

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Preparación de galleta nutritiva a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] y moringa (*Moringa oleifera* Lam.), con diferentes formulaciones en el municipio y departamento de San Vicente, 2018

POR:

ALBERTO ANTONIO FLORES MORÁN

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

SAN VICENTE, 04 DE SEPTIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC. M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. M. Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL

DECANO:

ING. MAE ROBERTO ANTONIO DÍAZ FLORES

SECRETARIO:

LIC. M Sc. CARLOS MARCELO TORRES ARAUJO

JEFE DE DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ING. AGR. M. Sc. JOSÉ FREDY CRUZ CENTENO

DOCENTES ASESORES:

ING. AGR. M. Sc. WILBER SAMUEL ESCOTO UMAÑA

ING. AGR. M. Sc. JOSÉ ISIDRO VARGAS CAÑAS

ING. AGROINDUSTRIAL RAFAEL ARTURO RODRÍGUEZ MARTÍNEZ

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN:

ING. AGR. EDGARD FELIPE RODRÍGUEZ

RESUMEN

La investigación se centró en determinar la aceptabilidad de una galleta nutritiva, elaborada a partir de harina de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) enriquecida con una fuente proteica de origen vegetal como la moringa (*Moringa oleifera*), utilizando harina extraída de la hoja de esta planta pulverizada.

Se realizó el análisis sensorial por medio de jueces no entrenados (25), siendo estos estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral de la Universidad de El Salvador, mediante un arreglo estadístico de bloques al azar, la metodología manejada para la recolección de datos se obtuvo con una escala lineal, ideal para determinar la intensidad de variables organolépticas tales como: sabor, color y olor. Los resultados obtenidos reflejan la aceptabilidad general de T0 (tratamiento testigo, sorgo 100%) con un valor promedio de 7.62, siendo el tratamiento mejor aceptado por parte de los jueces no entrenados; seguido de T1 (tratamiento 1, sorgo 95% + moringa 5%) con una media 6.66, T3 (tratamiento 3, sorgo 90% + moringa 10%) 5.59, T2 (tratamiento 2, sorgo 85% + moringa 15%) 5.38 y T4 (tratamiento 4, sorgo 80% + moringa 20%) con 4.82.

El análisis bromatológico determinó la cantidad de nutrientes que ofrece la galleta, siendo el de mayor importancia el de proteína al tratarse de una galleta nutritiva, determinado por medio del método de Kejdahl, mostrando diferencias entre los tratamientos, presentado la siguiente relación: a mayor cantidad de moringa, mayor será la cantidad de proteína; obteniendo valores para T0 de 5.46, T1 7.37, T2 8.37, T3 8.85, y T4 9.09.

Además, se obtuvo un producto inocuo, determinado mediante análisis microbiológico para *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, comparando los resultados obtenidos con lo establecido en el RTCA 67.04.50:08 Alimentos: Criterios Microbiológicos para la inocuidad de alimentos. También se realizó análisis para Moho y Levaduras, comparando los resultados con lo establecido en la normativa salvadoreña obligatoria NSO 67.30.01:04 productos de panadería. Calificación y especificaciones del pan dulce.

Palabras clave: galleta nutritiva, moringa, sorgo bicolor, proteína vegetal, harina de moringa, harina de sorgo.

AGRADECIMENTOS

A Dios todo poderoso, por haber logrado este sueño de ser un profesional de bien para nuestra sociedad, además de no dejarme solo en los momentos que más lo necesité y guiarme siempre por el camino del bien.

A mi familia, padres y hermanos por darme ánimos de seguir adelante con mis estudios, a pesar de nuestras limitantes económicas, cada uno de los consejos y sacrificios fueron de gran ayuda en mi formación.

A mi abuelo Santos Flores Zurias (Q.E.P.D), por enseñarme a trabajar y amar el campo desde mi infancia, sus enseñanzas fueron de gran ayuda.

A Blanca Julia Arias (Q.E.P.D) por ayudarme en el momento más difícil que pase durante mi formación profesional, sus consejos, por aceptarme y cuidarme como un miembro más de su familia.

A mi más grande amigo José Eduardo Arias Carballo (Q.E.P.D) por ser un pilar muy importante en mi vida, ayudarme en todo momento, siempre buscando lo mejor para mí, por la amistad desinteresada que me brindo durante los años de amistad.

A las familias Arias Carballo, Romero Alfaro, Amaya Mejía y Alvarado Barillas, por su apoyo, hospitalidad que me brindaron y verme como un miembro más de sus familias.

A mis amigos por darme ánimos a seguir siempre y no desistir de mi deseo de ser profesional.

A los docentes de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral de la Universidad de El Salvador, por transmitir todos sus conocimientos y experiencias en mi formación y la de mi grupo de clases.

A los docentes asesores por la guía, consejos y paciencia para poder terminar mi proceso de graduación.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso: por darme la vida, prestarme en esta vida una gran familia y permitirme ser profesional.

A mis padres: José Adrián Flores Alvarado y Sonia Elizabeth Morán de Flores por el sacrificio que han realizado por sacarnos adelante a cada uno de sus hijos, brindándonos su amor incondicional y pensar siempre en nuestro bienestar antes que el de ellos.

A mis hermanos: William Flores, Sonia Flores, Odalis Flores, Claudia Flores y Ernesto Flores, por apoyarme siempre en todo momento, sus consejos no fueron en vano.

A los que ya partieron de esta vida: Mi abuelo Santos Flores (Q.E.P.D); Blanca Arias (Q.E.P.D) de cariño niña Blanquita y Eduardo Arias (Q.E.P.D), por todo su apoyo, estarían felices de verme cumplido mi sueño en el cual ellos fueron parte muy importante para lograrlo y ahora ser profesional.

A mis amigos: por todo su apoyo, cariño y amistad que me brindaron durante mi formación universitaria, excelentes compañeros y amigos.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMENTOS.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Concepto de harina.....	2
2.1.1. Harinas que contienen gluten.....	2
2.1.2. Harinas libres de gluten.....	4
2.2. Generalidades sobre el sorgo.....	5
2.2.1. El sorgo en la alimentación humana.....	5
2.2.2. Propiedades del sorgo.....	6
2.2.3. Clasificación taxonómica del sorgo.....	7
2.2.4. Origen del cultivo.....	7
2.2.5. Descripción botánica.....	8
2.2.6. Requerimientos edafoclimáticos del sorgo.....	9
2.2.7. Plagas y enfermedades del sorgo.....	10
2.3. Generalidades sobre moringa.....	12
2.3.1. Moringa en la alimentación humana.....	12
2.3.2. Clasificación taxonómica del cultivo de moringa.....	15
2.3.3. Origen del cultivo.....	16
2.3.4. Descripción botánica.....	17
2.3.5. Requerimientos edafoclimáticos de la moringa.....	18
2.3.6. Plagas y enfermedades del cultivo.....	18
2.4. Generalidades sobre galletas.....	19
2.4.1. Clasificación de las galletas.....	19
2.4.2. Materias primas utilizadas en la elaboración de galletas.....	20

2.4.3.	Beneficios del consumo de galletas.....	23
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1.	Descripción de la investigación.....	25
3.2.	Localización.....	25
3.3.	Ubicación geográfica.....	25
3.4.	Condiciones climáticas.....	26
3.5.	Tratamientos o agrupaciones.....	27
3.6.	Método de recopilación de datos.....	28
3.6.1.	Encuesta.....	28
3.6.2.	Análisis sensorial (pruebas hedónicas).....	28
3.7.	Análisis de laboratorio.....	28
3.7.1.	Análisis microbiológico.....	28
3.7.2.	Análisis bromatológico.....	29
3.8.	Materiales y equipo.....	29
3.9.	Unidades experimentales.....	30
3.10.	Diseño experimental.....	30
3.11.	Manejo del experimento.....	30
3.12.	Descripción del proceso para la elaboración de la galleta nutritiva.....	31
3.13.	Técnica de la gráfica lineal.....	34
3.14.	Recopilación de datos y lectura de la gráfica lineal.....	35
3.15.	Método para el análisis experimental y procesamiento de la información....	36
3.16.	Costos de la investigación.....	36
4.	DISCUSIÓN Y RESULTADOS.....	38
4.1.	Variable sabor.....	38
4.2.	Variable color.....	41
4.3.	Variable textura.....	43
4.4.	Variable olor.....	45
4.5.	Aceptabilidad general de las variables organolépticas.....	46
4.6.	Criterios microbiológicos.....	47
4.6.1.	Tratamiento testigo (T0).....	47
4.6.2.	Tratamiento 1 (T1).....	48
4.6.3.	Tratamiento 2 (T2).....	49
4.6.4.	Tratamiento 3 (T3).....	49
4.6.5.	Tratamiento 4 (T4).....	49

4.7.	Análisis bromatológico completo.....	50
4.7.1.	Variable humedad total (%)......	50
4.7.2.	Variable materia seca (%)......	51
4.7.3.	Ceniza (%)......	52
4.7.4.	Proteína cruda (%)......	52
4.7.5.	Extracto etéreo (%)......	54
4.7.6.	Fibra cruda (%)......	55
4.7.7.	Carbohidratos (%)......	56
5.	CONCLUSIONES.....	58
6.	RECOMENDACIONES.....	60
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	62
8.	ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
Cuadro 1.	Análisis bromatológico del grano de sorgo.....	6
Cuadro 2.	Contenido nutritivo de las hojas de moringa (/100g de parte comestible).....	14
Cuadro 3.	Análisis bromatológico de las hojas de moringa oleífera de 54 días deshidratada	15
Cuadro 4.	Formulaciones de harina para los diferentes tratamientos en base a porcentaje	27
Cuadro 5.	Formulaciones para tratamientos en base a receta.....	27
Cuadro 6.	Metodología estadística diseño de bloques al azar y su interacción entre bloques y tratamientos.....	31
Cuadro 7.	Presupuesto total de la investigación.....	37
Cuadro 8.	ANOVA calculado para la variable sabor.....	38
Cuadro 9.	Prueba de media Duncan para la variable sabor	39
Cuadro 10.	ANOVA calculado para la variable color.....	41
Cuadro 11.	Prueba de media Duncan para la variable color	42
Cuadro 12.	ANOVA calculado para la variable textura.....	43
Cuadro 13.	Prueba de media Duncan para la variable textura	44
Cuadro 14.	ANOVA calculado para la variable olor.....	45
Cuadro 15.	Prueba de media Duncan para la variable olor	46
Cuadro 16.	Aceptabilidad de tratamientos en promedio por variable.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
Tabla 1.	Clasificación taxonómica del sorgo.....	7
Tabla 2.	Clasificación taxonómica de la moringa.....	16
Tabla 3.	Beneficios del consumo de galletas en relación a su consumidor.....	24
Tabla 4.	Análisis de escala gráfica lineal para la intensidad de una característica...	35

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
Figura 1.	Macro localización de la investigación sobre la aceptabilidad de la galleta nutritiva. Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Universidad de El Salvador.....	26
Figura 2.	Micro localización de la investigación sobre la aceptabilidad de la galleta nutritiva. Facultad Multidisciplinaria Paracentral, Universidad de El Salvador.....	26
Figura 3.	Diagrama de flujo de proceso para la obtención de la galleta nutritiva.....	32
Figura 4.	Escala de aceptabilidad	34
Figura 5.	Ejemplo de lectura de la gráfica lineal.....	36
Figura 6.	Análisis de variable sabor.....	39
Figura 7.	Análisis de variable color.....	42
Figura 8.	Análisis de variable textura.....	44
Figura 9.	Análisis de variable olor.....	46
Figura 10.	Análisis de aceptabilidad de los tratamientos.....	48
Figura 11.	Resultados para análisis de humedad por tratamiento.....	50
Figura 12.	Resultados para análisis de materia seca por tratamiento.....	51
Figura 13.	Resultados para análisis de cenizas por tratamiento.....	53
Figura 14.	Resultados para análisis de proteína cruda por tratamiento.....	54
Figura 15.	Resultados para análisis de extracto etéreo por tratamiento.....	55
Figura 16.	Resultados para análisis de fibra cruda por tratamiento.....	56
Figura 17.	Resultados para análisis de carbohidratos por tratamiento.....	57

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
Cuadro A-1. Requisitos microbiológicos de RTCA para productos de panadería.....	70
Cuadro A-2. Requisitos microbiológicos de NSO para productos de panadería.....	70
Cuadro A-3. Resultados obtenidos por la variable sabor.....	71
Cuadro A-4. Resultados obtenidos para la variable color.....	71
Cuadro A-5. Resultados obtenidos para la variable textura.....	71
Cuadro A-6. Resultados obtenidos para la variable olor.....	72
Figura A-1. Desinfección de utensilios.....	72
Figura A-2. Limpieza de sorgo en mesa de trabajo.....	72
Figura A-3. Molino pulverizador utilizado para obtención de harina de sorgo.....	72
Figura A-4. Pesado de ingredientes.....	72
Figura A-5. Mezclado de ingredientes secos.....	73
Figura A-6. Adición de ingredientes húmedos a la mezcla.....	73
Figura A-7. Galletas en cocción en el interior del horno.....	73
Figura A-8. Enfriado de galletas.....	73
Figura A-9. Encuesta de gráfica lineal para los tratamientos.....	74
Figura A-10. Mesa con las diferentes muestras para panelista y su respectiva encuesta para recolección de datos.....	79
Figura A-11. Lectura de marca sobre la gráfica lineal, para darle un valor numérico a la marca con la ayuda de una regla graduada en centímetros y milímetros	79
Figura A-12. Informe de resultados microbiológicos para el tratamiento testigo (T0)....	80
Figura A-13. Informe de resultados de mohos y levaduras para el tratamiento Testigo (T0).....	81
Figura A-14. Informe de resultados microbiológicos para el tratamiento 1 (T1).....	82
Figura A-15. Informe de resultados de mohos y levaduras para el tratamiento 1 (T1)....	83
Figura A-16. Informe de resultados microbiológicos para el tratamiento número 2 (T2).	84
Figura A-17. Informe de resultados de mohos y levaduras para el tratamiento 2 (T2)....	85
Figura A-18. Informe de resultados microbiológicos para el tratamiento 3 (T3).....	86
Figura A-19. Informe de resultados microbiológicos para el tratamiento 4 (T4).....	87
Figura A-20. Informe de resultados de mohos y levaduras para el tratamiento 4 (T4)....	88
Figura A-21. Informe de análisis Bromatológico completo para los 5 tratamientos.....	89

1. INTRODUCCIÓN

El sorgo es un cultivo que, en los últimos años, está ocupando cada vez más área en los sistemas de producción de pequeños y medianos agricultores, siendo ubicado como el segundo grano básico más producido a nivel del territorio salvadoreño, esto gracias a la adaptabilidad que presenta dicho cultivo antes las condiciones edafoclimáticas que nuestro país posee; principalmente por la resistencia antes la falta de agua en comparación con otros cultivos como por ejemplo el caso del maíz del cual se esperaba una producción en el periodo de 2017-2018 de 20.5 millones de quintales, mientras que del sorgo se esperaba una producción de 2.7 millones de quintales para este mismo período, según APS (2017).

