esenciales bastante buenos para una proteína de origen vegetal, con cantidades relativamente altas de lisina, aminoácido esencial en el que es deficiente la proteína de los cereales. A estos dos factores habría que sumar uno más su contenido elevado de grasa vegetal, lo que lo hace un grano calóricamente superior a los cereales. El germen contiene el 65% de la proteína, mientras que en el endospermo solo se encuentra el 35%. El valor nutricional de amaranto en cuanto a su contenido proteico es casi 1.5 veces mayor que el de otros cereales.

Tabla N°1 Contenido nutricional (g en 100g de muestra) del grano de *Amaranthus sp* y *Amaranthus cruentus*.

Contenido	<i>Amaranthus sp.</i>	<i>Amaranthus cruentus</i>
Proteína	12.9	17.0
Grasa	7.2	8.1
Fibra Cruda	6.7	3.4
Ceniza	2.5	3.5
Carbohidratos	65.1	67.4
Calorías	377	405

University of Minnesota. (1990, August). Amaranth, perspectives on Production, Processing and Marketing. Pag. 28.

Tabla N°2 Comparacion del contenido de aminoácidos (mg/ g de N) entre *Amaranthus cruentus* y el patrón de referencia de la FAO.

Aminoácido	<i>Amaranto (A. cruentus)</i>	FAO referencia
Lisina	337	340
Treonina	238	250
Metionina	118	-
Cistina	127	-
Valina	269	310
Isoleucina	222	250
Leucina	344	440
Fenilalanina	263	-
Tirosina	200	-
Triptófano	463	60
Histidina	75	-
Arginina	159	-
Acido aspártico	434	-
Serina	387	-
Acido Glutámico	956	-
Prolina	244	-
Glicina	461	-
Alanina	216	-

University of Minnesota. (1990, August). Amaranth, perspectives on Production, Processing and Marketing. Pag. 28.

3.4.7 Usos

Además de los usos medicinales enormemente difundidos a lo largo de estos años el amaranto tiene usos destacados como colorante los cuales está incluido como uso artesanal, entre sus usos a nivel industria la semilla de amaranto se puede emplear en la elaboración de sopas (grano y harina) como espesante, fabricación de productos de panificación (pasteles, galletas, panes) utilizando el grano entero, harina, o grano reventado; elaboración de cereales (grano entero, reventado o germinado y molido).

3.4.8 Efecto del procesamiento en la calidad nutritiva del grano de Amaranto.

Reventado: El proceso de reventado incrementa el volumen de la semilla desde valores reportados 390% a 1050 %, incremento que se atribuye al tamaño de los granos de almidón, a su forma esférica, angular o poligonal, a su bajo contenido en amilasas, bajo poder de hinchazón, alta solubilidad, gran capacidad de retención de agua y un alto rango de temperatura de gelatinización. Otros factores importantes es el volumen de expansión son: Humedad del grano al tostarse, temperatura y condiciones de almacenamiento, temperatura de reventado, madurez de la semilla y genotipo. La densidad de las harinas de amaranto reventado es menor que la obtenida por otros procesos.

El reventado imparte sabor, color y aroma agradable , constituye factores antifisiológicos, mejora la relación de eficiencia proteínica y la digestibilidad , sin embargo, induce reacciones de algunos aminoácidos tales como la lisina con los carbohidratos presente en el alimento , ocasionando reducciones que van hasta un 30 % en la lisina reactiva del amaranto reventado respecto al crudo , y si el tratamiento térmico es muy severo , se pueden racemizar aminoácidos como alanina, ácido aspártico, ácido glutámico, y fenilalanina .

El efecto térmico sobre el procesamiento sobre la calidad nutricional del amaranto ha sido investigado. Bressani, encontró que la calidad del producto es inferior a la del producto crudo tanto en NPR como en crecimiento de animales, y la digestibilidad disminuyó de 76.4 % a 59.5%. En otros estudios se encontró que cuando las semillas son reventadas a temperaturas de 160° por dos o tres segundos, no hubo efecto significativo sobre la calidad de la proteína. Sin embargo altas temperaturas reducen la calidad de la proteína. Tena en su estudio donde se valora el efecto del tratamiento térmico sobre diferentes procesos, encuentra que el procesamiento mejora la digestibilidad de proteína y de PER siendo mejor el tratamiento por reventado en comparación con

amaranto cocido con cal y germinando. Otros estudios encuentran que la calidad con el tratamiento previo a la semilla.

3.4.9 Metodología para la obtención de harina de amaranto.

- Recepción: Se recibió la materia prima de acuerdo a las especificaciones.
- Selección: En este paso se clasifica la materia prima eliminando todo aquel grano que presente golpes e imperfecciones, magulladuras, etc.
- Lavado: Una vez se realiza la selección del grano se procede a lavar con agua Potable el grano, con el fin de eliminar impurezas como tierra y ayudar a reducir la carga microbiana.
- Pesado: Se empleó una balanza para efectuar el respectivo pesado de la materia prima (semillas de amaranto).
- Secado: Se emplea una estufa adecuada que permita obtener las condiciones idóneas para el producto. El producto debe alcanzar humedad de 12% al final del secado.
- Molienda: Este proceso se llevó a cabo utilizando un molino de bolas controlando la rotura para así evitar un sobrecalentamiento de la harina en el proceso de molienda.
- Tamizado: El producto molido se tamiza.
- Almacenado: Finalmente la harina de amaranto se almacena

3.5 *Sorghum bicolor* L. Moench (Sorgo) (6,9,12,15,16,18, 29)



Fig. N° 2 Inflorescencias de *Sorghum bicolor* (sorgo)

3.5.1 Taxonomía vegetal.

Nombre Científico: *Sorghum* Moench

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Andropogoneae

Subtribu: Andropogoninae

Género: *Sorghum*

Especie: *bicolor*

3.5.2 Historia

Los primeros informes muestran que el sorgo existió en India en el siglo I d. C. Esculturas que lo describen se hallaron en ruinas asirias de 700 años a. C. Sin embargo, el sorgo quizás sea originario de África Central, Etiopía o Sudán, pues

es allí donde se encuentra la mayor diversidad de tipos. Esta diversidad disminuye hacia el norte de África y Asia. Existen sin embargo, ciertas evidencias de que surgió en forma independiente tanto en África como en la India. Los tipos salvajes encontrados en África Central y del Este no son aconsejables para usar en la agricultura actual, pero los fitogenetistas continúan buscándolos para crear nuevos germoplasmas, con el objeto de incorporar características deseables dentro de las líneas genéticas actuales.

El sorgo como cultivo doméstico llegó a Europa aproximadamente hacia el año 60 d. C. pero nunca se extendió mucho en este continente. No se sabe cuándo se introdujo la planta por primera vez en América. Las primeras semillas probablemente se llevaron al hemisferio Occidental en barcos de esclavos procedentes de África. Los primeros sorgos dejaban mucho que desear como cultivo granífero. Eran muy altos y, por lo tanto, susceptibles al acame y difíciles de cosechar. Además maduraban muy tardíamente.

Los tipos Kafir y Milo fueron seleccionados como productores de granos por los primeros colonos en las grandes planicies debido a que su tolerancia a la sequía es mayor que la del maíz. Con el advenimiento de las máquinas cosechadoras se hicieron selecciones a partir de los materiales originales, obteniendo tipos más precoces y algo más bajos. Sin embargo, fue la combinación de "tipos" de sorgo granífero, iniciada por John B. Seiglinger de Oklahoma, lo que hizo posible cultivarlos utilizando la cosecha mecanizada.

El desarrollo posterior de los tipos precoces, así como de variedades resistentes a enfermedades e insectos, junto con el mejoramiento de otras prácticas de producción, estableció firmemente el sorgo grano como un importante cultivo.

3.5.3 Clasificación botánica y variedades.

Los sorgos es un género botánico de unas 20 especies de gramíneas oriundas de las regiones tropicales y subtropicales de África oriental.

Se cultivan en su zona de origen, Europa, América y Asia como cereal para consumo humano, animal, en la producción de forrajes, y para la elaboración de bebidas alcohólicas. Su resistencia a la sequía y el calor lo hace un cultivo importante en regiones áridas, y es uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo.

3.5.4 Descripción de la planta.

Herbácea, de crecimiento anual, la mayoría de las veces provista de rizoma, de tallos recios, nudosos y con entrenudos huecos, tiene una altura de 1-2 metro. Las raíces son adventicias, fibrosas y desarrollan numerosas raíces laterales; la profusa ramificación y amplia distribución es la razón por la que presenta resistencia a la sequía, su tallo presenta un número de hojas comprendido entre 5 - 24; están provistas de una vaina más larga que los entrenudos a los que cubre y rodea completamente; la vaina termina en una corta lígula membranosa y el limbo de la hoja es de forma lanceolado-acintada y de una longitud comprendida entre 30 a 100 cm.

Su inflorescencia se llama panícula (racimo) es compacta en algunas variedades y abierta en otras, cuenta con un raquis central completamente escondido por la densidad de las ramas de la panícula o totalmente expuesto. La inserción de la panícula es importante para la cosecha mecanizada y para la tolerancia a enfermedades. La panícula es corta o larga, suelta y abierta, compacta o semicompacta; puede tener de 4 a 25 cm de largo, de 2 a 20 cm de ancho y puede llegar a tener hasta 6000 flores. Los granos son pequeños (1000 g. es el peso aproximado de 1000 granos). El color de la semilla es blanco, rojo, café o amarillo. Es una carióspside que contiene un alto contenido de almidón.

3.5.5 Requerimientos edafoclimaticos.

Requerimientos hídricos El sorgo tolera mejor la sequía y el exceso de humedad en el suelo que la mayoría de los cereales y crece bien bajo una amplia gama de condiciones en el suelo. Responde favorablemente a la irrigación, requiriendo un mínimo de 250 mm durante su ciclo, con un óptimo comprendido entre los 400-550 mm.

Tabla N°3 Requerimientos de agua para el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor*).

Requerimiento en el ciclo	mm de agua
Óptimo	400-550
Conveniente	350
Mínimo	250

Comité sistema producto sorgo de Michoacán (2011, Diciembre) Plan Rector. México.

Es fundamental que el suelo tenga una adecuada humedad en el momento de la siembra para lograr una emergencia rápida y homogénea y con ello una buena implantación del cultivo. Las mayores exigencias en agua comienzan unos 30 días después de emergencia y continúan hasta el llenado de los granos, siendo las etapas más críticas las de panojamiento y floración, puesto que deficiencias hídricas en estos momentos producen mermas en los rendimientos.

El sorgo, además tiene la capacidad de permanecer latente durante un periodo de sequía y reemprender su crecimiento en periodos favorables, aunque estas situaciones de estrés modifican su comportamiento.

Temperatura: El sorgo requiere temperaturas altas para su desarrollo normal, siendo por lo tanto más sensible a las bajas temperaturas que otros cultivos.

Para la germinación necesita una temperatura de suelo no inferior a los 18 °C. El crecimiento de la planta no es verdaderamente activo hasta que se sobrepasan los 15 °C, situándose el óptimo hacia los 32 °C. Durante la floración requiere una mínima de 16 °C, pues por debajo de este nivel se puede producir esterilidad de las espiguillas y reducir el rendimiento del grano. Por el contrario, resiste bien el calor, si el suelo es suficientemente fresco no se comprueba corrimiento de flores con los fuertes calores.

Tipo de suelo: El sorgo se desarrolla bien en terrenos alcalinos, sobre todo las variedades azucaradas que exigen la presencia en el suelo de carbonato cálcico, lo que aumenta el contenido de sacarosa en tallos y hojas. Prefiere suelos profundos, sin exceso de sales, con buen drenaje, sin capas endurecidas, de buena fertilidad y un pH comprendido entre 6,2 y 7,8. Es moderadamente tolerante a suelos con alguna salinidad y/o alcalinidad, siendo su comportamiento, ante esas condiciones mejor que la de otros cultivos como maní, soja y maíz.

3.5.6 Composición química del grano

El grano de sorgo está constituido básicamente por proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas, minerales y polifenoles, en porcentajes variables según genotipo y ambiente (Tabla N° 4)

Tabla N°4 Composición promedio de los principales constituyentes (g en 100g de muestra) del Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench)

Componentes (g/100g)	Sorgo
Proteína	7.0 -14.0
Lípidos	2.4-6.5
Carbohidratos	70.0 – 90.0
Fibra	1.2 – 3.5
Calcio	11.0 – 58.6
Fosforo	167.0-751.0
Hierro	0.9-20.0
Tiamina (vitamina B ₁)	0.2-0.5
Niacina (vitamina B ₃)	2.9-6.4
Riboflavina (vitamina B ₂)	0.1-0.2

Domanski, C., Giorda, L. M. y Feresin, O.(1997). Composición y calidad del grano de sorgo. EEA INTA Manfredi. Argentina

Tabla N°5 Comparación del contenido de aminoácidos (g en 100g de muestra) entre el sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y el patrón de la FAO en el balance proteico.

Aminoácido	Sorgo	aa FAO
Lisina	2.4	4.3
Treoniana	3.3	3.3
Valina	4.8	2.8
Isoleucina	3.8	4.3
Leucina	13.3	4.9
Tirosina	1.8	2.5
Fenilalanina	4.9	2.9
Triptófano	1.0	1.1
Metionina	1.2	1.7

Domanski, C., Giorda, L. M. y Feresin, O.(1997). Composición y calidad del grano de sorgo. EEA INTA Manfredi. Argentina

La composición química del sorgo es similar a la del maíz; diferenciándolos el contenido de almidón y proteína encontrándose en mayor concentración en el sorgo y en el aceite que es mayor en maíz. El contenido de proteína del sorgo está comprendido entre 5 y 19, 3 %, con una media de 10.7 % este valor depende del tratamiento que se le da al cultivo desde su siembra.

El contenido de proteína del endospermo está más influenciado por la eficiencia en la absorción de Nitrógeno (N) y su translocación a la semilla, que por la cantidad y forma de N aplicado al suelo. El N conduce más a menudo a un alto rendimiento de grano, que a un contenido más elevado de proteína en el grano. El N foliarmente aplicado, resulta en un mayor contenido de proteína del grano, que el N aplicado al suelo.

Las proteínas del sorgo son en general altas en los aminoácidos, leucina, ácido glutámico, alanina, prolina y ácido aspártico, siendo lisina, metionina y triptófano los más limitantes (Tabla N°5).

El contenido energético del sorgo proviene de los carbohidratos y los lípidos presentes. El principal carbohidrato de sorgo, como en todos los cereales, es el almidón, variando en sorgo el contenido del mismo según el genotipo, con valores promedios alrededor del 74 %.

a) POLIFENOLES

Todos los sorgos contienen polifenoles, los cuales afectan el color, la apariencia y el valor nutritivo del grano y sus productos. Los polifenoles incluyen pigmentos de antocianina que se encuentran principalmente en el epicarpio y en la testa del grano y muchos de ellos tienen desventajas nutricionales. Hay tres grupos básicos de polifenoles: ácidos fenólicos, flavonoides y los taninos condensados.

Todos los sorgos tienen ácidos fenólicos, la mayoría contiene flavonoides (antocianidinas, catequinas y leucoantocianidinas) y muchos cultivares (sorgos

marrones) taninos condensados (no hidrolizables). El tanino está localizado principalmente en la testa y además en la parte exterior e interior del pericarpio.

La presencia de taninos es una característica que le confiere al sorgo tolerancia al daño de pájaros, aparentemente como resultado del sabor astringente de los antocianógenos, precursores de los taninos condensados, durante los estados lechoso y pastoso de la maduración. También se ha observado que los taninos confieren una mayor resistencia al "weathering" del grano y al brotado de la panoja ("sprouting").

Los sorgos con taninos empleados en dietas puras en monogástricos tienen efectos detrimentales sobre el valor nutricional de las mismas, ya que se ligan a las proteínas y las precipitan reduciendo de esta manera tanto la proteína total como su digestibilidad e inhibiendo la actividad de varios sistemas enzimáticos.

Los sorgos marrones, de alto contenido en tanino, pueden causar una reducción de hasta el 30 % de la eficiencia alimentaria, en comparación con los sorgos sin taninos, en no rumiantes. La difusión de la siembra de sorgos con bajo o sin tanino, de alta calidad de proteína y forraje propendería a un más eficiente aprovechamiento del grano destinado al consumo interno.

Esto daría una respuesta a la inquietud de los mercados demandantes de granos de sorgo con bajo tanino liberando a la exportación partidas extras de maíz y trigo reemplazadas por éste sucedáneo de bajo costo de producción.

3.5.7 Usos

El sorgo es uno de los cereales que por años ha sido y seguirá siendo el más utilizado para la alimentación animal ya sea su forraje y su grano aunque actualmente se utiliza también en la alimentación humana para la elaboración de productos farináceos se pueden elaborar muchos productos alimenticios, ya sea en combinación con harinas de otros cereales (harinas compuestas),

utilizando harina de sorgo pura, sin mezclas, los productos que se elaboran son pan, pastas, cereales para desayuno y galletas entre otros.

3.5.8 Variedad RCV

Esta variedad fue introducida en el país por el programa LASIP/CIMMYT, a través de los ensayos de la comisión latinoamericana de investigación de sorgo (CLAU) en el ensayo vovac-91 entre 31, identificada experimentalmente como ICSV-LM-90503.

3.5.8.1 Características de la variedad RCV

Tabla N° 6 Características agronómicas de las variedades de sorgo, fotoinsensitivas generadas por CENTA y que actualmente se siembra en monocultivo.

Características	Valores/Resultados
Polinización cruzada	4.5
Días al 50 % de la floración	72
Días a maduración fisiológica	102
Días de cosecha	110
Altura de la planta	Mayor 200 cm; Agosto 180 cm
Tamaño de la panoja	28 cm
Color del grano	Blanco cristalino
Numero de hojas	12
Rendimiento en grano	80 qq/mz
Rendimiento en zacate verde	38.2 t/ha
Color de la planta	Canela
Reacción a enfermedades foliares	Resistente

MAG-CENTA. (1998). Hoja Divulgativa 160, RCV nueva variedad de sorgo. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre Granos en Centroamérica. PRIAG. San Andrés, La Libertad, El Salvador, C.A. Autor

El grano es rico en proteínas (12%), Carbohidratos (66%) y el contenido de taninos y fenoles (es muy bajo) se considera un grano de excelente calidad para consumo humano y animal.

3.5.9 Industrialización del grano de sorgo para consumo humano

En El Salvador, el sorgo ha sido consumido principalmente por el estrato de población de escasos recursos económicos, en forma de tortillas, pan tradicional (galletas y salpores) y bebidas reconstituyentes como atoles y refrescos, que pueden elaborarse sustituyendo en un 100% al maíz y trigo; también es utilizado en mezclas para la preparación de espesantes y condimentos para uso en la cocina.

En la actualidad, el CENTA está promoviendo el uso de la harina de sorgo en la industria panificadora, ya que se ha encontrado que es factible técnica y económicamente, en la elaboración de pan tradicional con un 100% de harina de sorgo, y sustituir desde 15 hasta un 50% a la harina de trigo en formulaciones de panes comerciales, sin bajar la calidad nutricional del producto. La harina de sorgo tiene la ventaja de que no tiene gluten, por lo que representa una alternativa para la elaboración de pan libre de gluten y satisfacer a los consumidores alérgicos a esa proteína. En otros países utilizan el sorgo para elaboración de bebidas alcohólicas y otras formas alimenticias según las costumbres.