El cultivo de la moringa, posee un gran contenido nutricional en especial contenido proteico, cenizas y fibra cruda, por lo que la mezcla del grano de sorgo y la planta de moringa se vuelven una excelente opción en la obtención de una harina de gran valor nutricional para las personas que consuman productos elaborados con esta harina.

El estudio se realizó con una mezcla de harina de ambos cultivos, con 5 formulaciones diferentes, el tratamiento testigo se tomó del recetario publicado por el CENTA en 2011 que lleva por nombre: recetario de productos elaborados a base de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench); los demás tratamientos formulados por el autor siendo los siguientes: T1 sorgo 95% + moringa 5%, T2 sorgo 90% + moringa 10%; T3 sorgo 85% + moringa 15% y T4 sorgo 80% + moringa 20%.

Los diferentes tratamientos fueron sometidos a análisis bromatológico, microbiológicos, así como también análisis sensorial por parte de jueces no entrenados, siendo los jueces estudiantes de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral de la Universidad de El Salvador; y de esta manera medir la aceptación de la galleta en la población, además de determinar la formulación base de la galleta más aceptada.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Concepto de harina

De acuerdo con Requena (2013), se entiende como harina, al producto finamente triturado, obtenido de la molturación de granos de trigo, o la mezcla de trigo blando y trigo duro, en un 80% mínimo, maduro, sano y seco, e industrialmente limpio sin otro calificativo, se entiende siempre, como la procedente del trigo, si se trata de harinas procedentes de otros vegetales, habrá que especificar la procedencia, harina de maíz, harina de cebada, harina de centeno, etc. Además, nos dice que la harina es una materia básica en la elaboración básica del pan, pastas alimenticias y productos de pastelería.

Mientras que el RTCA en su sección 67.01.15:07 (2007) se entiende por harina de trigo al producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host, o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura.

2.1.1. Harinas que contienen gluten

Harina de Trigo: la harina es el polvo que se obtiene de la molienda del grano de trigo maduro, entero o quebrado, limpio, sano y seco, en el que se elimina gran parte de la cascarilla (salvado) y el germen. El resto se tritura hasta obtener un grano de finura adecuada (CANIMOLT. s.f.). El trigo aporta minerales como el magnesio, hierro, calcio, potasio, zinc o selenio; vitaminas A, del grupo B y E, fibra, hidratos de carbono y proteína vegetal. El aporte de estos macro y micronutrientes es mucho más bajo en las harinas de trigo que han sido refinadas (ECOagricultor 2017).

Para CANIMOLT (s. f.) esta harina contiene entre un 65 y un 70% de almidones, pero su valor nutritivo fundamental está en su contenido, ya que tiene del 9 al 14% de proteínas; siendo las más importantes la gliadina y la gluteína, además de contener otras componentes como celulosa, grasas y azúcar.

Requena (2013), afirma que la harina de trigo se puede clasificar en:

Fuerza de la harina:

- **Fuerte:** es la que procede de trigos duros, es rica en gluten, lo que da la capacidad de tener mucha agua, dando lugar a la formación de masas consistentes y elásticas.
- **Harina floja:** su contenido en gluten es mucho menor, lo cual la hace menos compacta que la harina fuerte, este tipo de harina de masa más flojas y menos consistentes.
- **Haría de media fuerza:** esta harina sería un punto intermedio entre la harina de fuerza y la harina floja, se puede conseguir simplemente mezclando a partes iguales de harina fuerte y harina floja.

Según tasa de extracción:

- **Harina flor:** tasa de extracción del 40% (quiere decir, que por ejemplo de cada 100 kg de grano, obtenemos 40 kg de harina, ya que solo se moltura la almendra harinosa, pero muy fina).
- **Harina blanca:** tasa de extracción del 60 al 70%. Se moltura sin germen ni cubierta, es decir igual que la anterior, solo la almendra harinosa, pero de una manera más grosera.
- **Harina integral:** tasa de extracción es casi del 100%, ya que se moltura el grano entero, pero de una manera más grosera que la harina integral, pudiendo encontrar incluso pequeños trocitos del grano de trigo.

Harina de centeno: la harina de centeno es la segunda después de la de trigo en importancia para la producción de pan. Es más oscura que la de trigo; el gluten extraído de la harina con agua se presenta como una masa cohesiva, contiene las mismas proteínas que el trigo, aunque en proporciones diferentes (AAPPA, 2004). La harina integral de centeno posee potasio, magnesio, fósforo, calcio, yodo, sodio, zinc y selenio, y vitaminas E y del grupo B, carbohidratos y fibra (ECOagricultor 2017).

Harina de espelta: su harina tiene un sabor ligeramente dulce con un toque que recuerda a la nuez, siendo más soluble en agua, más fácil de digerir que la harina de trigo y aunque mucho

más pobre en gluten que otros trigos panificables, sigue teniendo gluten, por lo que es un cereal que no deben de consumirlo los celíacos (Directo al paladar 2013).

Harina de avena: se obtiene de la trituración de las semillas de avena. No contienen gluten, lo cual nos daría masas de poca consistencia, por lo tanto, no es apta para la elaboración de pan, aunque sí que es apta para la elaboración de productos para celíacos. También se suele utilizar añadiéndola a elaborados grasos, ya que esta harina contiene antioxidantes que evitan el enraizamiento (Requena 2013).

Harina de cebada: la harina integral de cebada es fuente de minerales como cobre, zinc, potasio, fósforo, magnesio o calcio y vitaminas A, del grupo B y C. Tiene un buen aporte de carbohidratos y fibra (ECOagricultor 2017). La harina de cebada presenta una alta actividad de amilasa y pueden usarse para reforzar esta propiedad en la harina para masas fermentadas. Es recomendable realizar ensayos a fin de determinar la factibilidad en el uso de este cereal simplemente como un ingrediente adicional a la harina de trigo (AAPPA 2004).

2.1.2. Harinas libres de gluten

Harina de arroz: es una harina extraída de la molturación de granos de arroz blanco o integral. Contiene un 90% de almidón, cuyos gránulos son más pequeños que en otros tipos de harina, lo que la hace ideal como espesante. Se suele utilizar en la elaboración de productos para celíacos, ya que no contiene gluten (Requena 2013).

Harina de maíz: se trata de una harina que no contiene gluten por lo que puede ser consumida por los celíacos. Sin embargo, este hecho hace que no se puedan confeccionar panes exclusivamente con ella dado que la ausencia de gluten impide que el pan tenga una consistencia y elasticidad adecuada. Para ello, las tortillas de maíz o panes con maíz suelen llevar siempre otra harina, normalmente de trigo (Cocinista s. f). Mientras Saludabit (s. f.) afirma que comparada con el trigo, tiene un valor energético similar, pero aporta una mayor cantidad de calorías y menos proteínas. Este aporte calórico se sitúa en torno a 330 kcal/100 g. El aporte de fibra se sitúa en 9,5 g/100 g, cantidad nada despreciable.

Harina de yuca: la harina de yuca es muy rica en hidratos de carbono y no contiene gluten lo que hace son consumo apto para celíacos. Tiene buenas cualidades espesantes por lo que puede ser uno de nuestros recursos en la cocina para espesar salsas. No en vano, la tapioca, que tan buena consistencia da a sopas y salsas, no es sino almidón de yuca, de acuerdo a Cocinista (s. f.). Entre los principales minerales presentes en el almidón de la yuca que posteriormente se convierte en la harina de mandioca, se encuentra el potasio, fósforo, hierro, magnesio y el calcio. También es fuente de vitamina B y C, con pocas grasas y proteínas (vida lucida 2008).

Harina de patata o papa: se obtiene de la patata que es un tubérculo, es decir, un fruto que crece bajo tierra. Se obtiene en un proceso de refinación, lavado y raspado, por el que se extrae la fécula de la patata, para posteriormente volver a refinarla. Consiguiendo así un polvo muy fino de color blanco. La fécula de patata con contiene gluten y se usa principalmente como espesante (Requena 2013).

Harina de amaranto: la harina es viscosa a semejanza del trigo y su sabor es suave, lo que favorece la elaboración de algunos productos (AAPPA 2004). La harina de es altamente rica en fibra, hierro, vitamina A y C, así como en calcio y magnesio. Garcés (2010) afirma que, el amaranto tiene un alto porcentaje de aminoácidos esenciales (proteínas), incluyendo lisina, un aminoácido esencial en la alimentación humana y que no suele encontrarse en la mayoría de los cereales.

2.2. Generalidades sobre el sorgo

2.2.1. El sorgo en la alimentación humana

CENTA (2018), asegura que, la importancia de este cultivo ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a su utilización en la alimentación humana; en la industria de panificación, la harina de sorgo está tomando auge ya que se ha comprobado que puede sustituir hasta en un 50% a la de trigo en las mezclas para la elaboración de pan, sin afectar la calidad de éste. Otro uso de mucha importancia es en la alimentación animal ya sea en forma de ensilaje o corte fresco. También el grano es utilizado para la fabricación de alimentos concentrados, para los sectores avícola, porcino y bovino.

Delgado (2011), detalla que el sorgo es un cereal similar al maíz, tanto en apariencia como en aportes nutricionales, aunque tiene un menor aporte calórico, y por lo tanto nos brindará un menor aporte energético pues tiene menos hidratos de carbono. Hay que destacar el escaso aporte de grasas que nos brinda, así como el alto número de proteínas, ya que nos aporta más que el maíz. Esto le convierte en un cereal muy apreciado en la nutrición deportiva, ya que nos ayudará a mejorar la calidad muscular y el desarrollo de la misma. El análisis bromatológico del grano de sorgo se observa en el Cuadro 1.

Hahn (1970) afirma que, el sorgo se ubica en tercer lugar en el mundo de los granos usados para la alimentación y aproximadamente el 75% del cultivo de sorgo en todo el mundo lo consumen las personas. Alvarado (2017) en su trabajo de investigación establece que el sorgo, es el quinto cereal en importancia en el mundo; es un cultivo que constituye un componente básico de la dieta en muchas partes de África. Y alrededor de 300 millones de personas lo utilizan como un componente importante de su dieta.

2.2.2. Propiedades del sorgo

La producción del sorgo tiene una amplia adaptabilidad, rápido crecimiento, tolerancia a la sequía, inundaciones, salinidad del suelo y toxicidad por acidez; es por ello que lo hace un cultivo resistente. Por el lado saludable no contiene gluten, por lo tanto, los celíacos lo pueden consumir sin ningún tipo de problema y es útil para diabéticos, ya que el sorgo hace que la digestión en azúcares sea más lenta y por lo tanto el organismo pueda utilizarla mejor. Posee propiedades astringentes, homeostáticas y antidiarreicas. Las variedades de grano amarillo (sorgos blancos, < 0.25% taninos) tienen su valor nutritivo superior al de las variedades ricas en taninos, de un 5-10% en valor energético y de un 10- 15% en digestibilidad de la proteína (Blas *et al.* 1999).

Cuadro 1. Análisis bromatológico del grano de sorgo.

Humedad (%)	Proteína (%)	Grasas (%)	Ceniza (%)	Fibra (%)	Carbohidratos (%)
11.5	8.7 – 16.8	1.4 – 6.1	1.2 – 7.1	0.4 – 13.4	65.3 – 79.2

Fuente: Tomado de Rodríguez 2009.

El sorgo es un aliado a la hora de asimilar el azúcar por parte del organismo, ya que este cereal absorberá parte del azúcar que obtenemos a través de los alimentos y lo irá liberando de manera lenta en el organismo, que lo irá asimilando poco a poco, mejorando así los niveles de energía a lo largo del día, y controlando en todo momento la cantidad de glucosa en sangre. Por eso es un tipo de cereal muy recomendado en personas diabéticas, según Delgado (2011).