Tabla N°7 Porcentaje de harina de sorgo utilizado en algunos productos alimenticios.

Tipo de producto	% de sorgo utilizado
Tortillas	100
Atoles	100
Pan dulce tradicional	100
Pan dulce comercial	15-50
Pan francés	15

MAG-CENTA. Guía técnica del sorgo (Sorghum bicolor, L Moench).

3.5.9.1 Variedades de sorgo para elaboración de harina.

Las variedades de sorgo para elaborar harina deben seleccionarse de acuerdo con los parámetros de calidad, tales como: color, contenido de proteína, dureza y ausencia de taninos. El CENTA ha trabajado por muchos años en la investigación de sorgos blancos para la elaboración de harina de buena calidad recomendándose variedades como CENTA RCV, CENTA Soberano, CENTA S-3 y CENTA Jocoro, y algunas variedades criollas con características similares, que cumplen con los requisitos mencionados anteriormente.

3.5.9.2 Procesamiento del grano de sorgo para la producción de harina

La producción de harina en escala industrial es importante, ya que se puede producir mayores volúmenes, que contribuyan en la reducción de la importación y uso de la harina de trigo. Al producir una harina tamizada y refinada permite sustituir mayores cantidades de harina de trigo en las diferentes formulaciones de pan, logrando al mismo tiempo un posicionamiento en el mercado.

La harina se puede elaborar en forma artesanal en pequeña escala a partir de las variedades conocidas para este fin. El inconveniente de ese proceso es que no se puede descortezar el grano, por lo que en la molienda es más difícil obtener un tamaño de partícula como en las harinas refinadas. Esto se logra superar con la utilización de maquinaria industrial (descortezadora) que quita la cascarilla al grano y favorece eficientemente la molienda.

3.5.9.3 Control de calidad de materia prima.

El procesamiento planteado en esta guía se describe de acuerdo con las funciones de los departamentos que constituyen la industria molinera de cereales, cuyo trabajo se desarrolla simultáneamente, como son los departamentos de control de calidad de materia prima, producción y control de calidad de producto terminado.

El proceso de producción de harina a nivel industrial requiere del cumplimiento de requisitos de calidad del grano para pasar a los molinos; siendo estos los siguientes:

3.5.9.4 Selección de la variedad

Verificar que el sorgo a utilizar sea de las variedades recomendadas para consumo humano; en caso de no identificarlas, solicitar asesoría al CENTA, para analizar la calidad del grano.

3.5.9.5 Contenido de taninos

Los taninos son compuestos fenólicos que tienen la capacidad de precipitar proteínas. Los compuestos que se forman entre proteínas y taninos no son desdoblados por el organismo, lo que hace que se reduzca la asimilación de las proteínas.

Se ha comprobado que la mayoría de las variedades de sorgo que se cultivan en El Salvador no contienen taninos, sin embargo en variedades introducidas se puede verificar este contenido; mediante la prueba de blanqueo que consiste en agregar una solución de hidróxido de potasio y cloro al 5% al grano, que desprende el pericarpio y pigmenta la testa del grano que contiene taninos con una capa negra. La prueba de blanqueo es usada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y el Servicio Federal de Inspección de Granos para probar la presencia de taninos en sorgo.

3.5.9.6 Color del grano

Debe ser de preferencia blanco ó crema, éste parámetro puede determinarse a simple vistazo utilizando un colorímetro.

3.5.9.7 Contenido de proteína

Es un factor muy importante a evaluar. El rango promedio de proteínas en los sorgos debe estar entre 9 a 11%. Si se usa una variedad de la cual se desconoce el porcentaje de proteína es recomendable realizar un análisis bromatológico del grano para saber si está dentro de los valores promedios.

Dureza del grano : La dureza depende de la humedad y la estructura del grano y puede determinarse con una prueba simple, que consiste en cortar el grano por mitad y raspar el interior; si las partículas que se desprenden son finas y se desprenden con facilidad, indica que el grano es blando.

También este parámetro puede ser medido objetivamente utilizando un equipo especial llamado Hardness single tester. (Medidor de dureza individual)

3.5.9.8 Operaciones pre-proceso de producción de harina.

- Limpieza y lavado: Implica la eliminación de impurezas, materias extrañas (insectos, tierra, piedras), posteriormente el lavado del grano con agua potable.
- Preparación de grano: para facilitar la molienda se recomienda el siguiente procedimiento, pero antes debe seleccionarse uno de los siguientes métodos de preparación de grano antes de la molienda.
 - a) Descortezado: es la remoción del pericarpio y la testa por medio de abrasión ó fricción; con esto se mejora el color de la harina ya que se obtiene más blanca, aunque al remover el pericarpio (cascarilla), se pierde una cantidad considerable de nutrientes.
 - b) Temperado: consiste en añadir agua al grano bajo agitación por al menos 16 horas para incrementar el contenido de humedad hasta 15 - 16%, ya que a mayor contenido de humedad el grano se reblandece y facilita la molienda.
 - c) Quebrado del grano: el grano puede quebrarse para facilitar la molienda con grano seco o para facilitar la hidratación del grano durante el temperado; puede quebrarse en aproximadamente cuatro partes.
 - d) Combinación de tratamientos: los tratamientos de preparación de grano pueden usarse solos o combinando dos o más de estos. La combinación de tratamientos que ha resultado más eficiente es el uso

del grano descortezado, quebrado y temperado. También podría utilizarse grano descortezado y temperado.

- Secado: si el grano va a ser molido en seco quebrado y/o descortezado debe ser secado previamente al sol o utilizando secadores de aire caliente.

3.5.9.9 Producción de harina

La producción de harina de sorgo es la última etapa de todo el proceso explicado con anterioridad y cubre las siguientes fases:

- Molienda: la molienda depende de los productos que se desean obtener y del equipo que se disponga. Existen diversos tipos de molinos que pueden adecuarse para la molienda del grano de sorgo; entre ellos el molino de piedras, de martillo, de rodillos, etc.
- Enfriamiento: es importante el enfriamiento de la harina, ya que con la molienda se somete a un calentamiento; si la harina no es enfriada adecuadamente antes del empaque, podría haber condensación de los vapores e incrementar la humedad, lo cual sería perjudicial para la conservación de la harina.
- Empaque: El empaque debe ser en bolsas de polietileno, selladas adecuadamente para evitar la penetración de humedad e insectos, si la producción es a pequeña escala se puede empacar en bolsas plásticas.
- Almacenamiento: Debe almacenarse la harina empacada en espacios secos, libres de humedad, con temperaturas adecuadas que no excedan de los 32 ° C.
- Vida útil de la harina: Si la harina cumple con todos los requisitos de calidad; y con un almacenamiento adecuado se asegura una vida útil de 6 meses.

3.5.8.10 Productos y subproductos de la molienda, usos actuales y potenciales:

Cuadro N°1. Productos obtenidos de la molienda del grano de sorgo y sus usos

Producto	Uso actual	Uso potencial
Harina	Panificación (panes tradicionales), bebidas (atoles y refrescos), totillas	Snacks, bebidas, pastas alimenticias, cereales para el desayuno etc.
Afrecho o pulimentó	Concentrado para animales	Elaboración de pan con fibra dietética , elaboración de suplementos nutricionales con fibra , extracción de compuestos antioxidantes

MAG-CENTA. Guía técnica del sorgo (Sorghum bicolor, L Moench).

3.5.9.11 Control de calidad en harina.⁽²⁴⁾

- Calidad física

La harina debe cumplir con las siguientes normas de calidad:

- Color: el color de la harina de sorgo debe ser blanco o amarillo claro, lo cual depende de la adecuada selección del grano.
- Humedad: para asegurar la conservación de la harina debe tener una humedad del 11 al 12%.
- Tamaño de partícula: depende del tipo de producto a desarrollar, por ejemplo: para elaborar panes con levadura y pastelería, se requiere de harina de partícula fina; en cambio para panes tradicionales y galletas, la harina puede ser de partículas más gruesas. El tamaño de partícula puede ser medido por medio de tamizado con los tamices recomendados para harina de sorgo; según el Codex Alimentarius para harina fina de sorgo deberá ser de 0.5 mm.
- Materia extraña: la harina debe estar libre de insectos materia extraña como piedras palos y otros.

- Olor: debe ser característico de la harina, no debe poseer olores extraños tales como: rancio, tierra, moho, etc.

- Contaminantes

Metales pesados: La harina de sorgo deberá estar exenta de metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana. El límite máximo admisible para el contenido de arsénico y cobre es 1.0 mg/kg.

Residuos de plaguicidas :La harina de sorgo deberá ajustarse a los límites máximos para residuos establecidos por la comisión del Codex Alimentarius para este producto.

3.6 Evaluación hedónica ⁽³⁰⁾

Es una prueba de degustación que está destinada a medir cuanto agrada o desagrada un producto.

En esta prueba las muestras se presentan individualizadas, en diferentes ordenes para cada individuo y se pide al catador que las califique de acuerdo a escalas categorizadas, que puedan tener diferentes números de categorías y que comúnmente van desde “gusta mucho” hasta “me disgusta mucho”. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, señalando la categoría apropiada.

Descripción de la tarea de los panelistas: A los panelistas se les pedirá evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuanto les agrada cada muestra, en una escala de 4 puntos. Para ello los panelistas marcan una categoría en la escala, que va desde "me gusta mucho" hasta "me disgusta mucho". En esta escala es permitido asignar la misma categoría a más de una muestra.

Presentación de las muestras: Las muestras se presentan en platos idénticos y codificados. El orden en que se presente la muestra a los

panelistas también es aleatoria. Las muestras se presentan simultáneamente ya que, es más fácil de administrar y le permite a los panelistas volver a evaluar las muestras si así lo desean además permite hacer comparaciones entre las muestras.

3.7 Análisis bromatológico proximal ⁽¹⁾

3.7.1 Determinación de humedad y materia seca.

Fundamento: Cuando se conoce la cantidad de agua que tiene un alimento, y se resta este valor del 100%, se obtiene como resultado la materia seca, o materia libre de agua. La aplicación de calor (100 a 105°C) a la muestra de alimento ocasiona que el agua presente se evapore. Una vez conocido el contenido de agua o de humedad, se puede calcular el porcentaje correspondiente a la materia seca.

3.7.2 Determinación de Ceniza

Fundamento: La cantidad de cenizas que contiene un ingrediente o alimento se determina mediante la calcinación de la muestra a una temperatura controlada. El calentamiento a temperaturas de 500 a 600°C, incinera la materia orgánica presente en la muestra, permaneciendo la materia inorgánica o cenizas; esta porción representa el contenido mineral de la muestra, por esta razón, este procedimiento también sirve para la determinación de elementos trazas en los ingredientes (sobre las cenizas obtenidas se efectúan los análisis químicos correspondientes).

3.7.3 Determinación del extracto etéreo

Fundamento: La determinación de grasa en los ingredientes alimenticios se basa en su propiedad de ser solubles en solventes orgánicos, se usa un solvente orgánico el cual se calienta para que se volatilice, se hace pasar el solvente a través de la muestra, arrastrando consigo las sustancias solubles.

El proceso descrito se repite en forma continua, hasta que no queden residuos de material extraíble en la muestra, posteriormente el solvente se destila y el material soluble permanece en el recipiente colector.

3.7.4 Determinación de fibra cruda

Fundamento: Una muestra libre de humedad y grasa se digiere primero con una solución de ácido débil y luego con una solución de base débil los residuos orgánicos restantes se recogen en un crisol filtro. La pérdida de peso después de quemar la muestra, se denomina fibra cruda.

3.7.5 Determinación de nitrógeno y proteína

Fundamento: El nitrógeno de la proteína y otros componentes se transforman en sulfato de amonio por medio de la digestión con ácido sulfúrico en ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se le agrega hidróxido de sodio. El amonio presente se desprende y a la vez se destila y se recibe en una solución de ácido bórico que luego se titula con ácido sulfúrico.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 Diseño metodológico.

4.1 Tipo de estudio.

Experimental: La parte experimental de esta investigación se desarrolló en el Laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia, Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas y en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), todos de la Universidad de El Salvador.

Bibliográfico: Se revisó información bibliográfica del tema a investigar y de los análisis a realizar.

Retrospectivo: Se ha tomado información de investigaciones anteriormente realizadas a base de sorgo y amaranto.

Prospectivo: Los resultados obtenidos estarán disponibles para ser utilizados en futuras investigaciones.

4.2 Investigación bibliográfica

La investigación bibliográfica se realizó en:

- Biblioteca Dr. Benjamín Orozco de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Alvares Córdova"(CENTA)
- Internet

4.3 Investigación de campo

Desde el año 2012 se han realizado pequeñas investigaciones en las cuales se evaluó la consistencia, sabor y nivel de aceptación de alimentos con sustitución parcial o total de harina de sorgo por harina tanto de trigo como de maíz con el apoyo de docentes de la cátedra de Química Agrícola Aplicada de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador obteniendo resultados aceptables en cuanto a la consistencia de los alimentos elaborados, y el sabor catalogado como excelente; sin embargo, el hecho de que el sorgo se ha difundido mucho como alimento para consumo animal hacia que algunos consumidores no quisieran degustar el producto hasta que se les explicaba las características nutricionales, agrícolas, y su amplia utilización para la alimentación humana a nivel internacional.

4.4 Parte experimental

4.4.1 Recolección la muestra

Universo: Grano de sorgo variedad RCV y grano de amaranto variedad Don Armando, cultivados en El Salvador en el año 2013.

Muestra: 100 libras de grano de Sorgo de la variedad RCV fue recolectado en el Cantón Alemán Nahuilingo Sonsonate (Ver Anexo N° 1) y 100 libras de grano de amaranto de variedad Don Armando fueron recolectadas en el municipio de Atiquizaya Departamento de Ahuachapán.

4.4.2 Proceso para la obtención de la harina de sorgo ⁽¹⁸⁾

(Ver anexo N°2)

- Limpiar y seleccionar el grano.
- Lavar el grano con abundante agua y con una solución de Hipoclorito de sodio de 500 ppm.
- Secar el grano a 100 °C durante 20 minutos.

- Tostar el grano a 160 °C durante 7 minutos.
- Enfriar el grano hasta temperatura ambiente.
- Moler el grano tostado para obtener la harina.
- Enfriar la harina.
- Empacar la harina en bolsas de plástico y posteriormente en bolsas de papel kraf.

4.4.3 Proceso para la obtención de harina de amaranto ⁽²⁰⁾

(Ver anexo N°2)

- Limpiar el grano, si está muy sucio lavar con agua caliente y bicarbonato de sodio al 10 % para separar los granos defectuosos.
- Secar al sol sobre sacos durante 8 horas.
- Calentar un comal o cacerola a 160°C y colocar el grano.
- Reventar el grano exponiéndolo al calor durante 20 a 25 segundos.
- Retirar el grano quemado.
- Enfriar el grano reventado hasta temperatura ambiente.
- Moler el grano reventado para obtener la harina.
- Enfriar la harina.
- Empacar la harina en bolsas de plástico y posteriormente en bolsas de papel kraf.

4.4.4 Elaboración de la harina compuesta

Tabla N°8 Pre-Formulación de harina compuesta (P/P).

Propuesta de pre-formulación de harinas	Sorgo (%)	Amaranto (%)
Pre-formulación 1	75	25
Pre-formulación 2	50	50
Pre-formulación 3	25	75
Pre-formulación 4	27	63

4.4.5 Procedimiento para realizar la harina compuesta

- Pesar la harina de sorgo y amaranto respectivamente para realizar las formulaciones 1, 2 3 y 4.
- Agregar las cantidades de harina compuesta para cada formulación en una bolsa plástica con capacidad para cinco libras, simulando un mezclador volteador colocar las dos harinas en la bolsa de 5 libras y mezclar durante cinco minutos.
- Empacar la harina en una bolsa de papel kraf.
- Identificar cada una de las formulaciones en las bolsas de papel kraf.
- Almacenar en un lugar limpio y seco.

4.4.6 Propuesta para la Pre-formulación general de las galletas a elaborar ⁽¹⁷⁾

Tabla N° 9 Propuesta para la pre-formulación de galletas a elaborar, para un kilogramo de mezcla.

MATERIAS PRIMAS	CANTIDADES (G)
Harina compuesta	420
Mantequilla	85
Manteca	40
Azúcar	170
Leche en polvo	170
Canela	2
Sal	1
Fécula de maíz	1
Vainilla	2
Agua	109
Total	1000

4.4.7 Procedimiento de elaboración de las galletas

- Pesar en una balanza analítica los ingredientes de la formulación.
- Mezclar la harina compuesta con la canela, leche en polvo, fécula de maíz, sal y azúcar.
- A la mezcla anterior añadir la mantequilla y homogenizar.
- Agregar el agua y mezclar hasta tener una masa homogénea.
- Dejar reposar por 10 minutos.
- Moldear la masa en galletas.
- Hornear a 300°F (148°C) durante 10 a 12 minutos.
- Enfriar las galletas.
- Almacenar en bolsas de papel kraf.
- Este mismo procedimiento se realizó utilizando las tres formulaciones de harinas para la elaboración de las galletas.

4.4.8 Análisis Sensorial ⁽³⁰⁾

La evaluación sensorial de las galletas se realizó en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador. Se contó con cinco grupos de 10 panelistas cada uno de ambos sexos, de diferentes edades quienes evaluaron las 3 formulaciones de galletas elaboradas. Las características sensoriales a evaluar fueron: color, sabor y textura; calificándolas en me gusta mucho, me gusta poco, no me gusta ni disgusta, me disgusta poco, me disgusta mucho (Ver anexo N°3).

La prueba hedónica se realizó no más de 12 horas después de elaboradas las galletas. Y se aseguró que los panelistas no tuvieran contacto visual entre sí. Antes de iniciar la evaluación, se les dieron las indicaciones a los panelistas sobre la manera correcta de realizar el llenado del instrumento (Ver anexo N°3). Posteriormente a cada uno de los panelistas se les entregaron muestra de las tres formulaciones de galletas (codificadas como F1, F2, F3 y F4) en platos idénticos conteniendo una galleta de cada formulación. (Ver anexo N° 6)

4.4.9 Análisis estadístico ⁽³⁰⁾

Para el análisis de los datos, las categorías se convirtieron en puntajes numéricos del 1 al 5, donde 5 representa “me gusta mucho”; 4, “me gusta poco”; 3, “No me gusta ni disgusta”; 2, “me disgusta poco” y 1 representa “me disgusta mucho”. Los puntajes numéricos para cada muestra, se tabularon y analizaron utilizando análisis de varianza (ANOVA), haciendo uso del programa Statgraphics Centurion XVI versión 16.1.15 para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras.

4.5 Análisis bromatológico proximal de la galleta mejor evaluada y de la Harina compuesta. ⁽¹⁾

Cada determinación de las descritas a continuación se realizó por triplicado y se presenta como resultado el promedio de las tres repeticiones.