2.2.3. Clasificación taxonómica del sorgo

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) pertenece a la familia de las gramíneas, tuvo un origen en África y llegó a Centroamérica a través de la India, China y Estados Unidos, (CENTA 2018). Describiendo su clasificación taxonómica en la Tabla 1.

2.2.4. Origen del cultivo

Según CENTA (2018), el Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), pertenece a la familia de las gramíneas, tuvo su origen en África y llegó a Centroamérica a través de la India, China y Estados Unidos. Pérez *et al.* (2010), afirman que el origen de este cultivo ha sido discutido a través de los años, ya que se plantea que procede del noreste de África, en la región ocupada por Etiopía, aunque se ubicó inicialmente en la India. Se introdujo en América en el siglo XVIII. Se considera que muchas especies distintas se cultivan de forma esporádica en países de América, y que los sorgos actuales son híbridos de esas introducciones o de mutantes que han aparecido.

Tabla 1: Clasificación taxonómica del sorgo.

Reino	Plantae
Sub Reino	Tracheobionta
División	Meganoliophyta
Clase	Liliopsida
Sub clase	Commelinidae
Grupo	Glumiflora
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Sub familia	Panicoidae
Tribu	Andropogena
Género	<i>Sorghum</i>
Especie	<i>bicolor</i>

Fuente: Elaborado con base a Valladares 2010.

En el año 2010 el programa de mejoramiento genético de sorgo apoyados por el convenio CENTA-INTROMISIL realizó los cruzamientos iniciales, para formar una variedad de sorgo forrajera de grano color rojo con taninos, ya que estos no son muy apetecidos por los pájaros. Para realizar los cruzamientos se utilizaron como progenitores machos, las líneas donantes de taninos ICSV-LM – 905038 y ICSV – LM -90509, provenientes de la Universidad de Texas A & M de Estados Unidos, y como hembras se utilizaron las principales variedades forrajeras de sorgo que el CENTA ha generado (CENTA S-2, CENTA -3, CENTA RCV) y otras como TORTILLERO, PINOLERO y VG-14-6 (CENTA 2016).

2.2.5. Descripción botánica

Raíz: El sistema radical adventicio fibroso se desarrolla de los nudos más bajos del tallo. La profundidad de enraizado es generalmente de 1 a 1.3 metros, con 80% de las raíces en los primeros 30 centímetros. El número de pelos absorbentes puede ser el doble que, en maíz, las raíces de soporte pueden crecer de primordios radicales, pero no son efectivas en la absorción de agua y nutrientes, según CENTA (2007).

Tallo: El sorgo es una planta de un solo tallo, pero puede desarrollar otros brotes (hijos) dependiendo de la variedad y el ambiente; está formado de una serie de nudos y entrenudos, su longitud varía de 0.5 a 4 metros, su diámetro de 0.5 a 5 cm cerca de la base, volviéndose más angosto en el extremo superior; su consistencia es sólida con una corteza o tejido exterior duro y una médula suave. Los tallos tienen de 7 a 24 nudos y son erectos (CENTA 2018).

Hoja: El número de hojas varía de 7 a 24 según la variedad y el período de crecimiento, son erectas hasta casi horizontales y se encorvan con la edad. La longitud de una hoja madura oscila entre 30 a 135 cm y su ancho entre 1.5 a 24cm; son alternas y lanceoladas o linear lanceoladas, con una superficie lisa y cerosa (Alvarado 2017).

Inflorescencia: Es una panícula de racimo con un raquis central completamente escondido por la densidad de sus ramas o totalmente expuesto, cuando está inmadura es forzada hacia arriba dentro de la vaina más alta (buche), después que la última hoja (bandera) se expande distendiéndola a su paso. La exersión es importante para la cosecha mecanizada y para la tolerancia de plagas y enfermedades. La panícula es corta o larga, suelta y abierta, y compacta

o semicompacta. Puede tener de 4 a 25 cm de largo, 2 a 20 cm de ancho y contener de 400 a 800 granos, según el tipo de panícula (CENTA 2007).

Semillas: Su semilla es gruesa, comprimida, oval y desnuda, y presenta varios colores como café, azulado, negro, blanco, rojizo y amarillo, entre otros (Pérez *et al.* 2010).

2.2.6. Requerimientos edafoclimáticos del sorgo

Suelo: El sorgo es bastante susceptible a deficiencia de Hierro, Zinc y Manganeso; especialmente en suelos vertisoles con altos niveles de Carbonato de Calcio. Estas deficiencias pueden ser observadas en los cultivos cuando la planta se pone clorótica o con manchas rojizas a lo largo de las hojas. Responde muy bien a una diversidad de suelos aún con características adversas de fertilidad, textura, pendiente, pedregosidad y pH (5.5-7.8) (CENTA 2007).

Temperatura: Debido a su origen tropical, el sorgo se adapta bien a temperaturas que oscilan entre los 20 y 40°C. Temperaturas fuera de este rango provocan el retardo o la aceleración de la antesis (prefloración), aborto de flores y de los embriones (CENTA 2018).

Elevación: El sorgo puede cultivarse desde 0 a 1000 msnm, sin embargo, las mejores producciones se obtienen en zonas comprendidas de 0 a 500 msnm (CENTA 2007)

Agua: Los sorgos fotoinsensitivos necesitan una mayor cantidad de humedad en el suelo para la polinización y llenado del grano; comparados con los fotosensitivos (criollos) que requieren una mínima reserva de humedad en el suelo para completar satisfactoriamente estas etapas de desarrollo. En general el sorgo requiere de 550 mm de agua en todo el ciclo de cultivo y bien distribuidos para una óptima producción (Alvarado 2017).

Cantidad de horas luz: El sorgo, dependiendo de su condición fisiológica, puede ser fotosensitivo o fotoinsensitivo, esto se refiere a la cantidad de horas luz que el cultivo demanda para su desarrollo y floración. Las variedades fotoinsensitivas son aquellas cuya floración no es afectada por la cantidad de horas luz y florecen independientemente de la época en que sean sembradas. Las variedades criollas o fotosensitivas son las que independientemente de

la época de siembra florecen cuando los días son cortos (noviembre- diciembre) (CENTA 2007).

2.2.7. Plagas y enfermedades del sorgo

Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.)

Según CENTA (2018), el daño que causan estos gusanos blancos en forma de C con tamaño de 2 ó 3 mm hasta 3 cm, se manifiesta primero en plántulas marchitas y después en zonas con baja población de plantas inclinadas, curvas o acamadas que crecen de forma irregular, éstas se arrancan con facilidad. Una gallina ciega puede destruir todas las plantas dentro de una hilera de 5 metros.

INTA (2011) señala que, son larvas que se caracterizan por su forma de "C" y que se alimentan preferentemente de las raíces de las gramíneas y de restos vegetales en superficie, aunque no todos los gusanos blancos (gallinas ciegas) causan daños a los cultivos.

Gusano de alambre (*Melanotus* spp., *Agriotes* spp., *Dalopius* spp.)

Para CENTA (2007), son gusanos delgados, cilíndricos y segmentados, suaves y blancos al nacer. Cuando se desarrollan miden 40 mm y son brillantes, lisos, duros, de movimientos lentos y color amarillo o café. Las áreas sin plántulas, o éstas marchitas y el acame de las plantas desarrolladas son síntomas del daño de gusano de alambre. Se alimentan del embrión de la semilla, además lesionan la base de los tallos y cortan las raíces de las plantas.

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

CENTA (2018) afirma que esta plaga se alimenta de las partes tiernas de las hojas. Daña la panícula antes que emerja, y después de la emergencia de ésta se alimenta del grano en desarrollo. Puede actuar como cortador y barrenador. Las larvas del cogollero en las primeras fases de vida son de color verdusco y cabeza negra.

El gusano cogollero es una de las plagas que más ataca al cultivo de sorgo desde los primeros estadios hasta los 65 días por lo que se vuelve importante su control con teflubenzuron 15% SC en dosis de 12 a 15 cc por bomba de 17 litros, para evitar pérdidas en la producción de grano, según Alvarado (2017).

Gusano soldado (*Spodoptera exigua*)

Las larvas son de color negro o verde oscuro, miden de 4 a 5 cm de largo. La palomilla de este insecto pone sus huevos en las hojas de maíz en grupos, son de color blanco amarillento y cubiertos de pelusa. Las larvas recién salidas raspan la superficie de las hojas, luego se alimentan de los márgenes de las hojas, avanzando hacia el centro de ésta dejando solamente la nervadura central. Puede alimentarse del grano en maduración (CENTA 2007).

Afidos, pulgones (*Aphis* spp.)

CENTA (2018) afirma que los daños pueden iniciar desde los ocho días de nacido hasta la madurez fisiológica del cultivo, y el insecto se localiza en la parte basal de la hoja y en el envés, succionando la savia en las hojas, provocando lesiones de coloración rojizas, reduciendo la fotosíntesis en la planta. Asociado a estos daños aparecen hongos como la fumagina, debido a la mielecilla que excretan los pulgones. Además, en casos extremos, se favorece la transmisión de enfermedades virales; todo este asocio puede ocasionar la pérdida total del cultivo.

INTA (2011) asegura que, este insecto es de color verde esmeralda con una franja más oscura en el dorso. Las antenas son oscuras. Ojos salientes y negros. Las patas son del mismo color del cuerpo. Sifones cortos, más pálidos que el color del cuerpo y con ápices negros distintivos.

Barrenador del tallo (*Diatraea* spp., *Elasmopalpus lignosellus*)

Estos dañan la planta en cualquier etapa, en plantas jóvenes causan túneles al ras del suelo o ligeramente abajo de la superficie y en plantas bien desarrolladas se alimentan de las hojas y luego perforan el tallo a nivel de entrenudos, barrenando hacia arriba y hacia abajo lo que ocasiona acame o quebradura de planta o de panícula si ya está en producción CENTA (2018).

Mosquita de la panoja (*Contarinia sorghicola*)

Esta es la plaga más destructiva del sorgo. La hembra deposita sus huevos (alrededor de 100 huevos por mosca) en las espiguillas en floración, al nacer la larva, ésta se alimenta de los ovarios del grano en formación causando granos vanos o su desarrollo anormal y por consiguiente una mala panícula. El adulto solamente vive un día, según INTA (2011).

Insectos de granos almacenados

Según investigaciones de CENTA (2007), nos dice que, los más comunes son los gorgojos (*Sitophilus sp*) y palomillas (*Sitotroga cerealella*) estos causan daño en granos almacenados. El grano debe ser almacenado bajo condiciones secas y de limpieza. Si el contenido de humedad del grano menos del 9% el insecto es incapaz de procrear, reduciendo así el daño a los granos almacenados; almacenando el grano a una humedad del 12%. Deben considerarse las precauciones necesarias al utilizar productos fumigantes, los recipientes de los granos deberán estar totalmente herméticos, en lugares ventilados y nunca en la habitación donde se duerme.

La roya del sorgo (*Puccinia sorghi*)

Para CENTA (2018), esta es una de las principales enfermedades con mayor incidencia y severidad que se presenta en los sorgos, especialmente en los criollos. Los sorgos mejorados son afectados con menor incidencia, ya que se les ha incorporado resistencia a través de los programas de mejoramiento. Esta enfermedad aparece cuando inicia la maduración del grano hasta las últimas etapas del cultivo de sorgo, incrementando la severidad del daño en variedades susceptibles, volviendo inservible el follaje para la alimentación del ganado.

2.3. Generalidades sobre moringa

2.3.1. Moringa en la alimentación humana

La Moringa Oleífera es considerada como una de las especies naturales más desarrolladas dentro de su contenido taxonómico y fitoquímico por poseer el doble de contenido nutricional,

de vitaminas, aminoácidos, proteínas, oligoelementos, lípidos y alcoholes, que la hacen ver dentro de innumerables estudios y ensayos científicos por organizaciones mundiales líderes en la línea nutricional como la Organización Mundial de la Salud OMS, Food and Agriculture Organization FAO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization UNESCO y demás organizaciones sin ánimo de lucro que a diario luchan por la pobreza y el hambre en el mundo. Estas organizaciones han incluido a la moringa dentro del régimen de alimentos necesarios por obligación dentro de la canasta familiar de muchas familias que han podido salir de los estragos que ha dejado la desnutrición (Liñán 2010).

ACPA (2010) afirma que, todas las partes de la planta son comestibles. Los contenidos de proteínas, vitaminas y minerales son sobresalientes. El sabor es agradable y las diversas partes de la planta se pueden consumir crudas, especialmente hojas y flores, o cocinadas de diferentes maneras.

Puentes (2014) asegura que, esta planta tiene la particularidad que todas sus partes son comestibles, y con diversos usos. De la semilla madura tiene un contenido de casi un 40% de aceite. El aceite de la semilla contiene entre otros compuestos, un 78% de ácido oleico. Este alto tenor de ácido oleico significa que ese aceite es adecuado para obtención de biodiesel, con un bajo tenor de instauración. Ello indica su buena calidad por su estabilidad a la oxidación, facilitando el transporte y almacenamiento.

Del árbol de la Moringa podemos utilizar varias partes: frutos o vainas, las semillas, las hojas, las raíces y las flores.

- Los frutos o vainas de Moringa se pueden tomar cocidos (son similares a las habas).
- Las semillas de Moringa se sacan de la vaina y se pueden tomar así o bien tostarlas.
- Las hojas de Moringa se pueden añadir a ensaladas o a cualquier plato al final de su preparación.
- Las raíces de Moringa se pueden moler y hacer infusiones
- Las flores de Moringa también se aprovechan para añadirlas a ensaladas o platos templados/fríos (ECOagricultor s. f.)