4.5.1 Determinación de humedad y materia seca.

Procedimiento (Ver anexo N°4 y anexo N°5)

- Limpiar la caja de aluminio con una torunda de algodón impregnada con alcohol etílico al 95 %.
- Colocar la caja de aluminio en una estufa a 105 °C durante 2 horas.
- Retirar de la estufa la caja de aluminio y colocarla en un desecador por 30 minutos.
- Pesar la caja de aluminio en una balanza analítica (Anotar su peso).
- Pesar en la caja de aluminio (5.0±0.2) g de galleta finamente pulverizada.
- Colocar la caja de aluminio en la estufa a 130°C durante 1 hora y media.
- Retirar de la estufa la caja de aluminio y colocarla en un desecador durante 30 minutos.

- Pesar la caja de aluminio en balanza analítica y anotar su peso, repetir proceso hasta peso constante.

Cálculos

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(Pc+mf) - (Pc+ms)}{Pmf} \times 100$$

Dónde:

Pc = Peso de caja de aluminio

mf = Muestra fresca

ms= Muestra seca

Pmf = Peso de muestra fresca.

Para obtener el porcentaje de materia seca únicamente se le resta a 100 el porcentaje de humedad calculado anteriormente.

$$\% \text{ de Materia Seca (M.S)} = 100\% - \% \text{ Humedad}$$

4.5.2 Determinación de ceniza

Procedimiento (Ver anexo N°4 y anexo N°5)

- Limpiar un crisol con una torunda de algodón impregnada con alcohol etílico al 95 % e identificarlo.
- Colocar el crisol ya identificado en una mufla a 550°C durante 1 hora.
- Enfriar el crisol en un desecador por 45 minutos
- Pesar el crisol en una balanza analítica, anotar peso.
- Pesar en el crisol 2.0 ±0.2 g de muestra seca en una balanza analítica y anotar el peso.
- Incinerar la muestra seca con ayuda de un mechero.

- Colocar el crisol en la mufla a 550 °C durante 3 horas.
- Retirar el crisol de la mufla (usando pinzas) y colocarlo en un desecador durante 45 minutos.
- Pesar el crisol y anotar el peso.

Cálculos

$$\text{Ceniza \%} = \frac{(\text{Peso crisol con ceniza}) - (\text{Peso del crisol vacío})}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

4.5.3 Determinación de extracto etéreo

Procedimiento (Ver anexo N°4 y anexo N°5)

- Limpiar el balón goldfich con una torunda de algodón impregnada con alcohol etílico y colocarlo en la estufa a una temperatura de 105°C durante 30 minutos (utilizar pinzas).
- Retirar de la estufa y colocar en un desecador durante 30 minutos.
- Retirar el balón goldfich del desecador (utilizando pinzas).
- Pesar el balón goldfich en la balanza analítica y anotar el peso obtenido.
- Pesar 2.0 gde muestra seca en un papel filtro (anotar el peso exacto).
- Introducir el papel filtro que contiene la muestra dentro de un dedal de porcelana o de celulosa.
- Colocar un tapón formado con algodón en la boca del dedal para evitar que haya fuga de solvente.
- Introducir el dedal de porcelana o celulosa dentro del portadedal de vidrio.
- Añadir 130mL de éter de petróleo en el balón goldfich.
- Colocar el balón goldfich en el aparato (usar pinzas).
- Abrir la llave de paso de agua para alimentar el sistema de condensación del extractor.

- Verificar que no existan fuga de solvente y que el goteo sea constante
- (5-6 gotas por segundo).
- Extraer durante 8 horas y revisar con frecuencia que el nivel del solvente se mantenga constante.
- Luego de terminar el tiempo de extracción, continuar destilando hasta que en el balón goldfich queden de 1.5-2 mm de solvente.
- Apagar el aparato y dejar enfriar. (ver nota N°1)
- Evaporar los residuos de solvente a temperatura controlada en un hot-plate.
- Retirar del hot-plate y colocar en estufa a 105°C por 30 minutos.
- Colocar en el desecador durante 45 minutos.
- Pesar el balón de goldfich en la balanza analítica, anotar el peso.

Nota N°1: No desechar la muestra contenida en el papel filtro, ya que esta muestra desengrasada servirá para determinar fibra cruda.

Cálculos

$$\% \text{ EE} = \frac{\text{PBR} - \text{PBV}}{\text{Pm}} \times 100$$

Dónde:

EE: Extracto etéreo

PBR: Peso de balón con residuo.

PBV: Peso de balón vacío.

Pm: Peso de muestra.

4.5.4 Determinación de fibra cruda. ⁽²³⁾

Procedimiento (Ver anexo N°4 y anexo N°5)

- Pesar 0.5g de muestra desengrasada en bolsas de celulosa.
- Sellar las bolsas con ayuda de una selladora térmica.
- Colocar un blanco (bolsa de celulosa sellada).
- Colocar las bolsas en las canastas del analizador de fibra automático ANKOM technology.
- Medir 1000 mL de ácido sulfúrico 0.255 N y adicionar al analizador de fibra automático ANKOM technology.
- Digerir durante 45 minutos a 100°C.
- Realizar tres lavados con agua caliente hasta que el agua del lavado no tenga residuo de ácido (comprobar la ausencia de ácido con anaranjado de metilo).
- Medir 1000 mL de Hidróxido de Sodio 0.313N y añadir al analizador de fibra automático ANKOM technology.
- Digerir durante 45 minutos a 100°C.
- Realizar tres lavados con agua caliente hasta que el agua del lavado no tenga residuo de álcali. (comprobar ausencia de álcalis con fenolftaleína).
- Colocar el residuo en un crisol gooch (que contenga una capa uniforme de asbesto) y adicionar 15 mL de alcohol etílico.
- Filtrar el contenido en una bomba de vacío.
- Colocar el crisol en estufa a 105 °C durante toda la noche.

- Retirar el crisol de la estufa y colocarlo en el desecador durante 30 minutos.
- Pesar el crisol en una balanza analítica.
- Colocar el crisol en una mufla e incinerar el residuo durante una hora a 600 °C.
- Retirar el crisol de la mufla y colocarlo en desecador durante 45 minutos.
- Pesar el crisol en balanza analítica.

Cálculos

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{[WE - (T \times B)]}{WS} \times 100$$

Dónde:

WE = Peso de la bolsa de celulosa más el residuo obtenido de la digestión e incineración, en gramos

WS = Peso de muestra.

T = Peso de la bolsa de celulosa vacía

B = Peso de bolsa de celulosa (blanco).

4.5.5. Determinación de nitrógeno y proteína

Procedimiento (Ver anexo N°4 y anexo N°5)

DIGESTION

- Pesar 0.1 g de muestra en papel filtro.
- Colocar la muestra en un tubo para micro kjeldahl de 250 mL.

- Añadir a la muestra 30 mL de ácido sulfúrico concentrado y 7.0 g de kelpack.
- Agitar el tubo durante 5 minutos y colocar el tubo en el aparato de digestión de kjeldahl.
- Digerir la muestra hasta que la solución sea transparente (color azul a verde)

DESTILACION

- Enfriar el tubo, agregar aproximadamente 15 mL de agua destilada y colocarlo en el destilador.
- En un Erlenmeyer añadir 25 mL de solución de ácido bórico 4% y dos gotas de solución indicadora verde de bromocresol y dos gotas de rojo de metilo, colocarlo en el aparato de destilación para recibir el destilado.
- Agregar 60 mL de solución de hidróxido de sodio 40% en el destilador e iniciar el proceso de destilación.
- Recibir el destilado en el Erlenmeyer de 250 mL.
- Observar un cambio del indicador de rojo a verde, dejar enfriar el destilado por 20 a 30 minutos.

TITULACION

- Titular el destilado frio con ácido sulfúrico 0.025 N.
- Observar un cambio de color del indicador que va de verde a rojo-morado.

Nota: Realizar este procedimiento por triplicado para ambas muestras.

Cálculo

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{mL de H}_2\text{SO}_4) \times (\text{N de H}_2\text{SO}_4) \times 0.014}{\text{Peso muestra}} \times 100$$

Dónde:

mL de H₂SO₄ = Mililitros de ácido sulfúrico gastados en la titulación de la muestra

N de H₂SO₄ = Normalidad del ácido sulfúrico

0.014 = 14/1000 mEq de Nitrogeno

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ N} \times 6.25$$

Dónde:

%N= Porcentaje de nitrógeno

6.25= Factor de proteína

4.5.6 Determinación de carbohidratos

Los carbohidratos son obtenidos restándole a 100 el porcentaje de humedad, ceniza, extracto etéreo y proteína.

$$\% \text{ CHON} = 100 - \% \text{ Humedad} - \% \text{ Ceniza} - \% \text{ EE} - \% \text{ Fibra cruda} - \% \text{ Proteína}$$

Dónde:

% CHON = % Carbohidratos

% EE = % Extracto etéreo

4.6 Análisis microbiológico ^(1,3)

4.6.1 Preparación de diluciones

Procedimiento (Ver anexo N°4 y anexo N°5)

- Pesar asépticamente 25g de muestra de galleta elaborada con la harina compuesta en una bolsa de polietileno.
- Añadir 225 mL de solución agua peptonada bufferada (APB).
- Mezclar por 3 minutos.
- Identificar como dilución 10^{-1}
- Pipetear 10mL de la dilución anterior y añadirlos a un frasco de dilución que contenga 90 mL de solución agua peptonada bufferada (APB).
- Agitar, identificar como dilución 10^{-2} .
- Pipetear 10 mL de la disolución 10^{-2} y colocarlos en otro frasco con solución agua peptonada bufferada (APB).
- Agitar, identificar como dilución 10^{-3} .

4.6.2 Determinación de Coliformes Totales ⁽³⁾

Procedimiento (Ver anexo N°4 y anexo N°5)

- Pipetear 1mL de la dilución 10^{-1} e inocular en una serie de 3 tubos de caldo LMX, previamente rotulados.
- Pipetear 1mL de la dilución 10^{-2} e inocular una serie de 3 tubos de caldo LMX, previamente rotulados.
- Pipetear 1mL de la dilución 10^{-3} e inocular una serie de 3 tubos de caldo LMX, previamente rotulados.
- Incubar los tubos por 24 a 48 horas a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Los tubos positivos (viraje de color verde), indican presencia de coliformes totales.
- Anotar resultados para comparar con tabla de NMP.

4.6.3 Coliformes Fecales ⁽³⁾

Procedimiento (Ver anexo N°4 y anexo N°5)

- De los tubos positivos pasar a caldo EC mediante asa estéril (tres asadas).
- Rotular tubos e incubar en baño maría de flujo a 44.5°C por 24 a 48 horas.

- La presencia de gas en la campana de durham, indica prueba positiva de coliformes fecales.

4.6.4 Determinación de *Escherichia coli* ⁽³⁾

Procedimiento (Ver anexo N°4 y anexo N°5)

- En medio fluorocult LMX observar los tubos con luz UV, la presencia de fluorescencia es prueba positiva para *Escherichia coli*.
- Compara los resultados obtenidos con las especificaciones del RTCA 67:04:50:8 Alimentos criterion microbiológicos para la inocuidad de alimentos.

4.6.5 Determinación de mohos y levaduras ⁽³⁾

Procedimiento (Ver anexo N°4 y anexo N°5)

- De las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} depositar por duplicado 1.0 mL de cada dilución en cajas Petri.
- Adicionar de 15 a 20 mL de agar papa dextrosa acidificada con 0.3 mL ácido tartárico 10 % enfriar a 45°C en cada placa.
- Homogeneizar la muestra con el agar mediante movimientos rotatorios.
- Incubar las placas en posición invertida 3, 4 a 5 días, a temperatura ambiente.
- Contar aquellas placas que tengan entre 10 a 150 colonias de hongos y/o levaduras y reportar por separado como UFC/g de muestra, indicando tiempo de incubación.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.0 Resultados y discusión de resultados

5.1 Recolección de la muestra

Para el proceso de recolección de las muestras se realizó de la siguiente manera:

Las 100 libras de granos de sorgo variedad RCV fueron recolectadas en el Cantón Alemán Nahuilingo, Sonsonate y se recolectaron 100 libras de grano de amaranto variedad Don Armando en el municipio de Atiquizaya, Departamento de Ahuachapán ambas muestras fueron sometidas al proceso de secado por el agricultor de dicho grano quienes posteriormente lo entregaron para la realización de esta investigación.

5.2 Obtención de la harina de Sorgo y Amaranto

Para la obtención de la harina de sorgo y de amaranto se siguió el procedimiento esquematizado en el anexo N°2. Previo a dicho proceso, a los granos se les retiraron restos de materiales extraños (Trozos de hojas secas, piedras etc.).

El proceso de molienda se realizó en molino de Nixtamal, el cual se desinfectó usando torundas de algodón impregnadas con una solución de Amonio Cuaternario para evitar contaminación de la harina.

Las harinas obtenidas, presentaron una textura suave al tacto, olor característico, color café claro y café oscuro para el sorgo y amaranto, respectivamente.

5.3 Elaboración de la harina compuesta

Se procedió a pesar cada una de las cantidades (g) de harina detalladas en la Tabla N°8 en una balanza de cocina KITCHEN SCALE, para obtener de esta manera la harina compuesta.

5.4 Elaboración de galletas

Para la elaboración de las galletas se siguió a detalle el proceso descrito en el numeral 4.4.7 obteniendo una masa firme, áspera o robusta, dificultando la manipulación (para el moldeo de las galletas). Con el fin de facilitar dicha dificultad se modificó la composición de la galleta formulada, adicionándole huevo y poder obtener una masa, más fácil de manipular (ver Tabla N° 10). Se moldearon las galletas y se hornearon a 300C° por 30 minutos. Y permitió obtener galletas de mejor forma y consistencia se procedió a la realización de otras tres formulaciones usando la misma metodología. El color de las galletas fue variable de acuerdo a la proporción de cada harina utilizada en la mezcla, siendo más oscuras las galletas con mayor proporción de amaranto.

Tabla N° 10 Propuesta de formulación de galletas para un kilogramo de mezcla.

Materias primas	Cantidades (g)
Harina compuesta	420
Mantequilla	125
Huevo	100
Azúcar	170
Leche en polvo	170
Canela	2
Sal	1
Fécula de maíz	1
Agua	11
Total	1000

5.5. Análisis Sensorial ⁽³⁰⁾

La evaluación sensorial de las galletas se realizó en la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, contando con cinco grupos de 10 panelistas de ambos sexos, de diferentes edades comprendido en los rangos de 18 a 24; 25 a 30 y más de 30 años quienes evaluaron las 4 formulaciones de galletas elaboradas. Las características sensoriales evaluadas fueron: color,

sabor y textura; calificándolas en; me gusta mucho, me gusta poco, no me gusta ni disgusta, me disgusta poco, me disgusta mucho.

La prueba hedónica se realizó no más de 12 horas después de elaboradas las galletas. Se aseguró que los panelistas no tuvieran contacto visual entre sí. Antes de iniciar la evaluación se explicó la manera correcta de realizar el llenado del instrumento (Ver anexo N°3). Posteriormente a cada uno de los panelistas se les entregaron las cuatro formulaciones de galletas codificadas como F1, F2, F3 y F4 en platos idénticos conteniendo una galleta de cada formulación. (Ver anexo N°6)

5.6 Análisis estadístico ⁽³⁰⁾

Los Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos, recomiendan aplicar el método de varianza (ANOVA), para el análisis estadístico de la evaluación Hedónica, para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras. Haciendo uso del programa Statgraphics Centurion XVI versión 16.1.15 para el análisis de varianza (ANOVA).

5.6.1 Evaluación de la textura

La textura de las galletas se ve afectada por la concentración de ingredientes empleados en las diferentes formulaciones, ya que al incrementar el porcentaje de harina de amaranto la dureza de la galleta aumenta debido a que dicha harina es considerada una harina integral y su alto contenido de fibra contribuye a su textura.

5.6.1.1 Análisis de varianza ANOVA con un nivel de confianza al 95 % para textura.

El comportamiento de los datos muestra un modelo estadístico lineal para el cual se plantean las siguientes hipótesis para determinar si existe una diferencia

significativa entre la textura de las cuatro formulaciones evaluadas con un nivel de confianza de 95%.

Hipótesis nula: $T1=T2=T3=T4$

Hipótesis alternativa: $T1 \neq T2 \neq T3 \neq T4$

Donde

T = Textura

Criterio de aceptación que existe diferencia significativa a un 95% de confianza: valor-p < 0.05

Los datos de la valoración realizada por los panelistas a partir de la prueba hedónica fueron introducidos al programa Statgraphics Centurion XVI versión 16.1.15 del cual se obtuvo la Tabla N° 11 que muestra el análisis estadístico (ANOVA) en donde se observa que el valor-P (Valor obtenido de tabla) para el caso de los panelista, tiene un valor de 0.6013 por lo que se puede decir que no existe diferencia significativa entre ellos a un nivel de confianza de 95 % por otro lado el valor-P para la valoración de textura es de cero y este dato es menor a 0.05 lo que significa que para a un nivel de confianza del 95% las texturas muestran una diferencia significativa entre ellas por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Tabla N °11 Análisis de Varianza para la valoración de Textura por parte de los panelistas.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Textura	47.96	3	15.9867	11.38	0
Panelistas	64.22	49	1.31061	0.93	0.6013
Residuos	206.54	147	1.40503	-	-
Total (Corregido)	318.72	199	-	-	-

Al rechazar la hipótesis nula se debe de conocer cuál de las cuatro texturas obtuvo una mejor aceptación por parte del grupo de panelistas, para lo cual se aplicó el método de la mínima diferencia significativa (LSD, del inglés least significant difference) para conocer dicho resultado.

5.6.1.2 Método de la mínima diferencia significativa (LSD) para textura.

La tabla N°13 muestra la aplicación de un procedimiento de comparación para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de los últimos valores de la tabla indica que estos pares muestran estadísticamente diferencias significativas con un nivel de confianza del 95 %. La figura N° 3 es la representación gráfica de la tabla N°13 en donde se puede observar que las texturas que muestran más diferencia significativa son la 2 con la 4 obteniendo un valor de 1.34.

También se puede observar que las texturas 1, 2 y 3 no difieren entre ellas, sin embargo, la textura 2 con la textura 3 muestran una diferencia significativa entre ellas.

Tabla N °12 Valores de Media LS al 95 % de confianza para textura.