De acuerdo con Puentes (2014), las semillas se pueden comer hirviéndolas en agua en su vaina y poseen un gusto similar al garbanzo. Las hojas se cocinan de la misma manera y se

agregan cocidas a guisos o también crudas en ensaladas, tienen un sabor ligeramente picante. También son muy útiles en la producción de biogás. Las hojas trituradas se emplean en áreas muy remotas como agente de limpieza. De la madera se puede extraer un tinte azulado de interés industrial. Las raíces son tuberosas no muy gruesas y se pueden comer a modo de zanahoria. La corteza de las raíces se debe eliminar porque contiene “moringina”, una sustancia tóxica del mismo grupo que la efedrina. Las flores se consumen frescas y ensaladas y son una gran fuente de néctar para las abejas.

Liñán (2010), afirma que la Moringa se está revelando como un recurso de primer orden con bajo costo de producción para prevenir la desnutrición y múltiples patologías como la ceguera infantil asociadas a carencias de vitaminas y elementos esenciales en la dieta. Esta planta tiene un futuro prometedor en la industria dietética y como alimento proteico para deportistas. Estudios anteriores sobre análisis del valor nutricional y sus alimenticios de las hojas, vainas y semillas indican un valor de macro y micro nutrientes que la caracterizan como una fuente alimentaria de proteína, grasa, calcio, potasio, hierro, carotenos, vitamina C entre otros y por lo tanto como una fuente energética. Los contenidos nutricionales de las hojas de moringa se detallan en el Cuadro 2 y en el Cuadro 3 se detalla el análisis bromatólogo de las hojas de moringa a los 54 días.

Hojas tiernas, raíces y flores. Las hojas se utilizan en la alimentación humana, en potajes, ensaladas, con sabor intermedio entre el berro y el rábano, las raíces de árboles muy jóvenes con raíz principal muy gruesa recuerdan la zanahoria. Las flores se consumen en ensaladas, (ACPA 2010).

Cuadro 2. Contenido nutritivo de las hojas de moringa (/100g de parte comestible).

Nutriente	Moringa	Otros alimentos
Vitamina A (mcg)	1130	Zanahoria, 315
Vitamina C (mcg)	220	Naranja, 30
Calcio C (mg)	440	Leche de vaca, 120
Potasio (mg)	259	Plátano, 88
Proteínas (mg)	6700	Leche de vaca, 3200

Fuente: Tomado de C. Gopalan et al (1994). Nutritive Value of Indian Foods, Instituto Nacional de Nutrición, India. Citado por ACPA (2010).

Cuadro 3. Análisis bromatológico de las hojas de moringa oleífera de 54 días deshidratada.

Componente	Hojas	Tallos	Hojas y tallos
Materia seca, %	89.60	99.87	89.66
Proteína (Nx 6.25)	24.99	11.22	21.00
Extracto etéreo, %	4.62	2.05	4.05
Fibra Cruda, %	23.6	41.9	33.52
Cenizas, %	10.42	11.38	10.18
Extracto no nitrogenado	36.37	33.45	31.25
TDN	63.72	45.17	55.12
Energía digestible Mcal/Kg MS	2.81	1.99	2.43
Energía metabolizable, Mcal/Kg MS	2.30	1.63	1.99

Fuente: Tomado de ACPA 2010.

Liñán (2010), asegura que La hoja de moringa posee un porcentaje superior al 25% de proteínas, esto es, tanto como el huevo como el doble de la leche, cuatro veces la cantidad de la vitamina A de las zanahorias, cuatro veces la cantidad de calcio de la leche, siete veces más de vitamina C que de las naranjas, tres veces más de potasio que los plátanos, cantidades significativas de hierro, fósforos y otros elementos. Son una fuente excepcionalmente buena de vitamina A, B y C, así como de minerales (en particular hierro) y aminoácidos que contienen azufre como la Cistina y la Metionina.

2.3.2. Clasificación taxonómica del cultivo de moringa

Guevara *et al.* (2013), afirma que el árbol de la moringa (*Moringa oleifera* Lam.), de la familia Moringaceae, es la más importante de las trece especies conocidas del género moringa. Se conoce también como árbol de los espárragos, árbol de rábano (horseradish tree) o árbol de las perlas. Es un árbol de tamaño pequeño y crecimiento acelerado, que alcanza generalmente entre diez y doce metros de alto, con copa esparcida y hojas pinadas en tres, valorado actualmente por sus hojas, raíces, tallos, flores y semillas que contienen aceite comestible.

Para Galo (2016), la clasificación taxonómica de la moringa la detalla de la siguiente manera en la Tabla 2.

Tabla 2: clasificación taxonómica de la moringa.

TAXONOMIA	
Reino	Plantae
Clase	Eudicotyledoneae
Orden	Brassicales
Familia	Moringaceae
Género	<i>Moringa</i>
Especie	<i>oleifera</i>

Fuente: Elaborado con base a Galo 2016.

2.3.3. Origen del cultivo

Moringa oleifera es un cultivo originario del norte de la India, que actualmente abunda en todo el trópico. La variedad de nombres tanto en inglés como vernáculos ilustra los muchos usos asignados al árbol y sus productos. En algunos lugares se conoce como "palo de tambor" debido a la forma de sus vainas, que son uno de los principales productos alimenticios en la India y África. También es conocido como el árbol del rábano picante, debido al sabor de sus raíces, que los británicos utilizaban en la India como sustituto del rábano silvestre. En algunos sitios del este de África se le conoce como "el mejor amigo de mamá", nombre que indica que la gente conoce muy bien el valor del árbol, según la FAO (s. f.).

En la actualidad se distribuye por todo el mundo, en los trópicos y subtrópicos. La *Moringa oleifera* se asocia morfológicamente con la *Moringa concanensis* y con la *Moringa peregrina*, y se denominan "árboles esbeltos", por su figura estilizada y alta. Son especies principalmente asiáticas, originaria de las faldas del sub Himalaya (valles sub Himalayos), en el norte de la India, aunque pueden encontrarse hoy día a lo largo de todo el planeta (García et al. 2013).

Según Liñán (2010), En América Central fue introducido como planta ornamental y como cercas vivas. Los romanos, los griegos y los egipcios extrajeron aceite comestible de las semillas y lo usaron para perfume y lociones. En el Siglo XIX, a partir de plantaciones de *Moringa* en el Caribe exportaron el aceite extraído de la semilla hacia Europa para perfumes y lubricantes para maquinaria.

2.3.4. Descripción botánica

Alcanza de 7-12 m de altura y de 20-40 cm de diámetro, con una copa abierta tipo paraguas y fuste recto. Se trata de un árbol perenne pero poco longevo, que a lo sumo puede vivir 20 años, aunque se han obtenido variedades en la India que son anuales y permiten el cultivo mecanizado. Es una especie de muy rápido crecimiento. Aporta una elevada cantidad de nutrientes al suelo, además de protegerlo de factores externos como la erosión, la desecación y las altas temperaturas (Liñán 2010).

De acuerdo a García *et al.* (2013), se valora principalmente por sus frutas, hojas, flores, raíces, todas comestibles, y por el aceite (también comestible) obtenido de las semillas. Este cultivo puede ser propagado por medio de semillas o por reproducción asexual (estacas), aún en suelos pobres; soporta largos períodos de sequía y crece bien en condiciones áridas y semiáridas.

Raíz: La raíz principal es de tipo pivotante y globosa, mide varios metros lo que le permite tener cierta resistencia a la sequía. Cuando se le hacen cortes, produce una goma de color rojizo parduzco (Arias 2014).

Tallo: La corteza es blanquecina, el tronco generalmente espeso e irregular en tamaño y forma y la corona pequeña y densa, rara vez sobrepasa los 10 metros de altura, según García *et al.* (2013).

Hoja: Hojas pinnadas oblongas, pecíolo corto hojuelas de 6 a 9 pares pequeñas, opuestas, pálidas cuando son tiernas, pero adquieren riqueza en color al madurar (Cáceres *at al.* 2005).

Flor: las flores son de color crema, numerosas, fragantes y bisexuales. Miden 1 a 1.5 cm de largo. Estas se encuentran agrupadas y están compuestas por sépalos lineales a lineal-oblongo, de 9 a 13 mm de largo. Los pétalos son poco más grandes que los sépalos (García *et al.* 2013).

Fruto: Las frutas son cápsulas de color pardo lineares y de 3 lados con surcos longitudinales de 20 a 45 cm de largo, aunque a veces de 120 cm y de 2 a 2.5 cm de ancho (Liñán 2010).

Semilla: Las semillas son carnosas, cubiertas por una cascara fina de color café. Poseen tres alas, o semillas aladas de 2.5 a 3 mm de largo. Al quitar la cascara se obtiene el endospermo que es blanquecino y muy oleaginoso, según García *et al.* (2013).

2.3.5. Requerimientos edafoclimáticos de la moringa

Suelo: El árbol de Moringa oleífera (Teberinto) prefiere los suelos bien drenados y arenosos. Tolerla la arcilla, pero no los charcos, así como también tolera una amplia gama de pH de 5 - 9, y crece muy bien en condiciones de alcalinidad de un pH de hasta 9. Responde bien a humus, agua y fertilizantes (García *et al.* 2013).

Temperatura: 25-35°C tolera hasta los 48°C (Cerrato s.f.).

Elevación: Crece bien en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1,200 m de altitud y prospera en temperaturas altas (García *et al.* 2013).

Agua: Es tolerante a las sequías y crece con precipitaciones de 250-1500 mm por año (10-60 pulg) (Cáceres *et al.* 2005).

Luz: para Cerrato (s.f.) la moringa es un cultivo de poca o nada de sombra debido a que el aumento de sombra aminora la cantidad de nutrientes existentes en la hoja.

2.3.6. Plagas y enfermedades del cultivo

La Moringa oleífera es vulnerable al ataque de insectos, plagas y enfermedades, que perjudican diversas partes de la planta. Entre las plagas que la atacan se encuentra el zompopo (*Atta sp.*), la palomilla blanca (*Pieris sp.*) y coleópteros (*Dendroctonus sp.*). Durante el mes de agosto es muy común que presenten *Pieris monuste*, que en estado larvario se alimentan del follaje de la planta. En la india se han reportado ciertas plagas: gusanos cabelludos (*Noordia moringae*) que causa la defoliación, daños por *Aphis aponecraccibora*, *Diaxenopsis cynoides* y Mosca de la fruta (*Gitonia sp.*). En condiciones de mucha humedad pueden ocurrir pudriciones de las raíces (*Diploidia sp.*) y el polvo de papaya (*Levellula taurica*).

Las plagas pueden ser controladas por trampa, control biológico, mecánico, fumigación o aspersión, (García *et al.* 2013).

2.4. Generalidades sobre galletas

Rodríguez (2010) señala que, las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masa preparada con harina, con o sin leudantes, leches, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados.

Según Arévalo y Catucuamba (2007), indican que las galletas son productos alimenticios elaborados con una mezcla de harina, grasa comestible y agua, con adición de azúcar, aromas, huevos y especias, sometida a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico. Entre los principales ingredientes que se utilizan en la elaboración de galletas se encuentran la manteca vegetal y la margarina.

El término «galleta» de esta categoría se refiere a una torta pequeña de pan friable, fermentada con levadura o bicarbonato de soda (RTCA 2012).

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, (Guzmán *et al.* 2015).

2.4.1. Clasificación de las galletas

En cuanto a las galletas, existe una gran variedad de productos muy diferentes:

Por su Sabor:

- Saladas, Dulces y de Sabores Especiales.

Por su Presentación:

- Simples: Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego del cocido.
- Rellenas: Cuando entre dos galletas se coloca un relleno apropiado.
- Revestidas: Cuando exteriormente presentan un revestimiento o baño apropiado.
- Pueden ser simples y rellenas.

Por su Forma de Comercialización:

- Galletas Envasadas: Son las que se comercializan en paquetes sellados de pequeña cantidad.
- Galletas a Granel: Son las que se comercializan generalmente en cajas de cartón, hojalata, etc. (Rodríguez 2010).

2.4.2. Materias primas utilizadas en la elaboración de galletas

A las galletas se les puede adicionar productos tales como: azúcares naturales, sal, productos lácteos y sus derivados, lecitina, huevos, frutas, pasta o masa de cacao, grasa, aceites, levaduras y cualquier otro ingrediente apto para consumo humano, (Arévalo y Catucuamba 2007).

Harina

Según Gianola G. (1980), La harina es el principal componente en la confección o elaboración de toda clase de artículos de pastelería y galletería, y, entre las harinas empleadas, la primordial es siempre la de trigo. La harina de trigo proviene de diversas calidades de trigo cultivado en diferentes partes del mundo. Cada clase de harina corresponde a una determinada clase de trigo, y el elemento principal e indispensable que debe tener una buena harina es un elevado porcentaje de gluten.

De acuerdo con Rodríguez (2010), El denominador común de las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo. La harina de trigo es la que se utiliza para la fabricación del pan, galletas, pastas, etc. El trigo es el cereal que permite de una manera más adecuada la formación del gluten, una pasta constituida por la mezcla de las proteínas gluteína

y gliadina junto con el agua. El gluten formado posee plasticidad y elasticidad lo que permite darle una forma determinada a la pasta y, al mismo tiempo, posibilita que la levadura actúe sobre la misma haciendo que esta se hinche, al absorber vapor de agua y aire.

Leche

La leche líquida se obtiene de los animales de ordeño (p. ej., vacas, ovejas, cabras, búfalas). La leche suele tratarse térmicamente mediante pasteurización, 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, (Guzmán *et al.* 2015).

Agua

Según Cabeza (2009), al añadir agua a la harina se forma una masa a medida que se van hidratando las proteínas del gluten. Parte del agua es retenida por los gránulos rotos de almidón. Cuando se mezcla y se amasa la harina hidratada, las proteínas del gluten se orientan, se alinean y se despliegan parcialmente.

El agua permite que se produzcan cambios en otros ingredientes, tanto para formar una masa como para producir luego una textura que se torna rígida tras la cocción. Toda el agua añadida a la masa es eliminada en el horno. Debe utilizarse agua de calidad potable (Lezcano 2009).

Azúcar

Rodríguez (2010) afirma que, es un elemento que se encuentra mucho en la naturaleza, todos los cereales contienen azúcar, así como otros diversos elementos que constituyen la alimentación del hombre.

De acuerdo con Lezcano (2009), se puede conseguir en forma de cristales blancos o como azúcar líquido. Según el tipo de galletita a elaborar, se opta por una u otra forma.

La fijación de agua por los azúcares y polisacáridos tiene una contribución decisiva sobre las propiedades de las galletas. La adición de azúcar a la receta reduce la viscosidad de la masa y el tiempo de relajación. Promueve la longitud de las galletas y reduce su grosor y peso. Las galletas ricas en azúcar se caracterizan por una estructura altamente cohesiva y una textura crujiente, (Cabeza 2009).

Grasa

Incluye todos los productos a base de grasa de origen vegetal, animal o marino o sus mezclas (Guzmán *et al.* 2015).

Según Cabeza (2009), las grasas ocupan el tercer puesto en importancia dentro de los componentes de la industria galletera después de la harina y el azúcar. Las grasas desempeñan una misión antiaglutinante en las masas, contribuyen a su plasticidad y su adición suaviza la masa y actúa como lubricante. Además, las grasas juegan un papel importante en la textura de las galletas, ya que las galletas resultan menos duras de lo que serían sin ellas. La grasa contribuye, igualmente, a un aumento de la longitud y una reducción en grosor y peso de las galletas, que se caracterizan por una estructura fragmentable, fácil de romper.

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, (Guzmán *et al.* 2015).

Emulsionantes

Son sustancias que cumplen la función de estabilizar las mezclas de dos líquidos inmiscibles, como el aceite y el agua. Algunas de ellas tienen también propiedades acomplejantes sobre el almidón y las proteínas, (Lezcano 2009).

Cabeza (2009) indica que, la lecitina es un agente emulsionante cuyo componente eficaz son los fosfolípidos, los cuales poseen fuertes afinidades polares. Presentan una parte hidrófoba

que se disuelve bien en la fase no acuosa y otra parte hidrofílica que se disuelve bien en el agua. Además, ayuda a la masa dándole más extensibilidad y facilita la absorción del agua por la masa. Un aumento de la temperatura actúa negativamente sobre la estabilidad de las emulsiones.

Huevos

La yema de huevo es rica en grasa y lecitina, componentes que, junto con el sabor que brindan a las galletitas, han hecho del huevo un ingrediente tradicional de estos productos. La industria galletera lo adquiere en forma líquida o en polvo, según Lezcano (2009).

Sal común

La sal común (cloruro sódico), se utiliza en todas las recetas de galletas por su sabor y por su propiedad de potenciar el sabor. Además, la sal endurece el gluten (ayuda a mantener la red de gluten) y produce masas menos adherentes, (Cabeza 2009).

Levadura

Para la fermentación de la masa se utiliza la especie *Saccharomyces cerevisiae*. Bajo condiciones anaerobias, la levadura es capaz de producir gas carbónico y alcohol a partir de los azúcares simples. La facultad de producción gaseosa es lo que tiene más importancia en la fermentación de la masa, además de las características organolépticas que este proceso otorga a los productos finales, (Lezcano 2009).

2.4.3. Beneficios del consumo de galletas

Las galletas por sus características, es un alimento con un gran valor energético, que, añadido a su bajo precio, se convierte en un elemento básico e insustituible en la dieta. Este producto puede presumir de tener cuatro ventajas que pocos alimentos poseen: prolongada conservación, sabor exquisito, fácil digestión y amplia variedad, según Arévalo y Catucumbá (2007). En la Tabla 3, se expresan los beneficios del consumo de galletas según grupo etario, estado fisiológico y actividad física.

Tabla 3. Beneficios del consumo de galletas en relación a su consumidor.

Galletas y perfil del consumidor	
Niños y adolescentes	Ayudan a su crecimiento, así como suponen un aporte energético que favorece su desarrollo y rendimiento intelectual.
Adultos	Aportan viabilidad, saciedad y son ricas en nutrientes. Picoteo saludable, para aquellos momentos de toma energética o placer.
Tercera Edad	Tienen beneficios para la salud y fortalecen sus huesos (calcio). Son un alimento saludable (bajas en sodio, colesterol y calorías)
Embarazadas	Ricas en ácido fólico del complejo B que puede ayudar a prevenir defectos de nacimiento en el cerebro y la médula espinal denominados defectos del tubo neural.
Deportistas	Energéticas (ricas en carbohidratos). Permiten un mayor rendimiento físico y previenen momentos de hipoglucemia después de hacer ejercicio.
Necesidad dietética especial	Gracias a la innovación en la composición de las galletas, hoy en día existen todo tipo de galletas funcionales aptas para personas con necesidades específicas.

Fuente: elaborado con base a la información del Instituto de la galleta s.f.

Para el Instituto de la galleta (s. f.), la ventaja de las galletas es que su aporte energético es fácilmente modulable. Ello permite elegir la cantidad que se toma en cada momento. Por eso son ideales en solas o combinadas con alimentos: leche, yogures, quesos frescos, frutas, zumos, confituras o chocolate.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la investigación

La investigación se centró principalmente en la preparación de una galleta nutritiva a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] y moringa (*Moringa oleifera* Lam.), con diferentes formulaciones en el municipio y departamento de San Vicente, además de determinar la aceptabilidad de la galleta, elaborando 4 tratamientos (fórmulas) contrastados con un tratamiento testigo, con los porcentajes de materia prima e insumos requeridos según fórmula. La evaluación sensorial se realizó un día solamente, esto con el fin de evaluar o medir a aceptabilidad de los diferentes tratamientos, las variables organolépticas que se determinaron fueron: sabor, color, textura y olor de cada tratamiento respectivamente por parte de los jueces no entrenados; midiendo de esta manera la aceptabilidad general de las galletas por cada tratamiento; además de ser sometidos los diferentes tratamientos a análisis de laboratorio microbiológico y el análisis bromatológico completo para cada tratamiento.

3.2. Localización

La investigación se realizó en el Municipio de San Vicente, Departamento de San Vicente, el estudio más importante es la parte que se refiere al análisis sensorial de las propiedades organolépticas, aceptabilidad y capacidad nutricional de la galleta elaborada con harina de sorgo mezclada con moringa. La prueba sensorial se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral de la Universidad de El Salvador, como se puede observar en las Figuras 1 y 2.

3.3. Ubicación geográfica

El municipio de San Vicente es cabecera del departamento de San Vicente y está ubicado en la zona paracentral de El Salvador, a 58 km al este de San Salvador. Limita al norte con San Cayetano Istepeque y Apastepeque; al oeste con Tepetitán y Tecoluca; Al sur con San Agustín; al este con Berlín y Mercedes Umaña (Usulután). Cuentan con una población de 53,213 habitantes, (PFGL 2014)

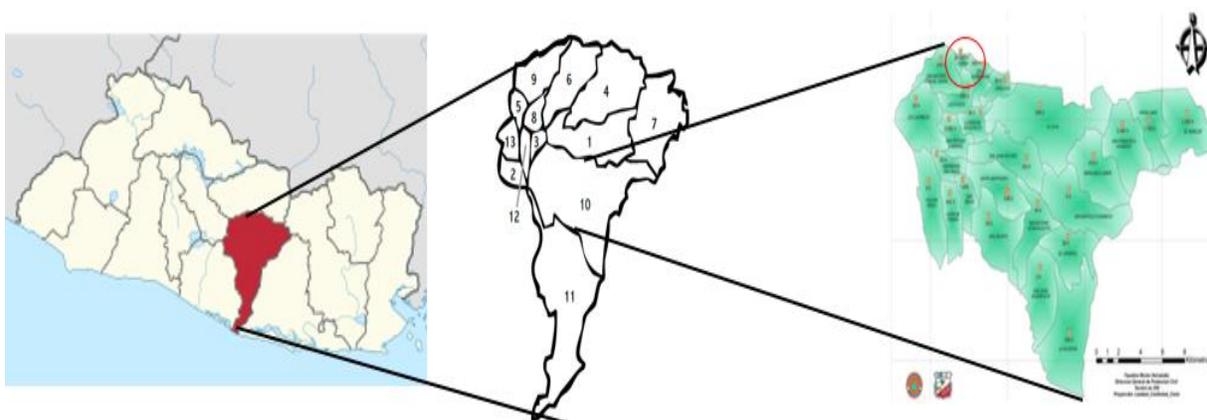


Figura 1. Macro localización de la investigación sobre aceptabilidad de galleta nutritiva.

Fuente: elaboración propia tomando los mapas de Google Maps 2019.



Figura 2. Micro localización de la investigación sobre aceptabilidad de galleta nutritiva.

Fuente: Tomado de los mapas de Google Maps 2019

3.4. Condiciones climáticas

Según MAG (1982), la zona presenta un clima correspondiente a sabanas tropicales calientes o de tierra caliente, con una precipitación anual de 2,032 mm., con una temperatura media anual de 24° C y humedad relativa promedio de 68 % a una elevación de 390 msnm.

3.5. Tratamientos o agrupaciones

Los diferentes tratamientos a utilizar en la investigación, se describen a continuación en los Cuadros 4 y 5:

Cuadro 4. Formulaciones de harina para los diferentes tratamientos en base a porcentaje.

Tratamiento	Sorgo (%)	Moringa (%)	Trigo (%)
T0	75	0	25
T1	95	5	0
T2	90	10	0
T3	85	15	0
T4	80	20	0

Cuadro 5. Formulaciones para los tratamientos en base a receta.

Ingredientes	Tratamientos				
	T0	T1	T2	T3	T4
Harina de sorgo (g)	340.90	399.00	378.00	357.00	336.00
Harina de trigo (g)	113.63				
Harina de moringa (g)	0.00	21.00	42.00	63.00	84.00
Mantequilla (g)	0.00	85.00	85.00	85.00	85.00
Manteca vegetal (g)	0.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Azúcar (g)	227.27	170.00	170.00	170.00	170.00
Leche en polvo (g)	12.00	170.00	170.00	170.00	170.00
Levadura (g)	6.00				
Royal (g)	5.00				
Margarina (g)	80.00				
Canela (g)		1.00	1.00	2.00	1.50
Sal (g)		1.00	1.00	1.00	1.00
Fécula de maíz (g)		1.00	1.00	1.00	1.00
Vainilla (ml)	15.84	2.00	2.00	4.00	4.00
Leche fluida (ml)		150.00	150.00	150.00	150.00
Agua (ml)	360.00				

3.6. Método de recopilación de datos

3.6.1. Encuesta

Para la recopilación de datos en el caso de las investigaciones de carácter cualitativos, se utilizará el diseño de encuesta que cuenta con la evaluación de las mismas características para cada tratamiento, evaluando: sabor, color, textura y olor

3.6.2. Análisis sensorial (pruebas hedónicas)

Las pruebas efectivas o hedónicas se refieren al grado de preferencia y aceptabilidad de un producto. Este tipo de pruebas permiten no solo establecer si hay diferencia entre las muestras, sino el sentido o magnitud de la misma, esto nos permite mantener o modificar la característica diferencial, según Liria (2008).

El análisis sensorial se realizó en la Facultad Multidisciplinaria Paracentral en el aula asignada a postgrado, contando con la participación de 25 estudiantes, quienes fueron los jueces no entrenados para evaluar el producto.

3.7. Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio nos ayudan con todos aquellos resultados que no son posibles determinarlos mediante personas o programas informáticos como en el caso de las variables organolépticas, ya que en los análisis de laboratorio se quiere determinar la inocuidad de los alimentos (presencia de bacterias) y que estos cumplan con lo establecido por las normas que rigen los alimentos en el país; además de determinar la cantidad de nutrientes presentes en la galleta para determinar si es nutritiva o no como se planteó en los objetivos.

3.7.1. Análisis microbiológico

Se realizó análisis microbiológico a las diferentes muestras de cada fórmula, para determinar la presencia de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, comparando los resultados obtenidos con lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08

Alimentos: Criterios Microbiológicos para la inocuidad de alimentos del Grupo de Alimento 7.0: Pan y productos de panadería y pastelería; 7.2 Subgrupo del alimento: Panadería fina con o sin relleno (galletas, queque, pasteles, tortas) otros productos de panadería fina (dulces, salados, aromatizados) y mezclas. Incluye otros productos de panadería fina, como donas, panecillos dulces y muffins, frescos o congelados (Cuadro A-1).

También se realizó análisis microbiológico para determinar la presencia de Mohos y levaduras en cada muestra de las formulas, debiendo obtener valores menores a 50 UFC/g, valor establecido en la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.30.01:04 productos de panadería. Calificación y especificaciones del pan dulce (Cuadro A-2).