<i>Textura</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>
textura 4	50	3.22	0.167633
textura 3	50	3.78	0.167633
textura 1	50	4.12	0.167633
textura 2	50	4.56	0.167633

Tabla N °13 Contrastes de medias LS al 95 % de confianza para textura

<i>Contraste</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
Textura 1 - textura 2	-0.44	0.468503
textura 1 - textura 3	0.34	0.468503
textura 1 - textura 4	0.9 *	0.468503
textura 2 - textura 3	0.78 *	0.468503
textura 2 - textura 4	1.34 *	0.468503
textura 3 - textura 4	0.56 *	0.468503

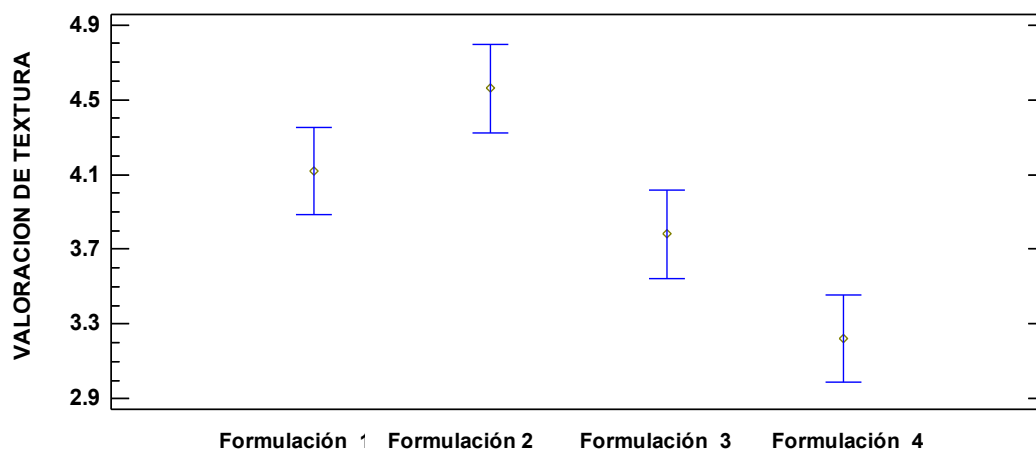


Figura N° 3 Grafica de medias de valoración de textura por los Panelistas

5.6.1.3. Determinación de la textura más aceptada

Al observar los resultados obtenidos en el análisis estadístico a un nivel de confianza de 95%, la textura más aceptada de las cuatro formulaciones evaluadas por los panelistas fue la formulación 2 ya que se obtuvo un valor de media de 4.56 en una escala de cinco puntos correspondiendo este a “Me gusta mucho” la cual está formulada con 50% harina de sorgo y 50 % de harina de amaranto y la textura menos aceptada fue la formulación 4 que corresponde a la formulación que estaba compuesta por 25% harina de sorgo y 75 % de harina de amaranto ya que se obtuvo un valor de media de 3.22 en una escala de cinco puntos correspondiendo este a “ni me gusta ni disgusta”.

5.6.2 Evaluación del color

Al aumentar el porcentaje de harina de amaranto en la harina compuesta cambia el color de las galletas obteniendo una relación directamente proporcional; es decir a mayor concentración de harina de amaranto, mayor será su coloración (café oscuro).

5.6.2.1 Análisis de varianza ANOVA con un nivel de confianza al 95 % para color.

El comportamiento de los datos muestra un modelo estadístico lineal para el cual se plantean las siguientes hipótesis para determinar si existe una diferencia significativa entre el color de las cuatro formulaciones evaluadas con un nivel de confianza de 95%.

Hipótesis nula: $C1=C2=C3=C4$

Hipótesis alternativa: $C1 \neq C2 \neq C3 \neq C4$

Donde

C= color

Criterio de aceptación que existe diferencia significativa a un 95% de confianza: valor-p < 0.05

Los datos de la valoración realizados por los panelistas a partir de la prueba hedónica fueron introducidos al programa Statgraphics Centurion XVI versión 16.1.15 del cual se obtuvo la Tabla N° 14 que muestra el análisis estadístico (ANOVA) en donde se observa que el valor-P (Valor obtenido de tabla) para el caso de los panelista tiene un valor de 0.024 por lo que se puede decir que si existe diferencia significativa entre ellos a un nivel de confianza de 95 % esto es debido a la percepción de cada uno de ellos, por otro lado el valor-P para la valoración de color es de cero y este dato es menor a 0.05 lo que significa que para a un nivel de confianza del 95% el color muestra diferencia significativa entre ellas rechazándose la hipótesis nula.

Tabla N ° 14 Análisis de Varianza para la valoración de color por parte de los panelistas.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Color	26.655	3	8.885	9.67	0.000
Panelistas	69.805	49	1.42459	1.55	0.024
Residuos	135.095	147	0.919014	-	-
Total (Corregido)	231.555	199	-	-	-

Al rechaza la hipótesis nula se debe conocer cuál de las cuatro colores obtuvo una mejor aceptación por parte del grupo de panelistas, para lo cual se aplicó método de la mínima diferencia significativa (LSD, del inglés least significant difference) para conocer dicho resultado.

5.6.2.2. Método de la mínima diferencia significativa (LSD) para color.

En tabla N°16 muestra la aplicación de un procedimiento de comparación para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de 4 de los pares de la tabla N°16 indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas a nivel de confianza de 95.0%. La figura N°4 es la representación gráfica de la tabla N° 15 en donde se puede observar que los colores que muestran más diferencia significativa son el color de la formulación 2 con el color de la formulación 4. A la vez se observa que el color de la formulación 1 con el color de la formulación 2 no muestran diferencia significativa a un nivel de confianza del 95 % de la misma manera no hay diferencia significativa en el color de la formulación 3 con el color de la formulación 4.

Tabla N °15 Valores de Media LS al 95 % de confianza para color

<i>Color</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>
color 4	50	3.48	0.135574
color 3	50	3.64	0.135574
color 1	50	4.18	0.135574
color 2	50	4.36	0.135574

Tabla N °16 Contrastes de medias LS al 95 % de confianza para color

<i>Contraste</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
color 1 - color 2	-0.18	0.378905
color 1 - color 3	0.54 *	0.378905
color 1 - color 4	0.7*	0.378905
color 2 - color 3	0.72*	0.378905
color 2 - color 4	0.88*	0.378905
color 3 - color 4	0.16	0.378905

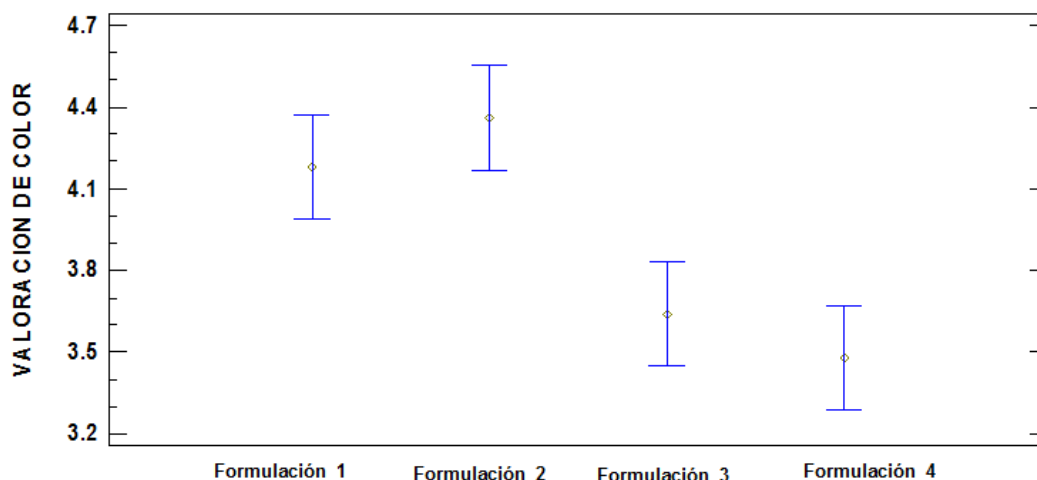


Figura N° 4 Grafica de medias de valoración de color por parte los Panelistas

5.6.2.3. Determinación del color más aceptado

Al observar los resultados obtenidos en el análisis estadístico con un nivel de confianza de 95% el color más aceptable las cuatro formulaciones evaluadas por los panelistas fue el color que corresponde a la formulación 2 ya que se obtuvo un valor de media de 4.36 en una escala de cinco puntos correspondiendo este a “Me gusta mucho” la cual estaba formada por 50% harina de sorgo y 50 % de harina de amaranto y el color menos aceptado fue la de la formulación 4 la cual contiene 25% harina de sorgo y 75 % de harina de amaranto ya que se obtuvo un valor de media de 3.48 en una escala de cinco puntos correspondiendo este a “no me gusta ni disgusta” .

5.6.3 Sabor de las galletas

El desarrollo del sabor y aroma en los productos horneados procede de la contribución de los ingredientes, es por ello que la harina de amaranto y sorgo son los ingredientes que influyen en esta característica, ya que al interactuar otorgan un sabor agradable a las galletas.

5.6.3.1 Análisis de varianza ANOVA con un nivel de confianza al 95 % para sabor.

El comportamiento de los datos muestra un modelo estadístico lineal para el cual se plantean las siguientes hipótesis para determinar si existe una diferencia significativa entre los sabores de las cuatro formulaciones evaluadas con un nivel de confianza de 95%.

Hipótesis nula: $S_1=S_2=S_3=S_4$

Hipótesis alternativa: $S_1 \neq S_2 \neq S_3 \neq S_4$

Donde

S= sabor

Criterio de aceptación que existe diferencia significativa a un 95% de confianza: valor-p < 0.05

Los datos de la valoración realizada por los panelistas a partir de la prueba hedónica fueron introducidos al programa Statgraphics Centurion XVI versión 16.1.15 del cual se obtuvo la Tabla N°17 que muestra el análisis estadístico (ANOVA) en donde se observó que el valor-P(Valor de tabla) para el caso de los panelistas tiene un valor de 0.6780 por lo que se puede decir que no existe diferencia significativa entre ellos a un nivel de confianza de 95 % por otro lado el valor-P para la valoración de sabor es de cero lo que significa que para un nivel de confianza del 95% el sabor muestran una diferencia significativa entre ellos por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Tabla N° 17 Análisis de Varianza para la valoración del sabor por parte de los panelistas.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Sabor	52.04	3	17.3467	10.90	0.0000
Panelistas	69.28	49	1.41388	0.89	0.6780
Residuos	233.96	147	1.59156	-	-
Total (Corregido)	355.28	199	-	-	-

Al rechaza la hipótesis nula se debe de conocer cuál de las cuatro sabores obtuvo una mejor aceptación por parte del grupo de panelistas, para lo cual se aplicó el método de la mínima diferencia significativa (LSD, del inglés least significant difference) para conocer dicho resultado.

5.6.3.2. Método de la mínima diferencia significativa (LSD) para sabor.

Esta tabla N°19 muestra la aplicación de un procedimiento de comparación para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de 4 de los pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza de 95.0%. La figura N° 3 es la representación gráfica de la tabla N°18 en donde se puede observar que los sabores que muestran más diferencia significativa son la formulación 2 al comparar con la 4 obteniendo un valor de 1.3, así como también se puede observar que entre la formulación 1 con la 2 y entre la 3 con la 4 no muestra diferencia significativa entre ellas a un nivel de confianza de 95 %.

Tabla N °18 Valores de Media LS al 95 % de confianza

<i>SABOR</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>
sabor 4	50	2.94	0.178413
sabor 3	50	3.22	0.178413
sabor 1	50	3.84	0.178413
sabor 2	50	4.24	0.178413

Tabla N °19 Contrastes de medias LS al 95 % de confianza

<i>Contraste</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
sabor 1 - sabor 2	-0.4	0.498633
sabor 1 - sabor 3	0.62*	0.498633
sabor 1 - sabor 4	0.9*	0.498633
sabor 2 - sabor 3	1.02*	0.498633
sabor 2 - sabor 4	1.3*	0.498633
sabor 3 - sabor 4	0.28	0.498633

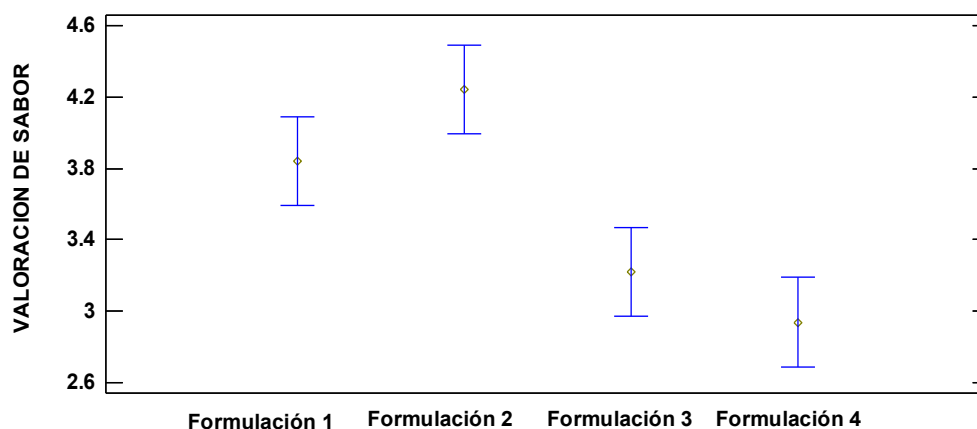


Figura N° 5 Graficas de medias de valoración de sabor por parte de los panelistas

5.6.3.3. Determinación del sabor más aceptado

Al observar los resultados obtenidos en el análisis estadístico con un nivel de confianza 95% el sabor más aceptado de las cuatro formulaciones evaluadas por los panelista fue el que corresponde a la formulación 2 ya que se obtuvo un valor de media de 4.24 en una escala de cinco puntos correspondiendo este a “Me gusta mucho” que corresponde a la formulación que estaba formada por 50% harina de sorgo y 50 % de harina de amaranto y el sabor menos aceptado fue el de la formulación 4 que corresponde a la formulación compuesta por 25% harina de sorgo con 75 % de harina de amaranto ya que obtuvo un valor de media de 2.94 en una escala de cinco puntos correspondiendo este a “Me gusta poco”.

5.6.4 Selección de la formulación más aceptada.

El grado de aceptabilidad de un producto es medido a partir de las características: color, sabor y textura pero sobre todo es la valoración que el consumidor realiza de acuerdo a su propio criterio.

En la tabla N °20 se muestra un resumen de los valores de medias LD al 95% de confianza en donde se puede observar que la mejor formulación se

determinó al comparar los resultados obtenidos en el análisis estadístico en cuanto a textura, color y sabor, por lo que claramente muestra a la formulación 2 la cual corresponde a las proporciones de 50:50 es la que obtuvo mejor aceptación por parte de los panelistas por lo tanto fue la formulación a la cual se le realizaron los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Tabla N °20 Resumen de valores de medias LS al 95 % de confianza.

	Textura	Color	Sabor
Formulación 1	4.12	4.18	3.84
Formulación 2	4.56	4.36	4.24
Formulación 3	3.78	3.64	3.22
Formulación 4	3.22	3.48	2.94

5.7 Análisis Fisicoquímico

5.7.1. Humedad y materia seca.

La determinación de humedad se utiliza como factor de calidad ya que al medir la humedad en alimentos, permite inferir sobre la vida de anaquel del producto

Tabla N °21 Resultados de la determinación de humedad realizada a la galleta y Harina compuesta de *Sorghum bicolor* (sorgo) y *Amaranthus cruentus* (amaranto)

	Humedad de Galleta (%)	Humedad de Harina compuesta (%)
Muestra 1	4.03	6.56
Muestra 2	4.08	6.63
Muestra 3	4.05	6.58
Promedio	4.05	6.59

El CODEX STAN173-1989 Normativa del CODEX para la harina de sorgo especifica como factor máximo el 15% de humedad y en la muestra analizada el

promedio de humedad fue de 6.59 % para la harina compuesta y para la galleta 4.05% (Ver tabla N°21), por lo que cumplen con la normativa del CODEX. Para la mezcla de harina de sorgo y amaranto se utilizó la misma normativa ya que no se encontró una normativa para dicha harina.

Esto permite inferir, que la galleta y la harina compuesta pueden tener una vida de anaquel bastante aceptable ya que el promedio de humedad en la galleta y harina compuesta es bastante menor a los rangos especificados en la normativa del CODEX para harina de sorgo.

Tabla N°22 Resultados de la determinación de materia seca realizada a la galleta y Harina compuesta de *Sorghum bicolor* (sorgo) y *Amaranthus cruentus* (amaranto)

	Materia seca de Galleta (%)	Materia seca de Harina compuesta (%)
Muestra 1	95.97	93.44
Muestra 2	95.92	93.37
Muestra 3	95.95	93.42
Promedio	95.95	93.41

Al observar los resultados de materia seca de las muestras de la harina compuesta y galleta mejor aceptada, se denota que tiene mayor humedad (93.41 %) la harina compuesta respecto a la galleta (95.95 %), esto debido al proceso de fabricación de las galletas, ya que al someterse a altas temperaturas para su horneado se reduce el agua y por consiguiente incrementa la materia seca.

5.7.2 Cenizas

Esta determinación se emplea para conocer el contenido de minerales en alimentos o ingredientes alimenticios mediante la calcinación; la ceniza resultante contiene los minerales totales o materiales inorgánico presentes en los alimentos.

Tabla N°23 Resultado de la determinación de cenizas realizada a la galleta y Harina compuesta por *Sorghum bicolor* (sorgo) y *Amaranthus cruentus* (amaranto).

	Cenizas de Galleta (%)	Ceniza de Harina compuesta (%)
Muestra 1	1.71	2.47
Muestra 2	1.77	2.42
Muestra 3	1.77	2.44
Promedio	1.75	2.44

El CODEX STAN173-1989 Normativa del CODEX para la harina de sorgo especifica un intervalo entre 0.9% y 1.5% de ceniza, obteniendo un promedio de 2.44% en harina y un 1.75% en la galleta (Tabla N°23), el grano de amaranto reporta valores de ceniza hasta de 3.5 % y el sorgo valores menores de 2% por lo que la mezcla de ambas harinas resulta en mayor porcentaje de ceniza. Por otro lado el promedio de ceniza es menor en la galleta comparado con la harina porque al tener más ingredientes en la formulación estos pueden disminuir el porcentaje de minerales en la formula.

5.7.3 Extracto Etéreo

Esta determinación mide el contenido de ácidos grasos que se encuentran en un alimento y son extraídos con un solvente orgánico. La importancia de esta determinación radica en que los ácidos grasos presentes en el alimento se enrancian y pueden causar cambios en las características organolépticas del alimento.

Tabla N°24 Resultados de la determinación de Extracto Etéreo realizada a la galleta y Harina compuesta por *Sorghum bicolor* (sorgo) y *Amaranthus cruentus* (amaranto).

	Extracto Etéreo de Galleta (%)	Extracto Etéreo de Harina compuesta (%)
Muestra 1	27.05	11.17
Muestra 2	25.47	11.03
Muestra 3	27.44	10.82
Promedio	26.65	11.00

Los resultados de la determinación de Extracto Etéreo presenta un promedio de 25.65% para la galleta y un 11.0% para la harina compuesta (ver tabla N°24), lo cual demuestra que el incremento de grasa en la galleta, debido a la incorporación de ingredientes con alto contenido de grasa. La grasa en la harina compuesta proviene de la mezcla de harina de amaranto el cual reporta valores hasta de un 8.1 % y del sorgo el cual reporta 2.4%.

5.7.4 Fibra Cruda

La fibra representa la porción no digerible de los alimentos y, por consiguiente, mientras mayor sea su cantidad en un producto, menor será su valor alimenticio, aunque es importante recomendarlo para el buen funcionamiento del intestino.

Tabla N°25 Resultados de la determinación de Fibra realizada a la galleta y Harina compuesta de *Sorghum bicolor* (sorgo) y *Amaranthus cruentus* (amaranto).

	Fibra de Galleta (%)	Fibra de Harina compuesta (%)
Muestra 1	6.72	6.36
Muestra 2	5.76	6.92
Muestra 3	6.11	6.18
Promedio	6.20	6.49

Al observar los resultados obtenidos de la determinación de fibra cruda en la galleta con un promedio de 6.19% y 6.49% en la harina (ver tabla N°25), se puede concluir que el proceso de fabricación de la galleta no afecta.