3.7.2. Análisis bromatológico

Los diferentes tratamientos fueron sometidos a análisis bromatológicos completos, donde se presentó una libra de galletas por tratamiento como muestra para el análisis, cantidad determinada por el encargado del laboratorio de química agrícola perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, donde se realizó el análisis, determinando los valores de: humedad total, materia seca, ceniza, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y carbohidratos.

3.8. Materiales y equipo

Las materias primas utilizadas fueron: grano de sorgo y harina de hoja de moringa.

Los insumos empleados fueron: Mantequilla, manteca, canela molida, leche en polvo, agua, leche fluida, azúcar morena, sal, fécula de maíz, vainilla, margarina, harina de trigo, polvo para hornear.

El equipo utilizado y utensilios de procesamiento fueron: Cocina casera, molino pulverizador, batidora, mesa de trabajo de acero inoxidable, boles, moldes para galleta, bandeja para hornear, jeringa, recipientes de aluminio

Instrumento de laboratorio y control fueron los siguientes: Báscula analítica.

Materiales de aseo e higiene personal: Agua potable, detergente, desinfectante, jabón líquido y alcohol gel.

Equipo de protección y bioseguridad: Redecilla, cubre boca y nariz, gabacha y botas blancas de hule.

3.9. Unidades experimentales

Se utilizó el diseño estadístico de bloques al azar, el cual, constó de 25 jueces no entrenados, que representan cada uno de los bloques del diseño o, dicho de otra manera, cada una de las unidades experimentales, a los cuales se les proporcionara una muestra (galleta) de cada uno de los diferentes tratamientos que se formularon en el ensayo; evaluando las propiedades organolépticas de la galleta y a través de esta medir su aceptabilidad.

3.10. Diseño experimental

El estudio se llevó a cabo utilizando el diseño de bloques al azar (DBA), con 5 formulaciones de harina (sorgo y moringa) en la elaboración de galletas, se compararon con un tratamiento testigo (75% sorgo y 25% trigo) contando con 4 tratamientos experimentales (T0, T1, T2, T3 y T4) utilizando 25 repeticiones por tratamiento (R1, R2, R3, R4.... R25) por tanto las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un diseño de bloques al azar. En el Cuadro 6 se presenta un ejemplo de la intercepción entre bloques y tratamientos del estudio.

3.11. Manejo del experimento

Para hacer posible la realización de la producción experimental para la investigación, se llevaron a cabo actividades relacionadas con la limpieza y desinfección adecuada de las instalaciones del área de trabajo, equipo y utensilios a utilizar, haciendo uso de los procedimientos operacionales estandarizados de sanitización, por sus siglas (POES), con la finalidad de obtener un producto final inocuo y de calidad cumpliendo las buenas prácticas de manufactura, por sus siglas (BPM).

Cuadro 6. Metodología estadística diseño de bloques al azar y su interacción entre bloques y tratamientos.

Repeticiones	Sabor					Olor					Textura					Color					
	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					

3.12. Descripción del proceso para la elaboración de la galleta nutritiva

Para todo tipo de procesamiento de alimentos, siempre se siguen una serie de pasos en orden lógico para la obtención del alimento procesado, proceso descrito paso a paso a continuación y en el diagrama de flujo de proceso en la Figura 3.

Actividades preliminares: Desinfección de los utensilios y equipo de trabajo con el objetivo de eliminar microorganismos, añadiendo Hipoclorito de sodio a una concentración de 2 ml/L de agua (Figura A-1), sumergidos a un período de 15 minutos.

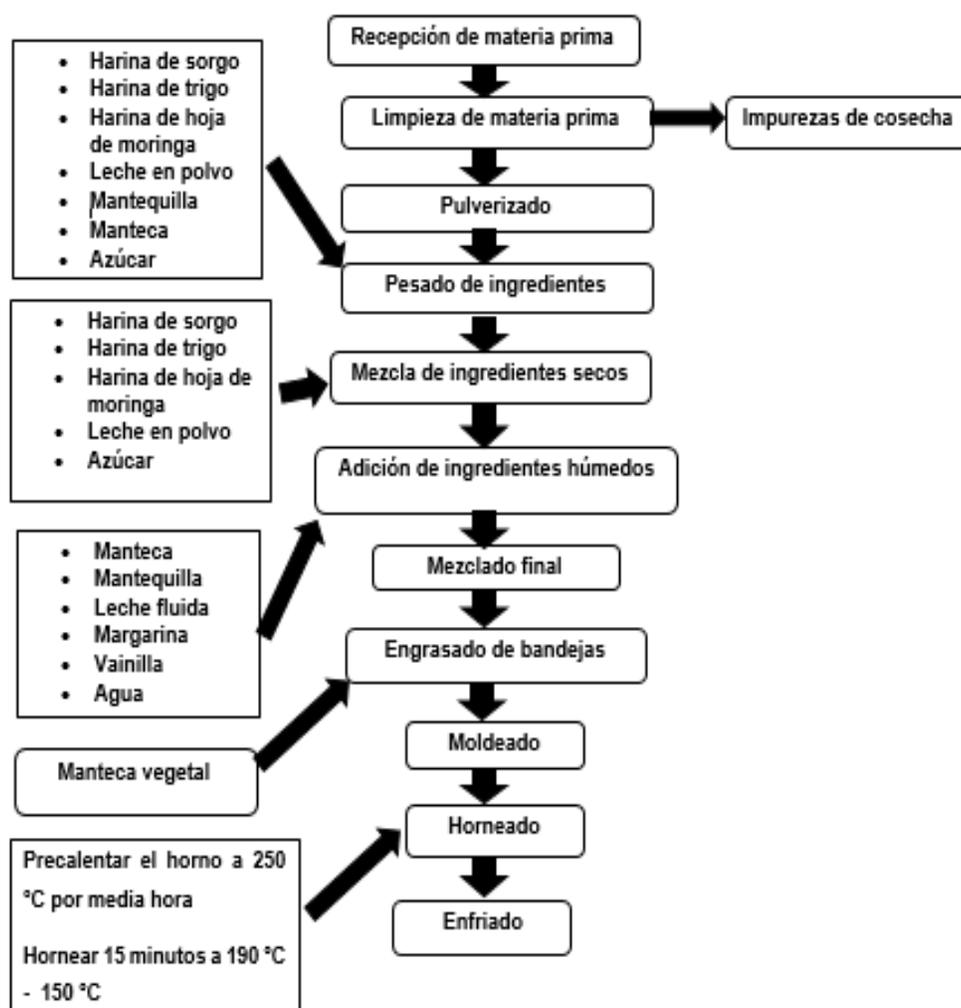


Figura 3. Diagrama de flujo de proceso para la obtención de la galleta nutritiva.

Fuente: Elaboración propia basado en los pasos seguidos durante el procesamiento de la galleta.

Recepción de materia prima: se recibe el grano entero de sorgo en bolsas de polipropileno, y la harina de hoja de moringa en el mismo tipo de envase.

Limpieza de materia prima: el grano de sorgo al momento de ser recibido, se observaron múltiples rastros aun de cosecha, contaminantes físicos como piedras de tamaño muy pequeño, el sorgo se extendió en las mesas de trabajo (Figura A-1) y se procedió a su posterior limpieza de contaminantes físicos – mecánicos.

Pulverizado: para la obtención de las harinas es necesario la ayuda de un molino pulverizador (Figura A-2), para garantizar que el tamaño de la partícula sea el adecuado para la harina, que debe de cumplir con lo establecido por CODEX (2013), que el 98 % o más de la harina deberá pasar a través de un tamiz (No. 70) de 212 micras.

Pesado de ingredientes: este proceso es necesario para determinar el rendimiento y los costos de producción, además de garantizar los porcentajes exactos de cada ingrediente para cada tratamiento del estudio, para lo cual se utilizó una báscula de precisión analítica (Figura A-3).

Mezcla de ingredientes secos: para el mezclado de los ingredientes, se realizó en orden de mayor a menor, es decir los ingredientes que representan el mayor porcentaje dentro de los tratamientos, las cantidades mayores se agregaron uno por uno hasta llegar a los de menor cantidad (Figura A-4), proceso ayudado por una mezcladora eléctrica de 5 velocidades.

Adición de ingredientes húmedos: luego de tener los ingredientes secos previamente mezclados (Figura A-5), se agregó los ingredientes de naturaleza húmeda comenzando por la manteca, luego mantequilla y para finalizar la vainilla.

Mezclado final: el último mezclado se realizó adicionando el ingrediente final (leche fluida) en la cantidad previamente establecida por la receta de cada fórmula.

Engrasado de bandejas: las bandejas son previamente engrasadas para garantizar que al colocar en ella las galletas para ser horneadas, éstas no se adhieran a la bandeja.

Moldeado por amasada: al finalizar el mezclado de los ingredientes, con la ayuda de un rodillo se extiende la pasta en la mesa de trabajo y haciendo uso de un molde de acero inoxidable se procede a cortar en distintas formas y tamaños la masa para obtener las galletas.

Horneado: antes de introducir las bandejas al horno, fue necesario precalentarlo por media hora a 250 °C, pasado este tiempo se introdujo la bandeja con las galletas ya moldeadas (Figura A-6) y hornear por 15 minutos a 150 °C.

Enfriado: luego de extraer las bandejas del horno, se colocan sobre la mesa de trabajo y se dejan enfriar a temperatura ambiente cerca de 30 minutos (Figura A-7).

3.13. Técnica de la gráfica lineal

Para González et al. (2014), la técnica de la gráfica lineal pertenece a la categoría de las escalas de intervalos. Consiste en una recta horizontal de dimensiones conocidas con anclajes verbales en los extremos para definir el mínimo y el máximo, como se puede observar en los ejemplos de la Figura 4 de la escala de aceptabilidad. El juez hace una marca vertical en el punto que representa su valoración. La escala gráfica lineal proporciona datos continuos que se aproximan a una distribución normal, que es la hipótesis de partida del análisis estadístico habitual, ayudando a la comparación entre los distintos tratamientos.

A partir del análisis sensorial y la técnica de la gráfica lineal se obtuvieron datos cuantitativos asignados por jueces en cada una de las repeticiones y por tratamiento.

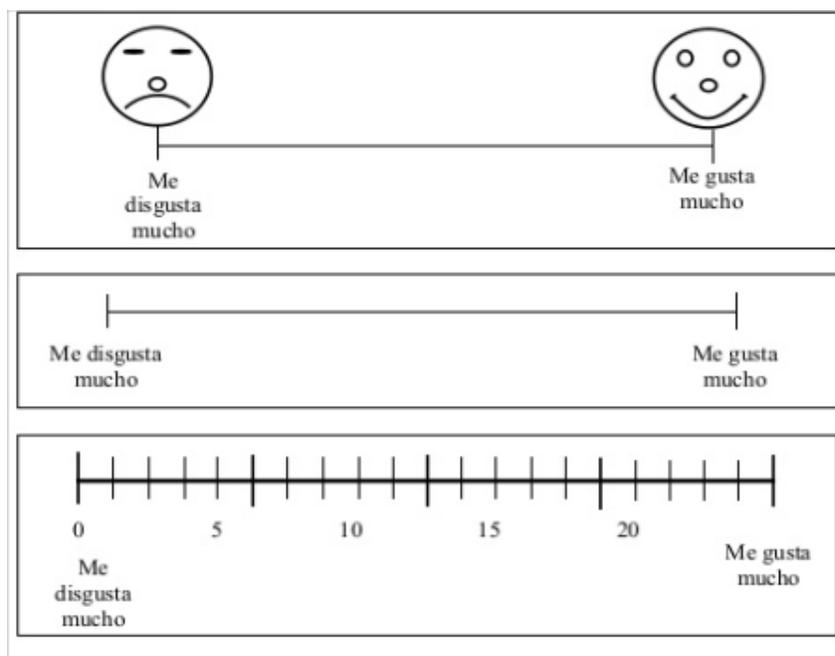


Figura 4. Escala de aceptabilidad.

Fuente: Tomado de Gonzales *et al.* 2014.

3.14. Recopilación de datos y lectura de la gráfica lineal

Para cuantificar los datos de la gráfica lineal se diseñó una transparencia en la que apareció la escala lineal graduada de 1 a 10 puntos, estipulándose como puntaje mínimo de aceptación de 5 (Tabla 4), que equivale a exactamente a la mitad de la línea trazada entre el parámetro de “no me gusta” y “me gusta”; elaborando una encuesta por cada tratamiento (Figura A-9).

Las muestras se presentaron al panelista utilizando moldes de papel para Cupcakes, colocando una galleta de 12 g por cada molde (5 muestras en total). En cada una de las mesas que se utilizó por cada juez no entrenado se disponía de: 5 muestras, un lápiz, una botella con agua y un folleto (encuesta) para la recepción de los datos (Figura A-10). Luego de haber terminado la prueba hedónica y ya obtenido las categorías descriptivas en la escala hedónica, estas se les asigna un valor numérico, se superpuso sobre la línea horizontal, posteriormente se usó una regla graduada en centímetros (cm) (Figura A-11), ejemplo ilustrativo se aprecia en la Figura 5. Esta gráfica fue el instrumento de medición para todas las variables organolépticas, a los cuales se les aplicó todos los cálculos del diseño estadístico idóneo para este tipo de ensayos.

Tabla 4. Análisis de escala gráfica lineal para la intensidad de una característica.

Puntaje	Interpretación
10	Me gusta muchísimo
9	Me gusta mucho
8	Me gusta moderadamente
7	Me gusta un poco
6	Me gusta muy poco
5	Me es indiferente
4	Me disgusta un poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me gusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Fuente: tomado de Gonzales *et al.* 2014.