5.7.5 Proteína

Las proteínas están formadas por aminoácidos de los cuales 9 son esenciales y no pueden sintetizados por el organismo, los cuales realizan de funciones específicas para que este funcione adecuadamente.

Tabla N °26 Resultados de la determinación de Proteína realizada a la galleta y Harina compuesta por *Sorghum bicolor* (sorgo) y *Amaranthuscruentus* (amaranto).

	Proteína de Galleta (%)	Proteína de Harina compuesta (%)
Muestra 1	8.52	10.23
Muestra 2	9.01	10.27
Promedio	8.76	10.25

Los resultados de proteína muestran un porcentaje promedio de 8.76% en la galleta y de 10.25% en la harina (Ver tabla N°26). Al considerar como factor de proteína 6.25, correspondiente a la harina de sorgo, se puede inferir que a causa de los procesos térmicos (tostado del grano y horneado de la galleta), se reduce el contenido proteico de la galleta y de la harina con respecto al grano de referencia (ver tabla N°1 y tabla N°4).

Tabla N° 27 Resultado del análisis bromatológico proximal de la harina compuesta en proporciones de 50:50 *Sorghum bicolor* (sorgo) y *Amaranthus cruentus* (amaranto) y de la galleta elaborada a partir de dicha harina .

Parámetro	Harina compuesta %	Galleta %
Humedad	6.59	4.05
Materia Seca	93.41	95.95
Ceniza	2.44	1.75
Extracto Etéreo	11	26.65
Proteína	10.25	8.76
Fibra	6.49	6.19
Carbohidratos	63.23	52.6

En la tabla N°27 se presenta un resumen de los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la harina compuesta (50:50) y de la galleta formulada a partir de la harina compuesta, observando como difieren algunos resultados; al ser dos productos obtenidos a través de diferentes procedimientos (triturado, tostado, etc.) podemos inferir que algunos factores (temperatura, tamaño de partícula, adición de otros componentes, etc.) influyen en la degradación de algunos componentes químicos propios de los granos. Así mismo podemos observar, que al incluir dos granos como el sorgo y el amaranto en un alimento hay un incremento significativo en los nutrimentos que lo constituyen.

Tabla N°28 Resultados obtenidos del análisis Microbiológico de las galletas elaboradas por Harina compuesta de Sorgo y amaranto 50:50

Determinación	Resultados	Especificaciones
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	<3 NMP/g	<3 NMP/g
Recuento de Hongos y Levaduras	<10 UFC/g	, -----

Al observar del recuento de *E. coli* en la galleta, se puede determinar que las condiciones sanitarias del manipulador de alimentos, de los utensilios y de los equipos empleados para la elaboración de la misma, son adecuadas. Al observar un recuento menor a 200 UFC/g en mohos y levaduras.

Tabla N°29 Resultados obtenidos de análisis Microbiológico de la Harina compuesta de sorgo y amaranto 50:50

Determinación	Resultados	Especificaciones
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	<3 NMP/g	<3 NMP/g
Recuento de Hongos y Levaduras	<200 UFC/g	-----

Al observar el resultado de la Determinación de *E. coli* en la mezcla de harina compuesta, se puede inferir que las condiciones sanitarias del manipulador de alimentos, de los utensilios y/o equipos empleados para la obtención de la misma, son óptimas; deduciendo que se cumplen con hábitos higiénicos para la desinfección y limpieza de equipos, así mismo de las manos del o de los manipuladores. Al observar un recuento menor a 10 UFC/g en mohos y levaduras, podemos inferir que las condiciones ambientales en la que se obtiene la harina presenta una mínima carga microbiana con mohos, levaduras ambientales o esporas vegetativas.

Los análisis microbiológicos mostraron que la harina compuesta y la galleta se encontraban libre de *E.coli* y cumplen con las especificaciones del RTCA 67.04.50:08 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. Las galletas elaboradas con cada una de las cuatro pre-formulaciones, presentaron diferentes características organolépticas.
2. La evaluación hedónica es de suma importancia cuando se está formulando alimentos ya que se pueden elaborar alimentos con un alto valor nutricional pero si no presenta características sensoriales agradables, no será consumido por la población.
3. La galleta mejor evaluada de acuerdo a la prueba hedónica fue la formulación 2, la cual se elaboró con la harina compuesta en partes iguales de harina de sorgo y de harina de amaranto.
4. La formulación de galleta a partir de la harina compuesta más aceptada fue catalogada por los panelistas como “me gusta mucho” en todas las características sensoriales evaluadas (textura, color y sabor).
5. La textura de la galleta aumenta cuando la proporción de amaranto es mayor respecto a la de sorgo, esto probablemente se deba a que la harina de amaranto tiene un alto contenido de fibra.
6. La harina de Sorgo y Amaranto no contienen gluten por lo cual, cualquier alimento preparado con esta harina puede ser consumido por personas intolerantes a esta proteína (celiacos).
7. La harina y la galleta mejor evaluada cumplen con las especificaciones de *E. coli* y mohos y levaduras del RTCA 67:04:50:08. Alimentos criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos, por lo que es un alimento apto para consumo humano de todas las edades.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES

1. Que el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Alvares Córdova” (CENTA) promueva el desarrollo agrícola del cultivo de amaranto en el país, ya que posee un alto valor nutricional y puede ser utilizado como una alternativa novedosa para el desarrollo de nuevos productos alimenticios.
2. Que la población incluya en su alimentación diaria productos elaborados con cultivos que se producen en el país para avanzar en la consecución de seguridad y Soberanía Alimentaria.
3. En futuras investigaciones realizar el análisis biológico, a la galleta mejor evaluada por los panelistas para conocer la digestibilidad de la proteína de la galleta.
4. En futuras investigaciones realizar estudios de estabilidad para conocer el tiempo de anaquel de la harina compuesta formulada y de las galletas elaboradas en esta investigación.
5. Formular otros alimentos a partir de la harina compuesta y realizar prueba hedónica para conocer la aceptación de los alimentos formulados.
6. Cuantificar el contenido de Fosforo, Calcio, Hierro y Zinc, en la determinación de ceniza de la galleta mejor evaluada para estipular cantidad de minerales que aporta a nuestro organismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Association of Official Analytical Chemistry (AOAC), Official 1989. Official Analytical Chemists- 14th Ed. Washington. DC. Published by the Association of Official Chemists .
2. ATMAT FEDERAL; RENALOA y Ministerio de Salud (2011, Diciembre). Análisis microbiológico de los alimentos. Autor [on line]. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/renaloa/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_I.pdf[Consultado: 15 de abril 2014].
3. Bacteriological Analytical Manual (BAM). (2010, Octubre). Most Probable Number from Serial Dilutions. Autor [on line].disponible en:<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm109656.htm>. [consultado: 7 de abril 2014]
4. Bardón Iglesias, R; Belmonte Cortés ,S. ; Fúster Lorán ,F ; Marino Hernando, E y Ribes Ripoll, M . El sector de los productos de panadería, bollería y pastelería industrial, y galletas en la Comunidad de Madrid Características de calidad, actitudes y percepción del consumidor , Instituto de Nutrición y Trastornos Alimentarios de la Comunidad de Madrid (INUTCAM). Madrid [one line] Disponible en : www.gremipabcn.com/docs/Panaderia_bolleria.pdf [Consultado: 12 de febrero 2014]
5. Codex Stan 173-1989 .Norma del Codex para la harina de sorgo Autor [one line] Disponible en : www.codexalimentarius.org/input/downloads/58/CXS_173s.pdf. [Consultado: 25 de febrero 2014]

6. Comité sistema producto sorgo de Michoacán (2011, Diciembre) Plan Rector. México. Autor [one line] Disponible en: www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus./Plan_Rector_Sorgo_%202012.pd... [Consultado: 12 de febrero 2014]
7. Criollo Minchalo P. G. y Fajardo Carmona S.I. (2010). Valor nutritivo y funcional de la harina de amaranto (*amaranthus hybridus*) en la preparación de galletas, Universidad de Cuenca , Ecuador[one line] Disponible en:www.dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2422/tq1013.pdf.[Consultado: 15 de febrero 2014]
8. De Prada G. (2011). Desarrollo de la tecnología de obtención de harina de amaranto de dos variedades (iniap alegría y sangorache) para panificación. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en los Alimentos , Ecuador ,32-35 [one line] Disponible en : repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/3266/PAL255.pdf?...1 [Consultado:25 de febrero 2014]
9. Domanski, C., Giorda, L. M. y Feresin, O.(1997). Composición y calidad del grano de sorgo. EEA INTA Manfredi. Argentina Cuaderno de Actualización N° 7, 47-50 [one line] Disponible en :www.produccion-animal.com.ar/.../42- [Consultado: 15 de febrero 2014]
10. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Cultivo Andino. [one line] Disponible en: www.rtc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/Cap2.htm [Consultado: 1 de febrero 2014].

11. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Producción y Seguridad Alimentaria. [one line] Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s06.htm#TopOfPage>. [Consultado: 2 de Marzo 2014].
12. Garay R , (2002). El sorgo en la industria alimentaria. Instituto Argentino de Normalización; Argentina. [one line] Disponible en: www.agromercao.com.ar/pdfs/071_sorgo_02.pdf [Consultado: 15 de febrero 2014]
13. Instituto de La Galleta. Dossier de Prensa. España. Autor [one line] Disponible en : www.institutodelagalleta.com/dosieres/Dossier.pdf [Consultado: 26 de febrero 2014]
14. Llerena K.(2010). Utilización de harina de trigo y quínoa para la elaboración de galletas para los niños del parvulario de la E.S.P.O.CH. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de salud Pública, Escuela de Gastronomía. Ecuador [one line] Disponible en : dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1685/1/84T00052.pdf [Consultado: 26 de febrero 2014]
15. Manejo Agronómico [one line] Disponible en: www.yoamoelsorgo.com.ar/pdf/MANEJO-AGRONOMICO.pdf[Consultado: 23 de febrero 2014]
16. MAG-CENTA. (1998). Hoja Divulgativa 160, RCV nueva variedad de sorgo. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre Granos en Centroamérica. PRIAG. San Andrés, La Libertad, El Salvador, C.A. Autor

17. MAG-CENTA. (2011). Recetario de productos elaborados a base de sorgo (sorghum bicolor, l.moench). Laboratorio de tecnología de alimentos convenio: CENTA –INTSORMIL. El Salvador. Autor [one line] Disponible en : intsormil.org/.../RECETARIO%20SORGO%20FINAL%20corregido.pdf [Consultado: 27 de enero 2014]
18. MAG-CENTA. Guía técnica del sorgo (Sorghum bicolor, L Moench) Autor. [one line] Disponible en : www.centa.gob.sv/.../granos%20basicos/GUIA/GUIA%20TECNICA%20SORG. [Consultado: 27 de enero 2014]
19. Mosquera, H. (2009). Efecto de la inclusión de harina de quinua (chenopodium quinoa wild) en la elaboración de galletas, Universidad de Colombia. Colombia [one line] Disponible en : www.bdigital.unal.edu.co/2378/1/107325.2009.pdf [Consultado: 11 de febrero 2014]
20. Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INENE 2646:2012, GRANOS Y CEREALES. GRANO DE AMARANTO REQUISITOS DE INSPECCION, Primera edición.
21. Organización panamericana de la salud (OPS). Instituto de nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Amaranto preparación de alimentos.
22. Ortega K., Hernández D., Zuleta H. Desarrollo y caracterización de un producto libre de gluten a base de harinas de maíz, arroz y quinua. Universidad del Valle, Escuela de Ingeniería de Alimentos, Cali, Colombia [one line] Disponible en : harold.acosta@correounivalle.edu.co [Consultado: 11 de febrero 2014]

23. PANREAC QUIMICA S.V, Métodos oficiales de análisis, cereales Derivados de Cereales y cerveza.
24. Puntal Consultores, S.L. (2009). Guía marco de prácticas correctas en el sector de fabricación de galletas Orientaciones para la aplicación de la legislación en higiene y seguridad alimentaria, la implementación de sistemas de autocontrol y la creación de instrumentos de información, Madrid. 28-35 Autor [one line] Disponible en: www.magrama.gob.es/.../guia_marco_prácticas_fabricación_galletas_tc. [Consultado: 21 de febrero 2014]
25. Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 67.04.54 :10 Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios [one line] Disponible en : usam.salud.gob.sv/.../reglamentos/ANEXO_RES_283_RTCA_ADITIVO. [Consultado: 15 de febrero 2014]
26. Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 67.04.50:08. Alimentos. criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. [one line] Disponible en: asp.salud.gob.sv/.../rtca_67_04_5008_criterios_microbiologicos_inocuid... [Consultado: 18 de febrero 2014]
27. The United States Pharmacopeia convention inc. the United States Pharmacopeia. (2007) Thirty revision and the national formulary, twenty five. inc edition USA.

28. Toaquiza Vilca, N. (2012) Elaboración de galletas con sustitución parcial de harina de amaranto iniap-alegría (*amaranthus caudatus*) y panela. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador [one line] Disponible en: www.repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/31118/S.AL485.pdf?...1 [Consultado: 23 de febrero 2014].
29. University of Minnesota. (1990, August). Amaranth, perspectives on Production, Processing and Marketing. Pag. 28.
30. Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente (1987, August). Coloquio Nacional del Amaranto. Pag. 3-39.
31. Valladares C.A.(2010) ; Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano; La Ceiba, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Honduras 13 -14 [one line] Disponible en : curlacavunah.files.wordpress.com/.../unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisi... [Consultado: 27 de febrero 2014]
32. Watts B. M.; Ylimaki G.L.; Jeffery L.E. y Elías L.G. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. [one line]. Disponible en: www4.inti.gov.ar/gd/jornadas2000/Pdf/citip-022.pdf [Consultado: 13 de febrero 2014].

ANEXOS

ANEXO N° 1
PLANTACION DE SORGO UBICADA EN CANTON ALEMAN
NAHUILINGO SONSONATE



Fig. N° 6 Plantación de sorgo ubicada en Cantón
Alemán Nahuilingo Sonsonate

ANEXO N° 2

**PROCESO DE ELABORACION DE LA HARINA DE SORGO Y
HARINA DE AMARANTO (18, 20)**

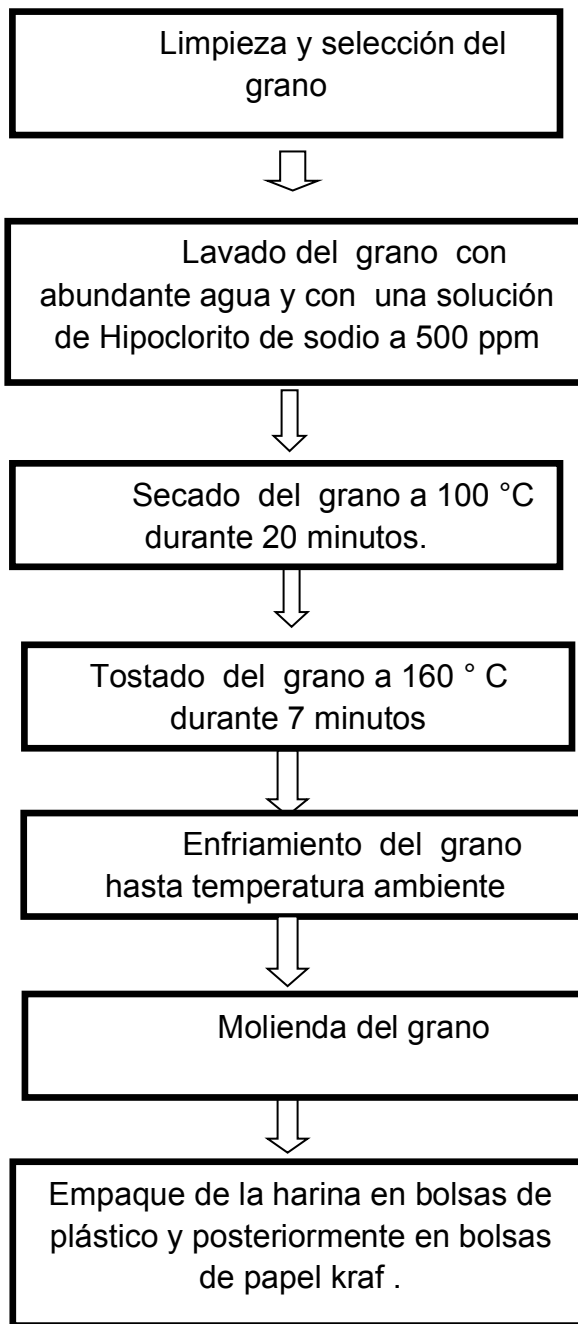


Fig. N°7 Proceso para la obtención de la harina de sorgo

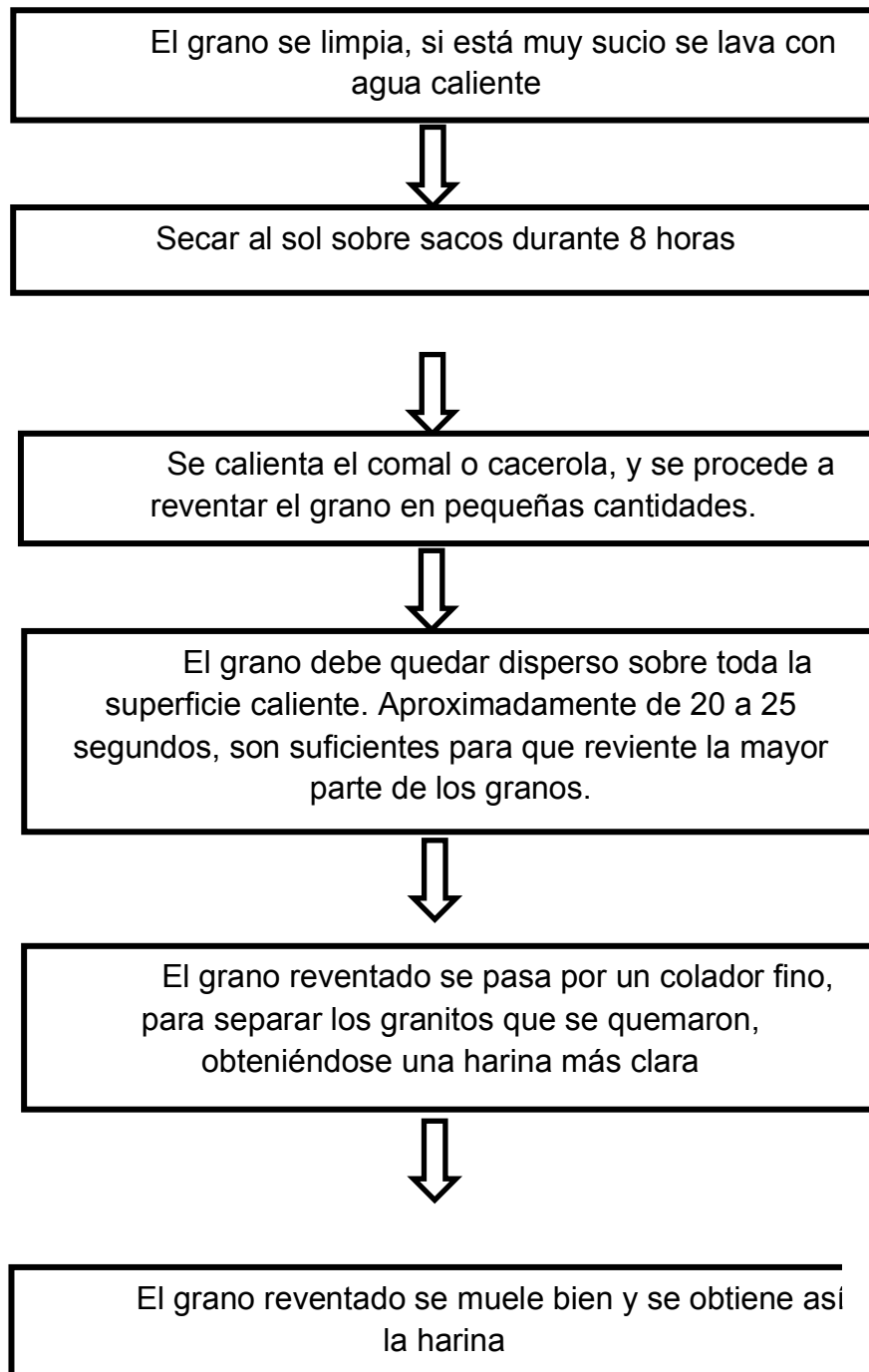


Fig. N° 8 Proceso para la obtención de harina de amaranto



ANEXO N° 3

EVALUACION HEDONICA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

San Salvador, _____ de _____ de _____

Indicaciones

Marque con una X el rango de edad, en años al cual pertenece

18-24 _____ 24-30 _____ Más de 30 _____

Observe y pruebe cada galleta colocando una x según su preferencia en el cuadro correspondiente de acuerdo al código de cada muestra. Si tiene alguna observación adicional escríbala en el espacio correspondiente.