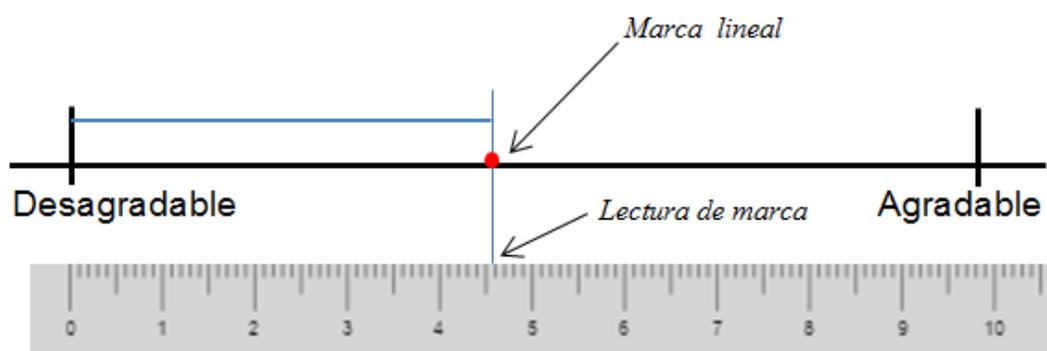


Figura 5. Ejemplo de lectura de la gráfica lineal.

Fuente: tomado de Gonzales *et al.* 2014.

3.15. Método para el análisis experimental y procesamiento de la información

Se tabuló la información obtenida de la prueba sensorial, haciendo uso de programa informático Microsoft Excel 2016 e IBM SPSS Statistics versión 22 para Windows 10. Los valores de probabilidad $p \geq 0.05$, no hay diferencia estadística entre los tratamientos y $p \leq 0.05$, existe diferencia entre los tratamientos. Los tratamientos que presentaron diferencia estadística se analizaron con pruebas de medias utilizando el método de Duncan a un nivel de confiabilidad del 95%.

Los valores de probabilidad $p \geq 0.05$, no hay diferencia estadística entre los bloques y $p \leq 0.05$, existe diferencia entre los tratamientos. Los bloques con diferencia estadística se analizaron con pruebas de medias utilizando el método de Duncan a un nivel de confiabilidad del 95%.

3.16. Costos de la investigación

Para la realización de toda investigación es necesario establecer un presupuesto real para conocer el costo total del proyecto, por lo cual se elaboró el Cuadro 7, que se detalla a continuación:

Cuadro 7. Presupuesto total de la investigación.

Concepto	Unidad de medida		Cantidad	Costo (\$)	
	Comercial	Física		Unitario	Total
Harina de sorgo	Libra	454.54 g	20	0.25	5.00
Harina de trigo	Libra	454.54 g	2	0.50	1.00
Harina de moringa	Libra	454.54 g	1	5.00	5.00
Mantequilla	Barra	80.00 g	10	1.25	12.50
Manteca vegetal	Libra	454.54 g	2	0.86	1.72
Azúcar	Libra	454.54 g	5	0.50	2.50
Leche en polvo	Bolsa	250.00 g	6	2.50	15.00
Levadura	Onza	28.41 g	1	0.15	0.15
Royal	Libra	454.54 g	1	0.70	0.70
Margarina	Barra	80.00 g	3	0.35	1.05
Canela molida	Onza	28.41 g	1	0.20	0.20
sal	Libra	454.54 g	1	0.10	0.10
Fécula de maíz	Caja	47.00 g	1	0.25	0.25
Vainilla	Onza	454.54 g	8	0.16	1.25
Leche fluida	Botella	0.75 L	3	0.50	1.50
Agua	Litro	1000.00 ml	30	0.75	22.50
Gas licuado	Cilindro (25 lb)	454.45 g	1	13.00	13.00
Bandejas para hornear			2	8.75	17.5
Moldes para galleta			1	3.00	3.00
Jeringa	Unidad		15	0.15	2.25
Bascula digital	Unidad		1	24.50	24.50
Fotocopia			130	0.02	2.06
Moldes de cupcake	Paquete		2	2.5	5.00
Lápiz	Docena		3	2.20	6.60
servilletas	Paquete		1	0.50	0.50
Análisis de <i>E.coli</i>			5	9.16	45.8
Análisis de <i>S. a</i>			5	10.30	51.5
Análisis de mohos y levadura			9	9.04	81.36
Análisis bromatológico completo			5	29.00	145
Costo Total					\$468.49

4. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

La recopilación de datos se realizó en las instalaciones de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral de la Universidad de El Salvador ubicada en la ciudad de San Vicente, departamento de San Vicente; donde se evaluaron las galletas con sus respectivas variables organolépticas como el sabor, color, olor y textura a cargo de 25 jueces no entrenados seleccionados al azar.

A continuación, se presentan los resultados estadísticos para cada una de las variables en la evaluación sensorial.

4.1. Variable sabor

Los datos obtenidos para los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4, (Cuadro A-3), se analizan en el Cuadro 8 donde se observa que el P-valor es de 0.00 para los tratamientos y bloques del experimento, valor menor a 0.05. Esto nos dice que al menos en un tratamiento y en un bloque si existe diferencia estadísticamente significativa basado en los criterios de valor de $P < 0.05$ Significativo y $P > 0.05$ No es significativo. La Figura 6 presenta los valores obtenidos en promedio por cada tratamiento de la variable sabor.

Para determinar cuál de los tratamientos presenta diferencia significativa se realizó la prueba de medias Duncan, con una significancia del 5% (0.05) presentados en el Cuadro 9 los resultados obtenidos de las medias de cada tratamiento.

Cuadro 8. ANOVA calculado para la variable sabor.

Tratamientos	Media	Factor	Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado promedio	F	P-valor
T0	7.890	A	Tratamiento	268.848	4	67.212	16.312	0.000
T1	7.500	A	Bloque	279.568	24	11.649	2.827	0.000
T2	4.980	A	Error	395.552	96	4.120		
T3	4.860	A	Total	5468.000	125			
T4	4.580	A						

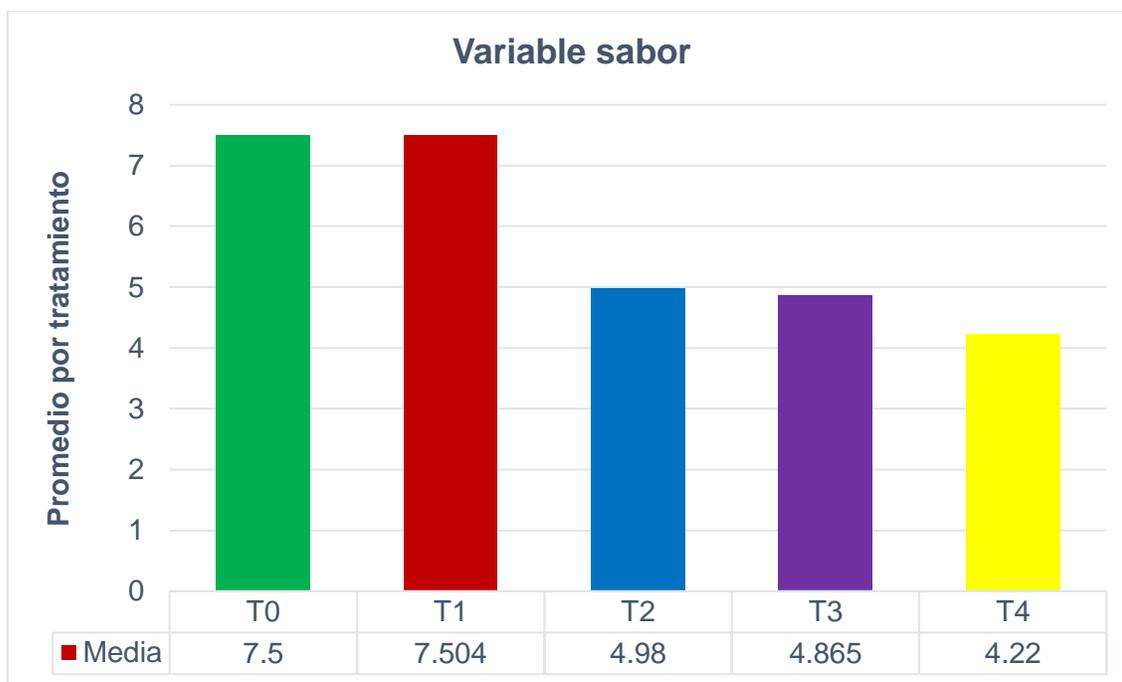


Figura 6. Análisis de variable sabor.

Cuadro 9. Prueba de media Duncan para la variable Sabor.

Tratamientos evaluados	N	Subconjunto	
		1	2
Tratamiento 4	25	4,6400	
Tratamiento 3	25	4,8400	
Tratamiento 2	25	5,0000	
Tratamiento 1	25		7,6000
Tratamiento testigo	25		8,0000

Según la prueba de medias Duncan, los tratamientos T0 y T1 son estadísticamente iguales, pero mejores que los tratamientos T2, T3 y T4 que son estadísticamente iguales entre ellos.

Castillero (s. f.) menciona que, el sentido del gusto incluye principalmente la percepción de cinco modalidades de sabor, los cuales disponen de receptores diferenciados entre sí. Dichas modalidades son las cuatro ya conocidas: dulce, amargo, salado y ácido, a las cuales se añade una quinta recientemente descubierta y poco especificada, el umami (que se asocia al glutamato monosódico presente en algunos alimentos).

La razón por la que cada persona tiene reacciones diferentes con la comida no es subjetiva, según los científicos, sino que se debe en parte a los genes y las investigaciones están ayudando a entender cómo usamos nuestros sentidos para procesar los sabores, asegura la BBC (2012).

Para Duran y Costell (s. f.), La sensación de sabor se percibe utilizando dos sentidos corporales simultáneamente: el gusto, detectado en la boca, principalmente en la lengua, y el olfato, radicado en las fosas nasales, en donde se detecta el aroma. Pero, existen infinidad de factores para que nuestra percepción del sabor varíe según distintas circunstancias. En un estudio de la percepción de sabores dulce y salado en diferentes grupos de la población realizado por la Universidad de Vigo. Y es que sabor que perciben los seres humanos al tomar los alimentos cambia claramente según la edad, sexo, hábitos, estado emocional, etc. Según García (2016).

Otro aspecto a destacar sobre el sentido del gusto es que se encuentra profundamente ligado al del otro sentido químico del que disponemos: el olfato. Su vinculación es tan estrecha que, de hecho, el sentido del olfato puede llegar a afectar a la percepción gustativa, (Castillero s. f.). Además, García (2016), describe lo expuesto por los investigadores Charles Spence y Bárbara Vargas: «A todos nos resulta difícil distinguir entre sabores y olores. Sólo basta pensar lo difícil que es percibir el sabor de los alimentos con la nariz tapada. Los investigadores argumentan que el carácter omnipresente de tales confusiones entre el olor y el gusto pueden reflejar una forma de sinestesia común a todos».

En la investigación realizada por García (2016), obtuvo resultados en cuanto al sabor dulce, donde, los grupos de jóvenes y adultos distinguen la muestra diferente, al 0,1% de azúcar para los niveles de significación de 95% y 99%. Sin embargo, los ancianos necesitan llegar a una concentración del 1% para poder diferenciar la disolución de azúcar del agua, en ambos niveles. En el caso del sabor salado, los jóvenes son capaces de detectar la muestra diferente al nivel de menor concentración, para los dos niveles de significación. Los adultos diferencian significativamente la muestra con 0,05% de sal, para el nivel de significancia del 95%, mientras que los ancianos necesitan una concentración de 0,1% para ambos niveles de significación. Se observan variaciones en la respuesta, en función de la edad. A medida que ésta aumenta,

es necesaria una mayor concentración para distinguir las disoluciones dulces o saladas de las muestras que contienen únicamente agua.

Para la BBC (2012), las personas que arruga la cara con el sabor del limón y no soportan comer brotes, entonces probablemente es porque es un "superdegustador", como el 25% de la población. Eso significa que tiene el doble de papilas gustativas en la lengua que el resto de la gente, algo que hace que sea particularmente sensible a los sabores más amargos.

4.2. Variable color

Los datos obtenidos para los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4, (Cuadro A-4), se analizan en el Cuadro 10 donde se observa que el P-valor es de 0.00 para los tratamientos y bloques del experimento, valor menor a 0.05. Esto nos dice que al menos en un tratamiento y en un bloque si existe diferencia estadísticamente significativa basado en los criterios de valor de $P < 0.05$ Significativo y $P > 0.05$ no es significativo. La Figura 7 presenta los valores obtenidos en promedio por cada tratamiento de la variable sabor.

Para determinar cuál de los tratamientos presenta diferencia significativa se realizó la prueba de medias Duncan, con una significancia del 5% (0.05) presentados en el Cuadro 11 los resultados obtenidos de las medias de cada tratamiento.

Cuadro 10. ANOVA calculado para la variable color.