Código	F1			F2			F3			F4		
	Textura	Color	Sabor	Textura	Color	Sabor	Textura	Color	Sabor	Textura	Color	Sabor
Me gusta mucho												
Me gusta poco												
No me gusta ni disgusta												
Me disgusta poco												
Me disgusta mucho												

Observaciones:

ANEXO N°4
MATERIALES, EQUIPOS, REACTIVOS Y PREPARACION DE REACTIVOS
UTILIZADOS PARA LAS DETERMINACIONES DEL ANÁLISIS
BROMATOLÓGICO PROXIMAL Y ANALISIS MICROBIOLÓGICO ⁽²⁵⁾

Determinación de Humedad ⁽¹⁾

Materiales y equipo

- Caja de aluminio
- Estufa
- Torunda de algodón
- Pinzas
- Desecador
- Mortero y Pistilo
- Espátula
- Balanza analítica digital
- Bitácora
- Reloj

Reactivo

- Alcohol etílico 95% o éter etílico

Determinación de Cenizas ⁽¹⁾

Materiales y equipo

- Mufla
- Crisol
- Pinzas
- Desecador
- Espátula
- Torunda de algodón
- Balanza analítica digital
- Bitácora
- Reloj

- **Determinación de extracto etéreo** ⁽¹⁾

Materiales y equipo

- Aparato para la extracción de grasa, soxtlet
- Beakers
- Dedales de extracción
- Balanza analítica digital
- Estufa
- Pinza
- Hot-plate
- Desecador
- Probeta de 50 mL
- Espátula
- Papel filtro
- Bitácora

Reactivo

- Éter dietílico, anhidro

Determinación de Nitrógeno y Proteína ⁽¹⁾

Materiales y equipo

- Matraces de digestión para micro – kjeldahl
- Pipeta de morh 3.0 mL
- Erlenmeyer de 125.0 mL
- Probeta de 10.0 mL
- Beaker de 100 mL
- Aparato de destilación para micro – kjeldahl
- Bureta de 50.0 mL
- Goteros
- Pizeta
- Balanza analítica
- Espátula
- Aparato digestor para micro – kjeldahl
- Reloj
- Bitácora

Reactivos

- Ácido sulfúrico libre de nitrógeno
- Solución de hidróxido de sodio al 40%
- Solución de ácido bórico al 4%
- Solución indicadora de verde de bromocresol
- Solución de Rojo de metilo
- Reactivo de kelpack (Sulfato de potasio, Sulfato de cobre)
- Solución de ácido sulfúrico 0.025 N

Determinación de fibra cruda₍₁₎

Materiales y equipo

- Aparato de extracción que consiste de calentadores individualmente controlados y condensadores enfriados por agua
- Recipiente para digestión
- Balanza analítica
- Espátula
- Beaker de 600 mL
- Tela de lino con aproximadamente 20 hilos por cm numero 40
- Reloj
- Probeta de 25 mL
- Bomba al vacío
- Estufa
- Crisol
- Desecador
- Mufla
- Pinza
- Bitácora

Reactivos:

- Solución de ácido sulfúrico 0.255 N
- Solución de hidróxido de sodio 0.313 N
- Anaranjado de metilo
- Fenolftaleína
- Alcohol etílico

Solución indicadora de verde de Bromocresol₍₂₇₎

- Pesar 50 mg de Verde de Bromocresol en balanza analítica
- Medir 40 mL de alcohol etílico
- Agregar los 40 mL de alcohol a un beaker de 50 mL
- Añadir 50 mg de Verde de Bromocresol a los 40 mL de alcohol y disolver
- Incorporar la solución anterior a un balón volumétrico de 100 mL y aforar
- Etiquetar y almacenar en un lugar fresco
- Intervalo de transición: de pH 4.0 a 5.4
- Cambio de color: de amarillo a azul

Solución de Rojo de metilo₍₂₇₎

- Pesar 100 mg de Rojo de metilo en balanza analítica
- Medir 40 mL de alcohol etílico
- Agregar los 40 mL de alcohol a un beaker de 50 mL
- Añadir 100 mg de Rojo de metilo a los 40 mL de alcohol y disolver
- Incorporar la solución anterior a un balón volumétrico de 100 mL y aforar
- Etiquetar y almacenar en un lugar fresco
- Intervalo de transición: de pH 4.2 a 6.2
- Cambio de color: de rojo a amarillo

Anaranjado de metilo₍₂₇₎

- Pesar 100 mg de Anaranjado de metilo en balanza analítica
- Medir 40 mL de agua
- Agregar los 40 mL de agua a un beaker de 50 mL
- Añadir 100 mg de Anaranjado de metilo a los 40 mL de agua y disolver
- Incorporar la solución anterior a un balón volumétrico de 100 mL y aforar
- Etiquetar y almacenar en un lugar fresco
- Intervalo de transición: de pH 3.2 a 4.4
- Cambio de color: de rosado a amarillo

Solución de Fenolftaleína₍₂₇₎

- Pesar 1 g de Fenolftaleína en balanza analítica
- Medir 40 mL de alcohol etílico
- Agregar los 40 mL de alcohol a un beaker de 50 mL
- Añadir 1 g de Fenolftaleína a los 40 mL de alcohol y disolver
- Incorporar la solución anterior a un balón volumétrico de 100 mL y aforar
- Etiquetar y almacenar en un lugar fresco
- Intervalo de transición: de pH 8.0 a 10.0
- Cambio de color: de incoloro a rojo

Solución de hidróxido de sodio 0.313 N ₍₂₇₎

- Pesar 12.77 g de Hidróxido de Sodio en una balanza analítica
- Incorporar a un beaker de 100 mL y disolver en 20 mL de agua destilada libre de CO₂
- Transferir a un balón volumétrico de 100 mL y aforar con agua libre de CO₂

Solución de ácido bórico 4% ₍₂₇₎

- Pesar 4 g de ácido bórico en una balanza analítica
- Agregar en un balón volumétrico de 100 mL limpio y seco 20 mL de agua destilada
- Incorporar los 4 g de ácido bórico al balón volumétrico de 100 mL
- Agitar para disolver el ácido bórico
- Añadir agua destilada al balón volumétrico de 100 mL hasta la marca de aforo

- Agitar
- Transferir a un frasco de vidrio ámbar, etiquetar y almacenar.

Solución de hidróxido de sodio al 40 % ⁽²⁷⁾

- Pesar 40 g de hidróxido de sodio en una balanza analítica
- Medir 50 mL de agua libre de CO₂
- Agregar a un beaker de 100 mL los 50 mL de agua libre de CO₂
- Agregar al beaker del paso anterior los 40 g de Hidróxido de sodio y disolverlos
- Transferirlo a un balón volumétrico de 100 mL y aforar con agua libre de CO₂

Agua peptona bufferada ⁽³⁾

- Pesar las siguientes materias primas
 - a. Peptona de caseína 10.0 g
 - b. Cloruro de Sodio 5.0 g
 - c. Disodio hidrogeno fosfato dodecahidratado 9.0 g
 - d. Potasio dihidrogeno fosfato 1.5 g
- Medir 1000 mL de agua destilada
- Disolver los componentes en agua destilada, si es necesario calentar
- Ajustar el pH a 7.0 ± 0.2 a 25 C°
- Esterilizar a 121 °C durante 15 minutos

Agar papa dextrosa₍₃₎

- Pesar 39 gramos de Agar Papa Dextrosa
- Medir un litro de agua
- Mezclar en un Erlenmeyer y agitar suavemente hasta completar la disolución y hervir durante un minuto
- Esterilizar en autoclave a 121 °C Y 15 libras de presión durante quince minutos
- Enfriar a una temperatura entre 45-50 °C y vaciar en placas de Petri estériles

ANEXO N°5

**DETERMINACION DE ANALISIS QUIMICO PROXIMALY ANALISIS
MICROBIOLOGICO ^(1,3)**

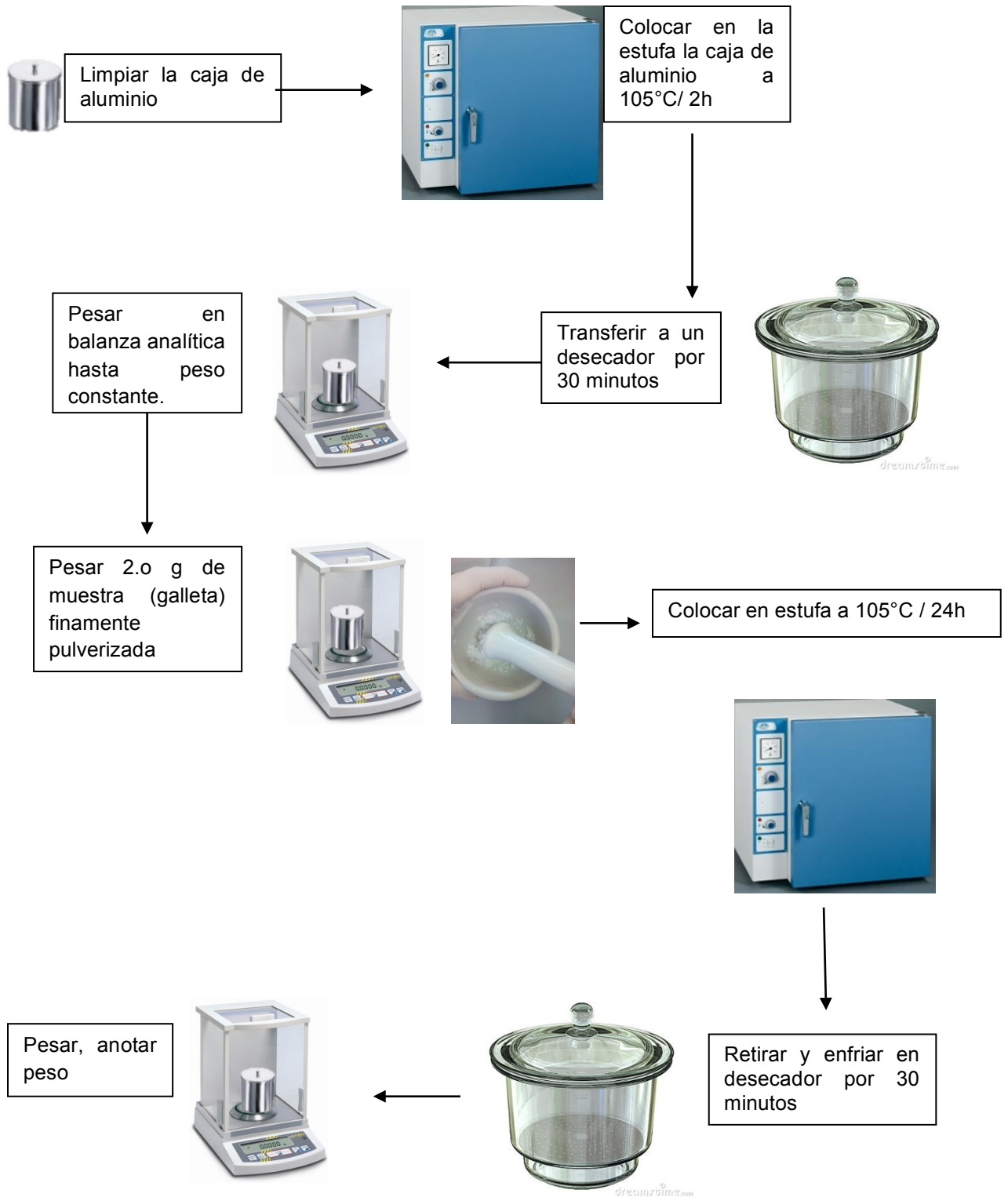


Figura N°9 Determinación de humedad y materia seca

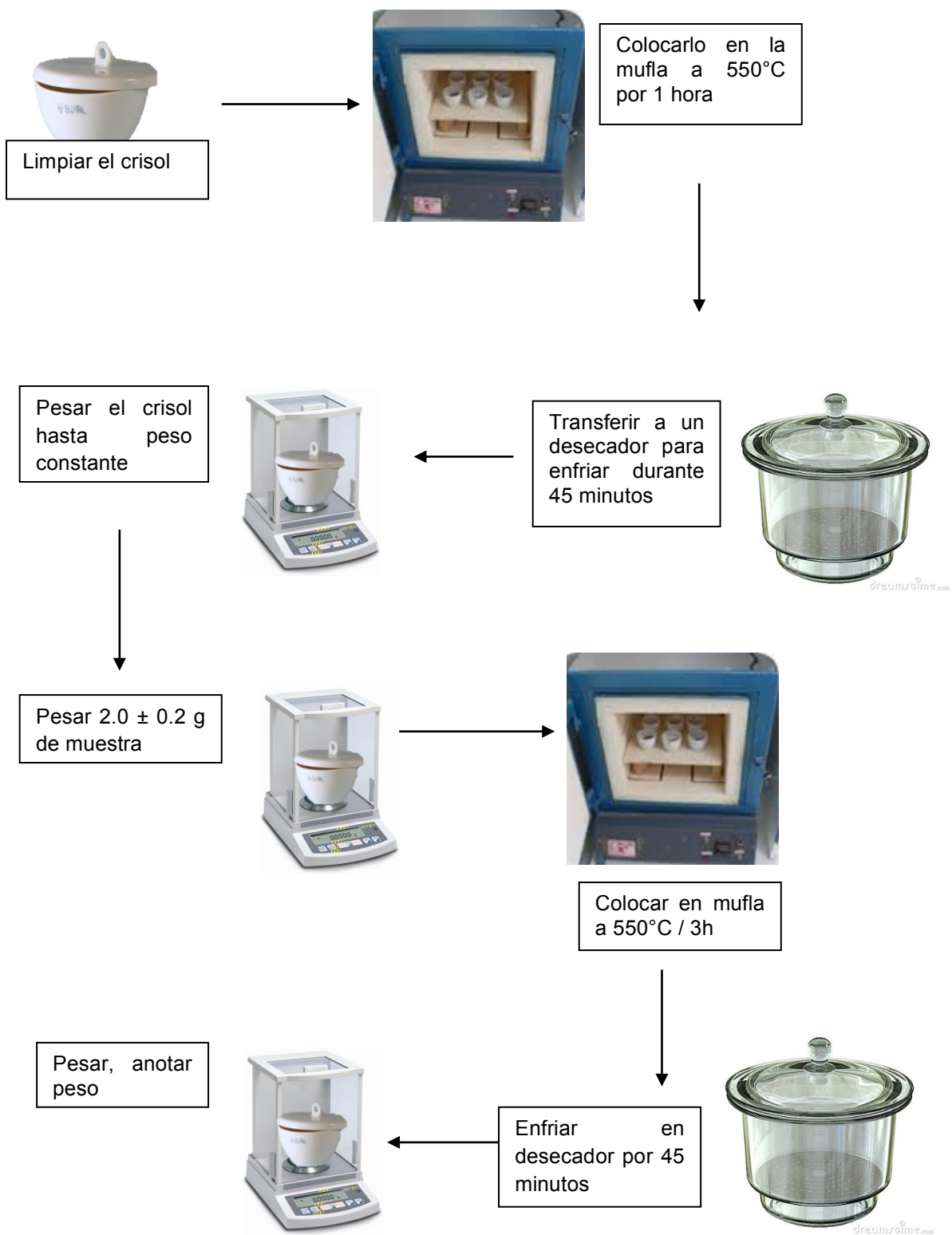


Figura N°10 Determinación de ceniza

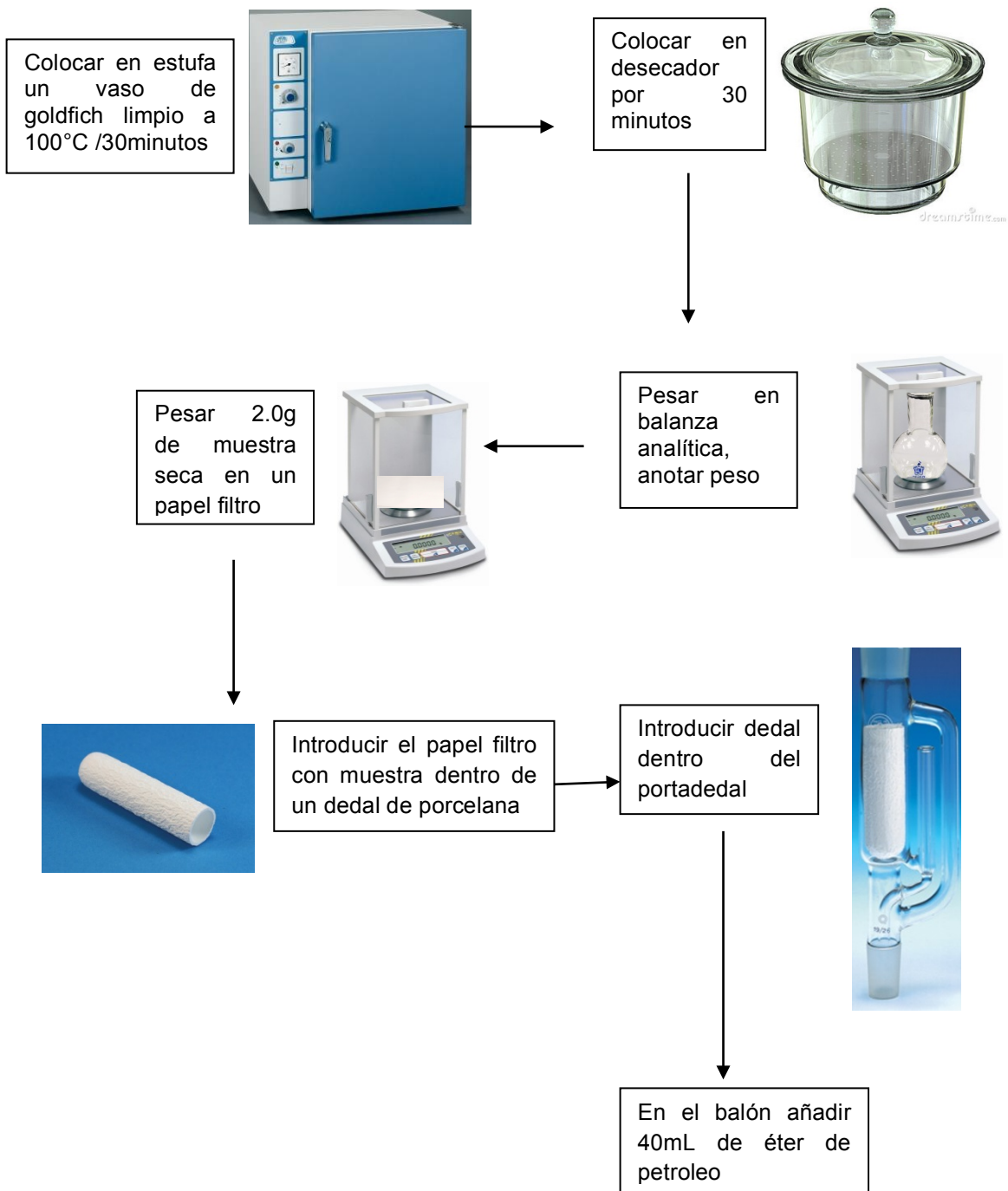


Figura N°11 Determinación de extracto etéreo

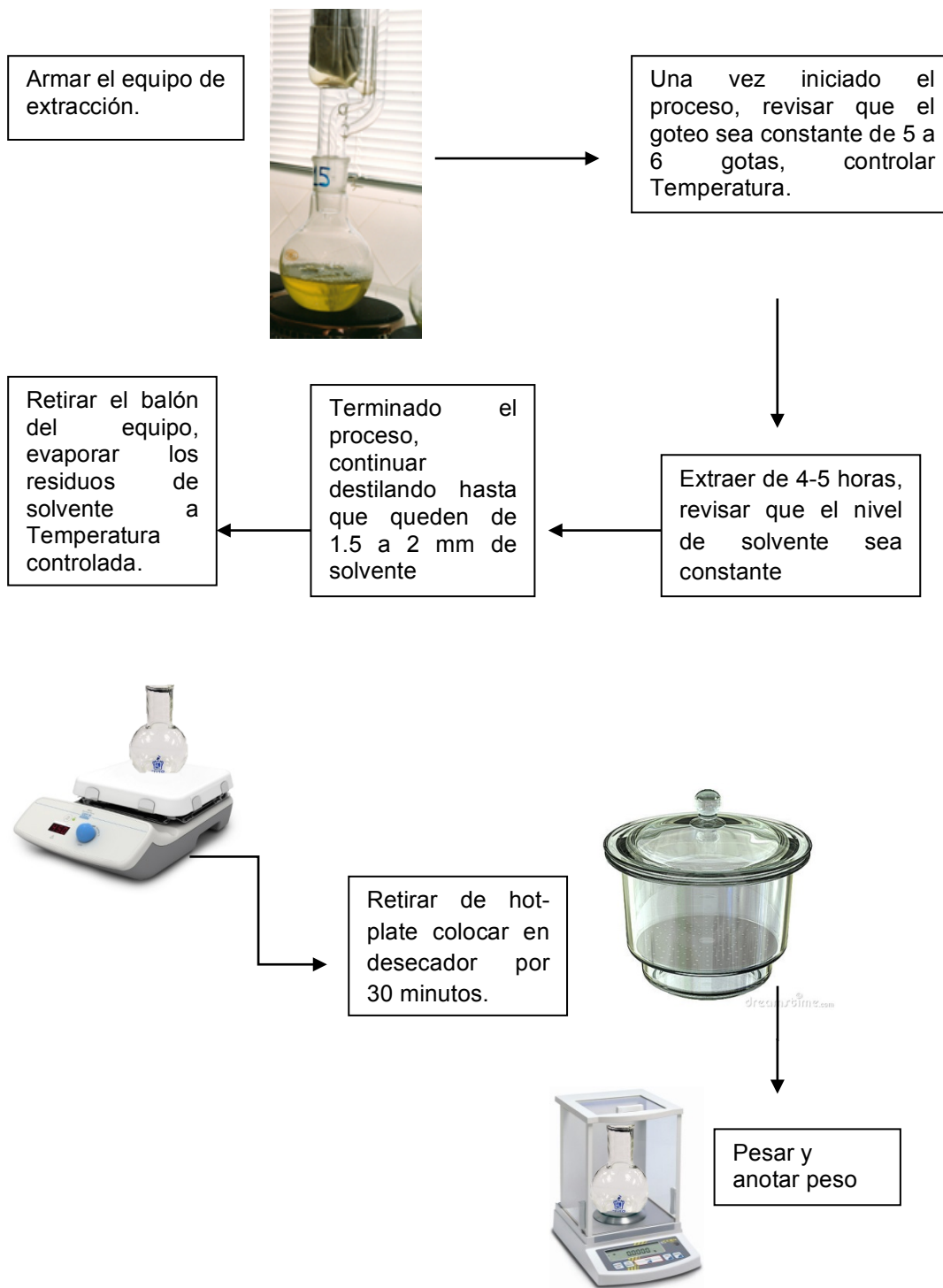


Figura N°11 (continuación)

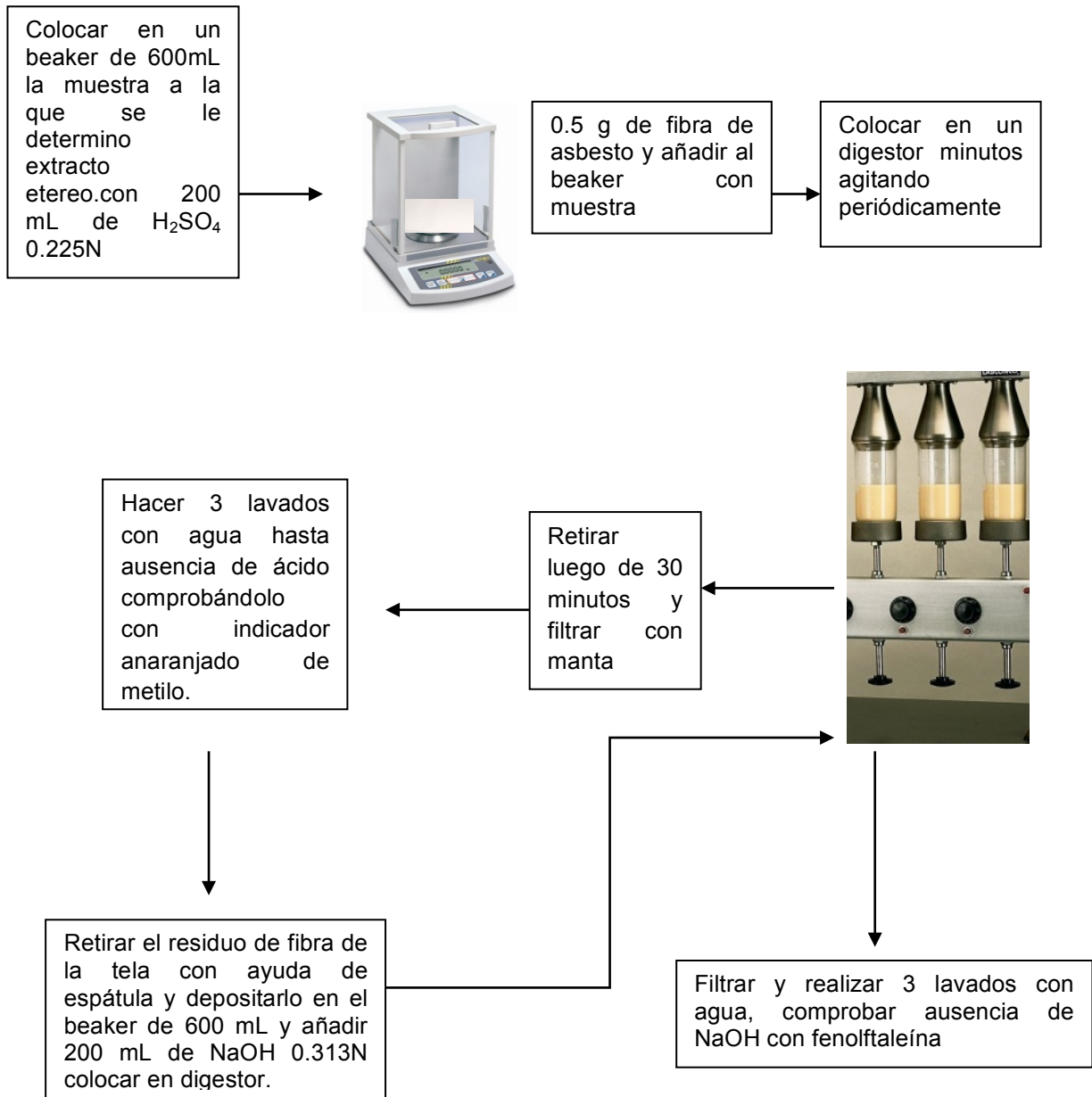


Figura N°12 Determinación de Fibra cruda

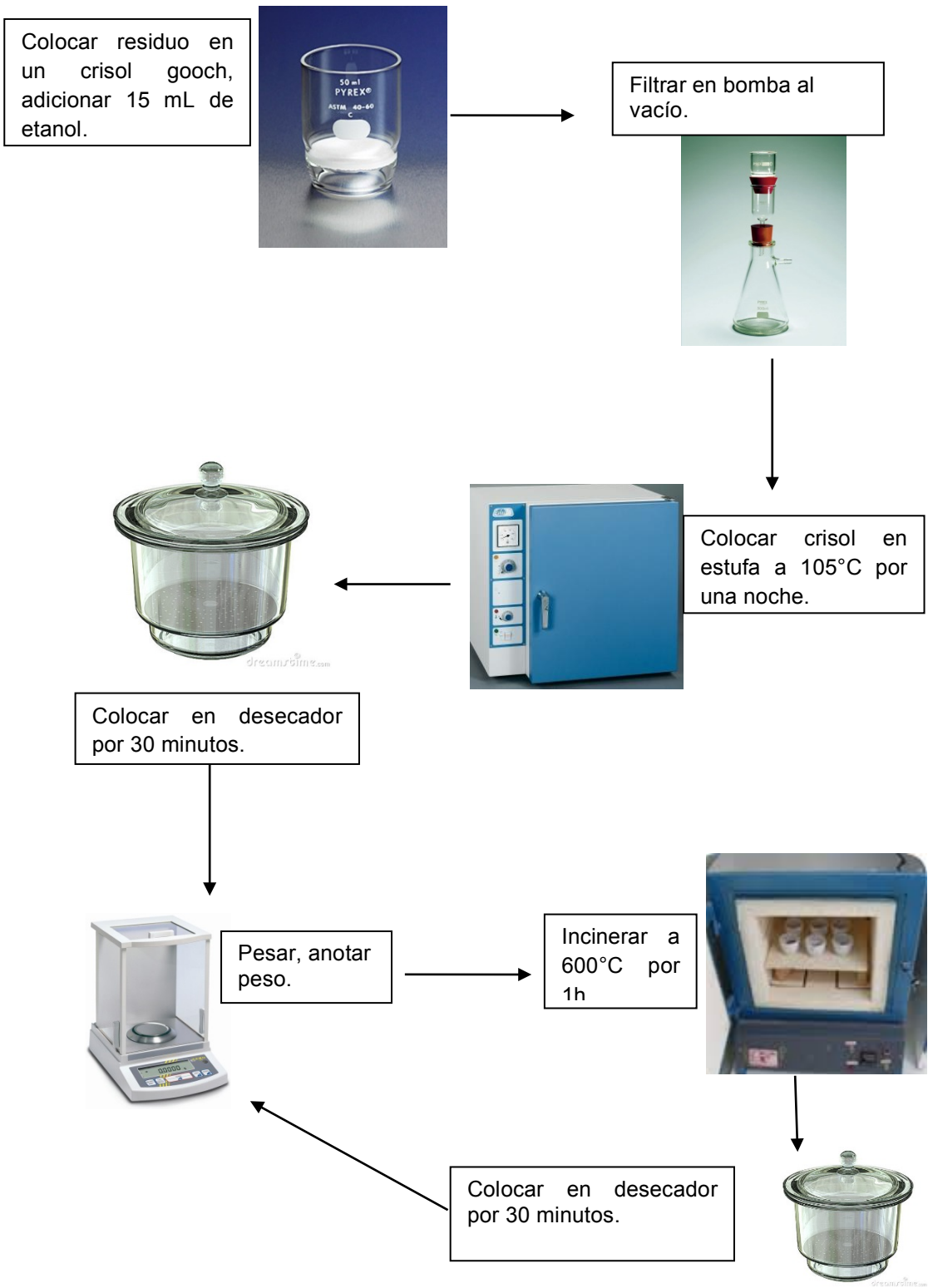


Figura N° 12 (continuación)

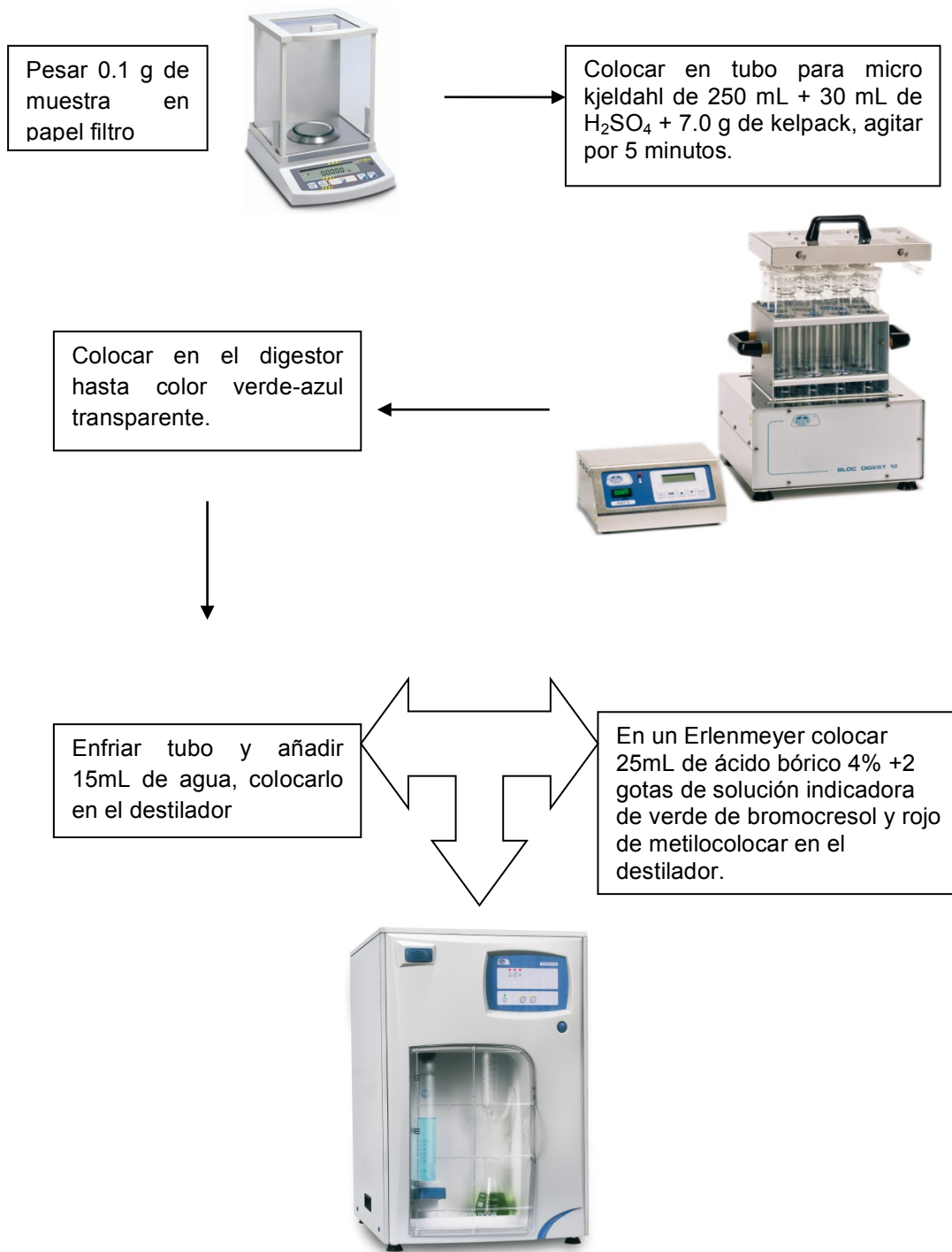


Figura N°13 Determinación de Nitrógeno y Proteína

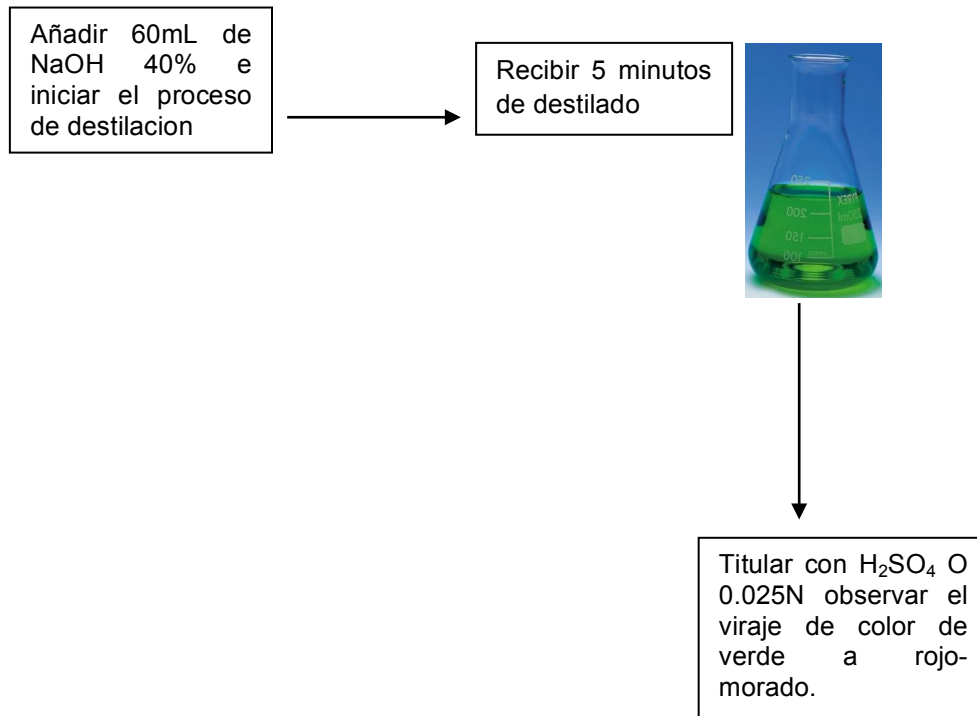


Figura N°13 (continuación)

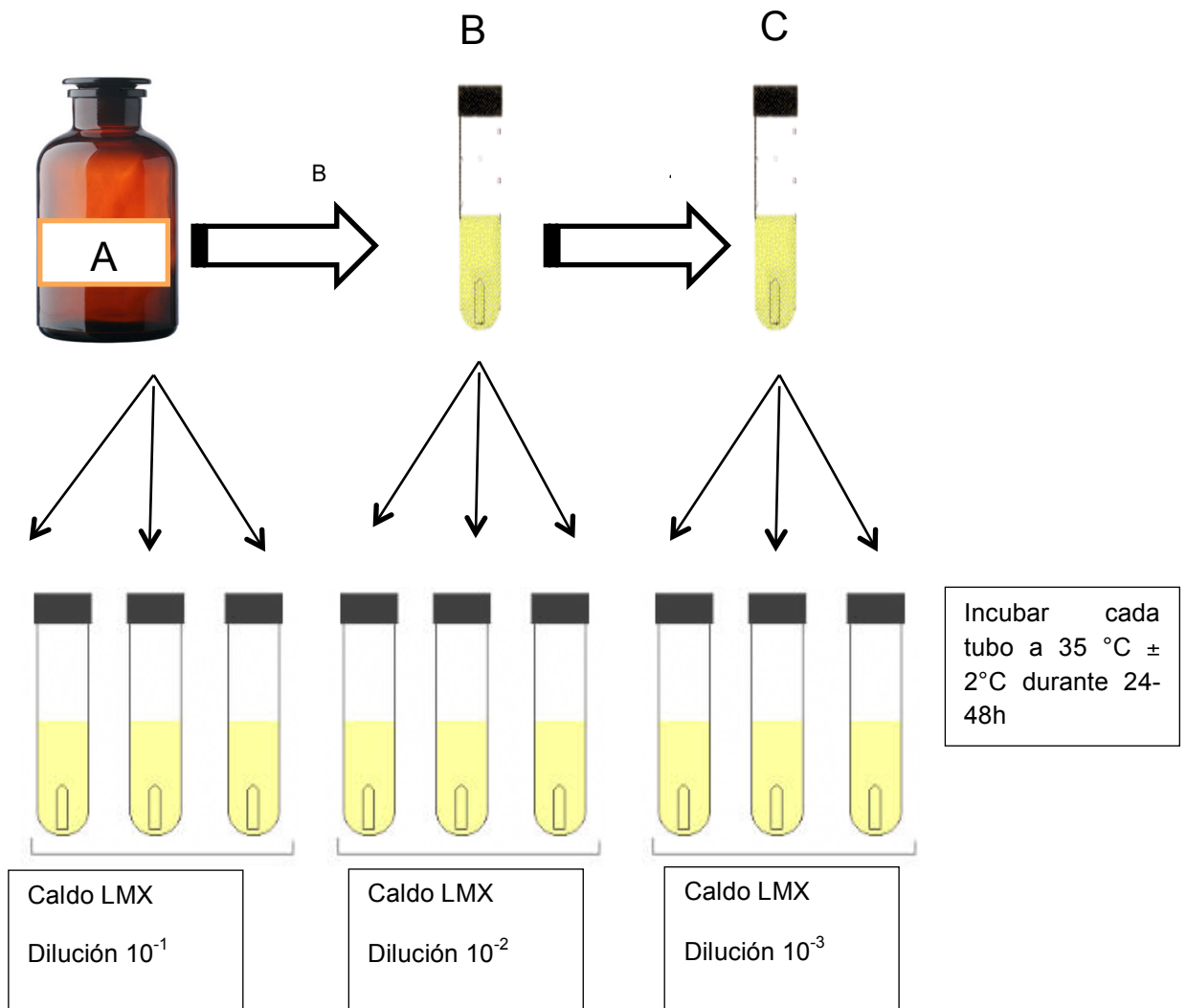


Figura N°14 Esquema de dilución para determinación de Coliformes totales y el método NMP y determinación de mohos y levaduras por placa vertida.

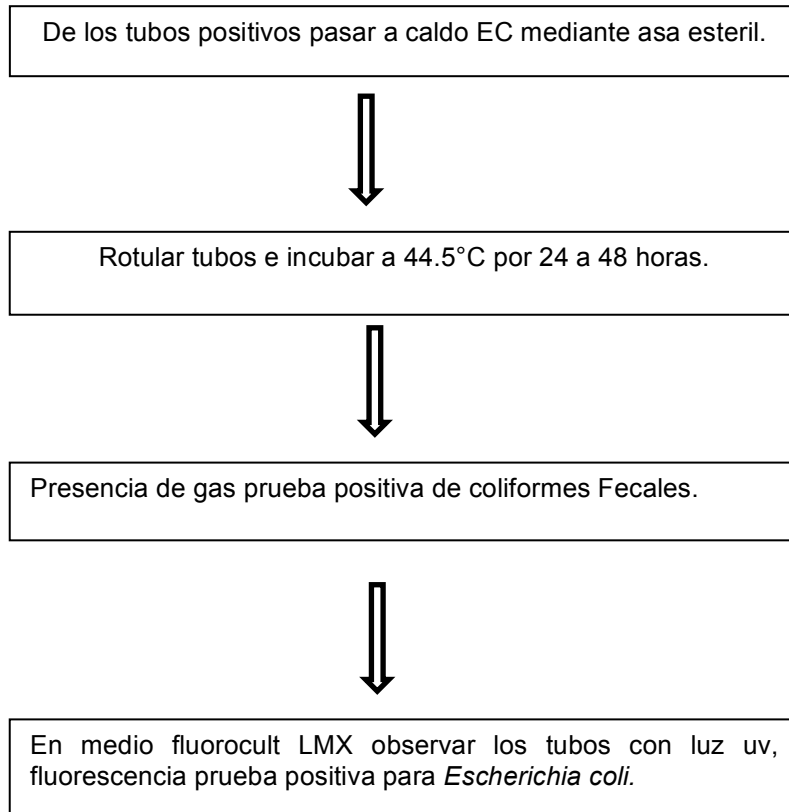


Figura N°14 (continuación)

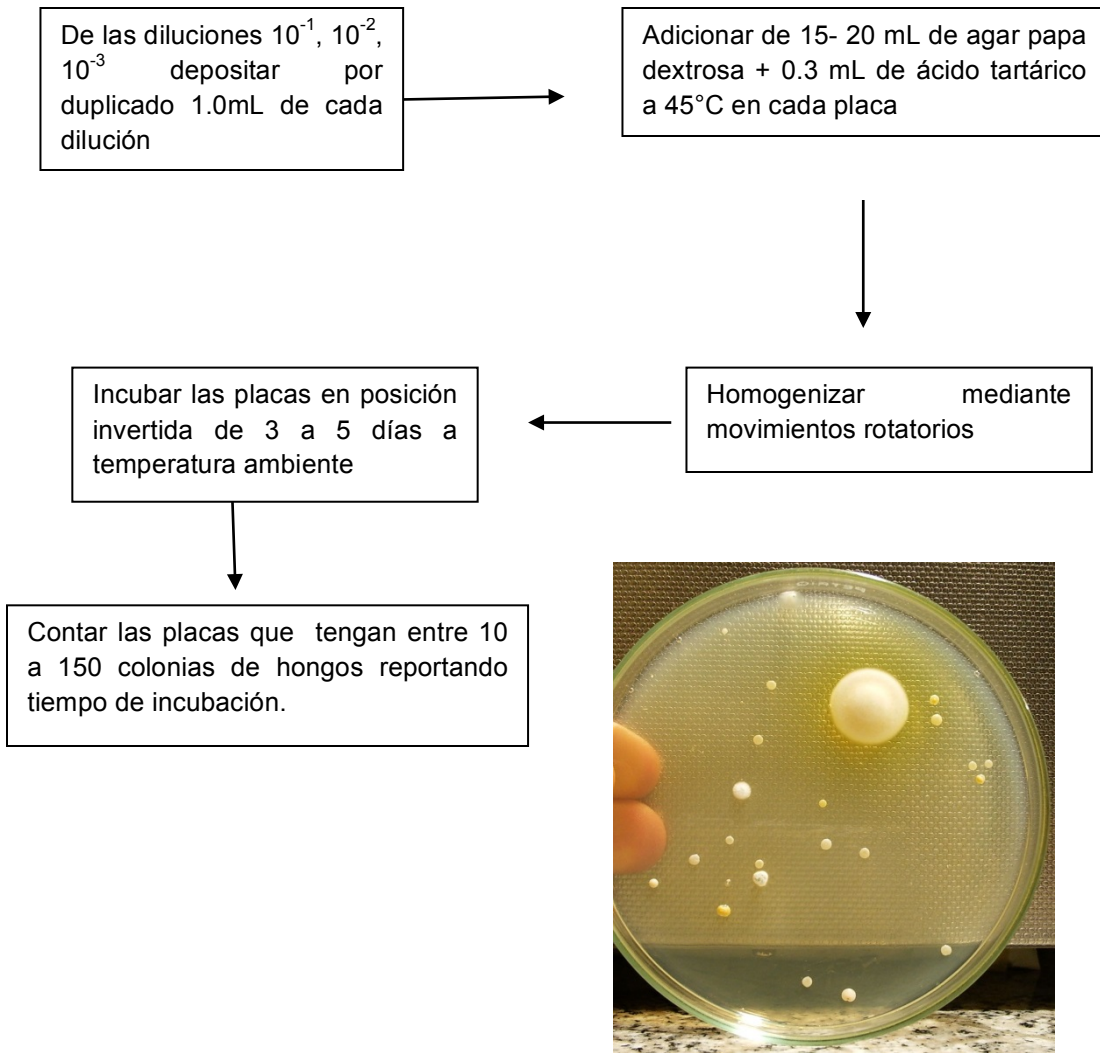


Figura N°15 Determinación de Hongos y Levaduras

ANEXO N° 6
PRESENTACION DE LAS GALLETAS PARA LA EVALUACION
HEDONICA

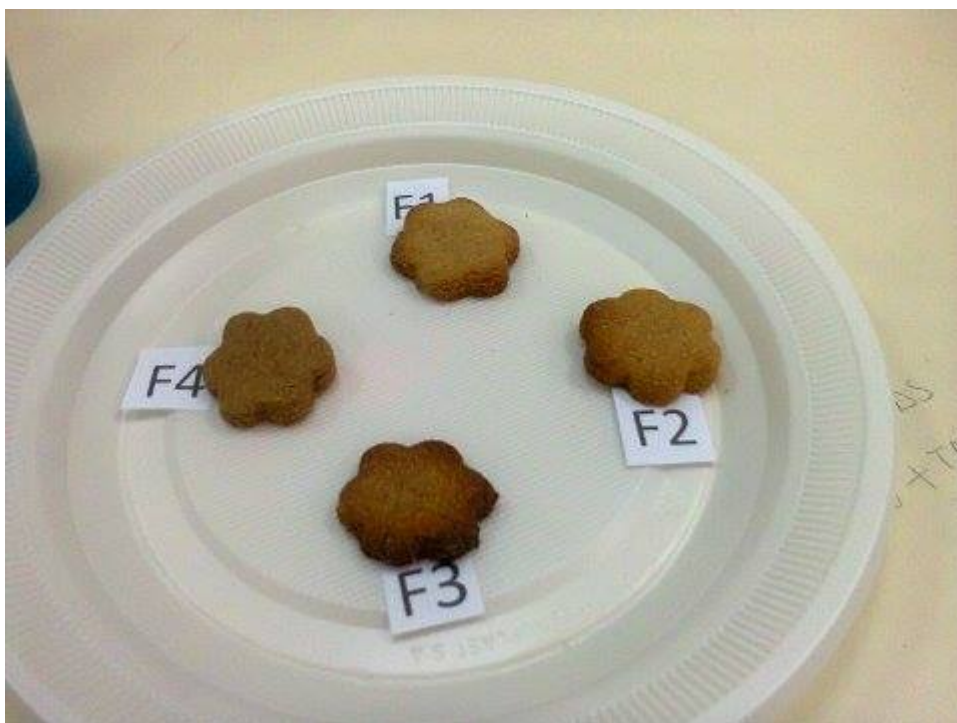


Figura N°16 Presentación de las galletas para realizar la evaluación hedónica

ANEXO N°7

**FOTOGRAFIAS DE LA DETERMINACION DEL ANALISIS
BROMATOLOGICO PROXIMAL**



A) Galletas trituradas



B) Muestra de harina compuesta después de realizar la determinación humedad



C) Muestra de la galleta triturada después de determinación de humedad

Figura N° 17 Fotografías de la Determinación de Humedad



A) Muestra de galleta y harina compuesta antes de calcinar.



B) Muestra de galleta y harina compuesta después de calcinar.

Figura N° 18 Fotografías de la Determinación de Ceniza

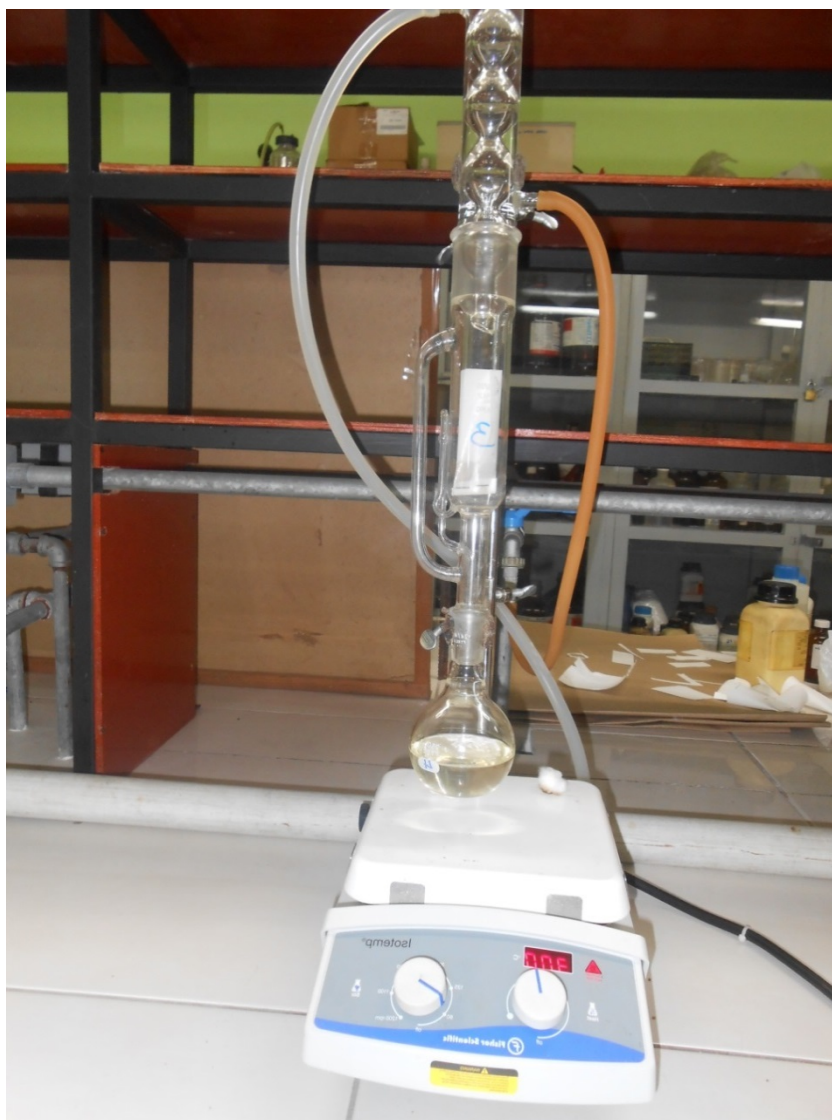


Figura N°19 Aparato de reflujo utilizado para determinación de extracto etéreo

ANEXO N°8
RESULTADO DE LOS ANALISIS DE FIBRA CRUDA Y
MICROBIOLOGICOS



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

Ciudad universitaria, 11 de julio de 2014

Resultado de Análisis

Responsable: Brs. Mónica Patricia Guzmán y Pamela Guadalupe López

Procedencia: Facultad de Química y Farmacia

Fecha de ingreso: 09 de julio del 2014

Tipo de muestra: Galleta y Harina compuesta (Sorgo y Amaranto)

Análisis solicitado: Determinación de Fibra

Fibra Cruda (%)	Resultados	
	Mx ⁵⁵	Mx ⁵⁶
	Galleta	Harina compuesta (Sorgo y Amaranto)
	6.72	6.36
	5.76	6.92
	6.11	6.18
Promedio (X)	6.19	6.49

Analista: Lic. Norbis Salvador Solano Melara

Atentamente

“HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA”

Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo



Jefe de Departamento de Química Agrícola



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO**



162 Años
Al servicio de la
Educación Superior salvadoreña

Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax No. (503) 225-8826 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_UES@hotmail.com
rcejillos@navegante.com.sv

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nombre de la Muestra: Galleta Código AL-194

Fecha de fabricación: (R1G)

Muestreador: _____

Solicitante: Mónica Guzmán / Pamela López Fecha de emisión: 29/07/2014

Método: Bacteriological Analytical Manual (BAM): enumeración de E.coli por NMP, y recuento de hongos y levaduras por placa vertida.

Descripción: Producto sólido, diferentes formas, de color café oscuro.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Recuento de <i>Escherichia coli</i> .	< 3 NMP / g	< 3 NMP / g
Recuento de Hongos y Levaduras	< 10 UFC/g	-----
UFC/g = Unidades Formadoras de Colonias por gramo de producto NMP/g = Número Más Probable por gramo de producto		
OBSERVACIONES: Los resultados corresponden a la muestra remitida 02/07/2014 y ensayada el 22/07/2014. * Las especificaciones corresponden al Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 67.04.50:08, subgrupo de alimento 7.2: panadería fina con o sin relleno.		

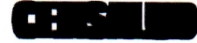


Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
QUÍMICA – FARMACEUTICA

Fecha de análisis: 22-07-2014



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN SALUD
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICO**



162 Años
Al servicio de la
Educación Superior salvadoreña

Ciudad Universitaria
Final 25 Avenida Norte
San Salvador, El Salvador

Telefax No. (503) 225-8826 y 225-8434
Correo: CEN_SALUD_UES@hotmail.com
redillos@navegante.com.sv

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nombre de la Muestra: Harina compuesta (sorgo y amaranto) Código AL-193

Fecha de fabricación: (R1H)

Muestreador: _____

Solicitante: Mónica Guzmán / Pamela López Fecha de emisión: 29/07/2014

Método: Bacteriological Analytical Manual (BAM): enumeración de E.coli por NMP, y recuento de hongos y levaduras por placa vertida.

Descripción: Polvo fino de color café claro.

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES*
Recuento de <i>Escherichia coli</i> .	< 3 NMP / g	< 3 NMP / g
Recuento de Hongos y Levaduras	200 UFC/g	-----
UFC/g = Unidades Formadoras de Colonias por gramo de producto NMP/g = Número Más Probable por gramo de producto		
OBSERVACIONES: Los resultados corresponden a la muestra remitida 02/07/2014 y ensayada el 22/07/2014. * Las especificaciones corresponden al Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA 67.04.50:08, subgrupo de alimento 7.2: panadería fina con o sin relleno.		

Lic. Amy Elieth Morán Rodríguez
QUÍMICA – FARMACEUTICA



Fecha de análisis: 22-07-2014