Tratamientos	Media	Factor	Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado promedio	F	P-valor
T0	7.600	A	Tratamiento	147.371	4	36.843	6.994	0.000
T1	5.590	A	Bloque	383.138	24	15.964	3.031	0.000
T2	5.760	A	Error	505.673	96	5.267		
T3	5.000	A	Total	5048.560	125			
T4	4.360	A						

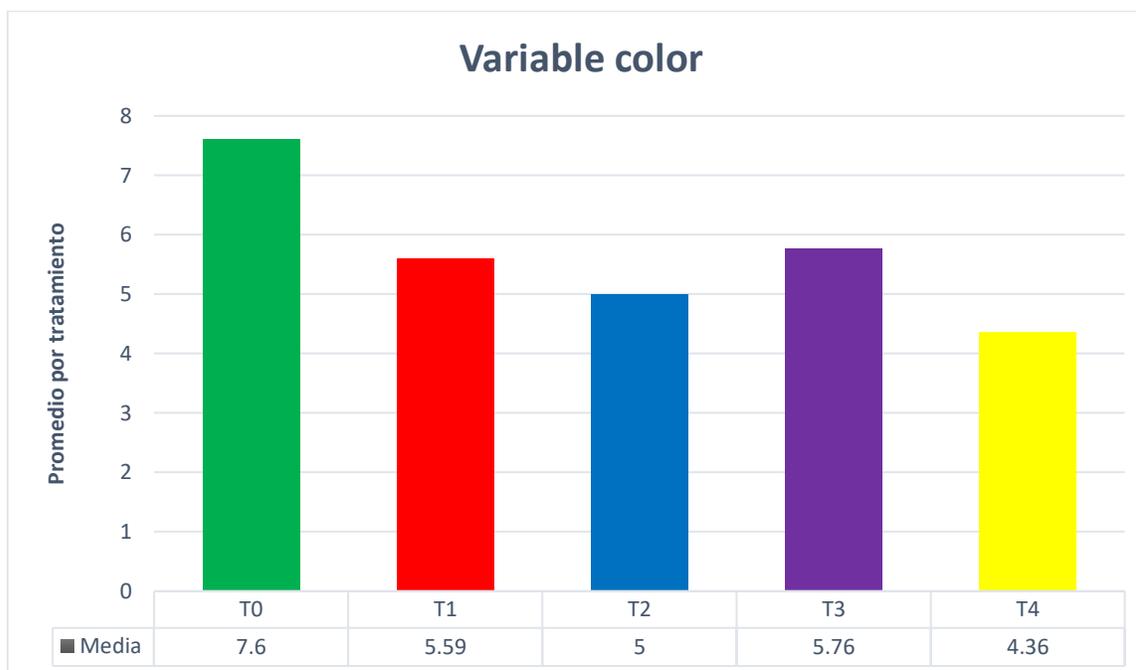


Figura 7. Análisis de variable color.

Cuadro 11. Prueba de media Duncan para la variable Color.

Tratamientos evaluados	N	Subconjunto		
		1	2	3
Tratamiento 4	25	4,3600		
Tratamiento 2	25	5,0080	5,0080	
Tratamiento 1	25	5,5920	5,5920	
Tratamiento 3	25		5,7680	
Tratamiento testigo	25			7,6000

Según la prueba de Duncan el mejor tratamiento es el T0, al obtener una media de 7.6, valor mayor a las demás medias de cada tratamiento, los tratamientos T3, T1 y T2, estadísticamente son iguales entre sí, pero T1 y T2, son estadísticamente iguales a T4 fue el segundo mejor evaluado con una media estadística de 5.768, mientras que los tratamientos T1 y T2 estadísticamente son iguales entre ellos y el tratamiento T4.

4.3. Variable textura

Los datos obtenidos para los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4, (Cuadro A-5), se analizan en el Cuadro 12 donde se observa que el P-valor es igual a 0.421 para los tratamientos del experimento, valor mayor a 0.05. Esto nos dice que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos basado en los criterios de valor de $P < 0.05$ Significativo y $P > 0.05$ No es significativo. La Figura 8 presenta los valores obtenidos en promedio por cada tratamiento de la variable sabor.

Mientras que, para el análisis de los bloques, en el análisis del Cuadro 12 donde se observa que el P- valor es igual a 0.000, valor menor a 0.05. Esto nos dice que al menos en un bloque si existe diferencia estadísticamente significativa, pero entre los tratamientos, ninguno de ellos produce efectos diferentes entre sí.

Para determinar cuál de los tratamientos presenta diferencia significativa se realizó la prueba de medias Duncan, con una significancia del 5% (0.05), presentados en el Cuadro 13 los resultados obtenidos de las medias para cada tratamiento.

Según la prueba de medias de Duncan, los datos obtenidos, nos dice que ningún tratamiento produce efectos diferentes, todos son estadísticamente iguales entre sí. Esto podría deberse a que el tamaño de partícula de las harinas que forman parte de cada una de las formulaciones no varió, sino que se manejó con el mismo tamaño para todas las fórmulas de tratamiento.

Cuadro 12. ANOVA calculado para la variable textura.

Tratamientos	Media	Factor	Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado promedio	F	P-valor
T1	6.350	A	Tratamiento	268.848	4	4.893	0.982	0.421 ^{NS}
T0	6.250	A	Bloque	279.568	24	17.883	4.984	0.000
T3	5.690	A	Error	395.552	96	4.984		
T2	5.510	A	Total	5468.000	125			
T4	5.170	A						

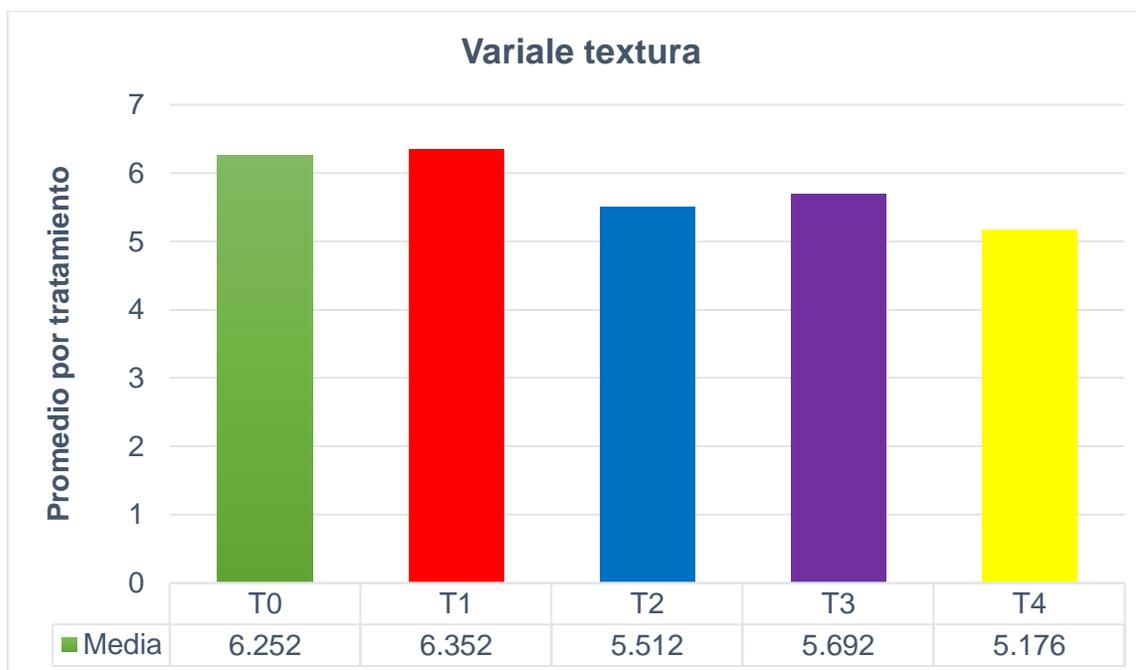


Figura 8. Análisis de variable textura.

Cuadro 13. Prueba de media Duncan para la variable Textura.

Tratamientos evaluados	N	Subconjunto
		1
Tratamiento 4	25	40,6800
Tratamiento 3	25	44,9200
Tratamiento 2	25	46,8400
Tratamiento testigo	25	49,2000
Tratamiento 1	25	50,7200

Costell (2002) afirma que, la textura es uno de los atributos primarios que, junto con el aspecto, sabor y olor, conforman la calidad sensorial de los alimentos. Cuando se quiere evaluar este aspecto de la calidad, o de alguno de los atributos que la integran, es decir, el resultado de las sensaciones que los humanos experimentamos al ingerir el alimento, el único camino de que en principio dispone es preguntárselo a sí mismo, ya que la calidad sensorial no es una propiedad intrínseca del alimento, sino el resultado de la interacción entre éste y nuestros sentidos. Mientras que según CSIC (2011), la textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por el tacto, la vista y el oído y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación.

La textura de los alimentos es claramente un atributo sensorial y sólo puede medirse totalmente con métodos sensoriales. Como ocurre con otros atributos, el desarrollo y mejora de los métodos sensoriales para medirla se debe basar en el conocimiento del proceso por el que el hombre la evalúa. Básicamente, este proceso incluye:

- la percepción fisiológica del estímulo.
- la elaboración de la sensación.
- la comunicación verbal de la sensación (Costell 2002).

4.4. Variable olor

Los datos obtenidos para los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4, (Cuadro A-6), se analizan en el Cuadro 14 donde se observa que el P-valor es de 0.00 para los tratamientos y bloques del experimento, valor menor a 0.05. Esto nos dice que al menos en un tratamiento y en un bloque si existe diferencia estadísticamente significativa basado en los criterios de valor de $P < 0.05$ Significativo y $P > 0.05$ No es significativo. La Figura 9 presenta los valores obtenidos en promedio por cada tratamiento de la variable sabor.

Para determinar cuál de los tratamientos presenta diferencia significativa se realizó la prueba de medias Duncan, con una significancia del 5% (0.05), presentados en el Cuadro 15 los resultados obtenidos de las medias de cada tratamiento.

Según la prueba de medias de Duncan, los tratamientos T0, T3, T1, T2, son estadísticamente iguales entre ellos, pero los tratamientos T3, T1 Y T2 son estadísticamente iguales a T4 que basado en los resultados obtenidos fue el tratamiento menos aceptado por parte de los jueces.

Cuadro 14. ANOVA calculado para la variable olor.

Tratamientos	Media	Factor	Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado promedio	F	P-valor
T0	8.740	A	Tratamiento	166.032	4	41.508	15.142	0.000
T1	7.110	A	Bloque	375.552	24	15.648	5.708	0.000
T2	6.040	A	Error	263.168	96	2.741		
T3	6.080	A	Total	6463.000	125			
T4	5.540	A						

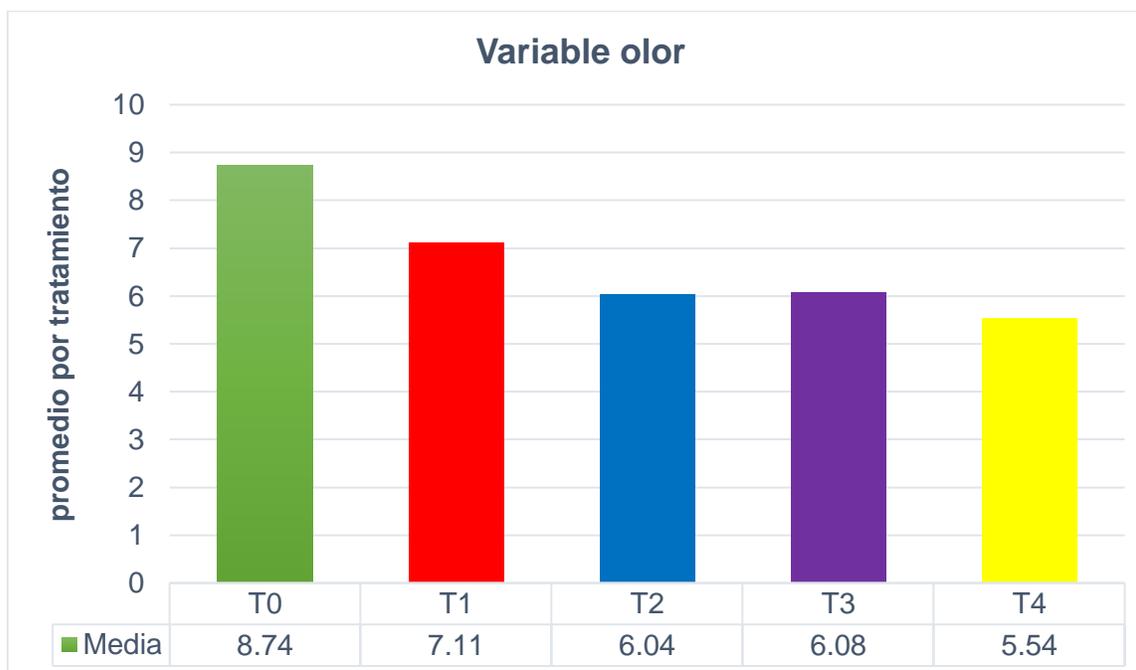


Figura 9. Análisis de variable olor.

Cuadro 15. Prueba de media Duncan para la variable Olor.

Tratamientos evaluados	N	Subconjunto	
		1	2
Tratamiento 4	25	42,1600	
Tratamiento 2	25	47,4800	47,4800
Tratamiento 1	25	50,2400	50,2400
Tratamiento 3	25	50,7200	50,7200
Tratamiento testigo	25		63,8000

4.5. Aceptabilidad general de las variables organolépticas

Para seleccionar el mejor tratamiento en la investigación, fue necesario elaborar un Cuadro 16 donde se presentan los valores por medias de cada fórmula de la galleta, el tratamiento con mejor puntaje dentro del intervalo 1-10 del análisis sensorial de la prueba hedónica, es el tratamiento más aceptado.

Los datos de acuerdo al Cuadro 16 muestran el promedio por cada tratamiento. Interpretando los datos y las lecturas de las gráficas se determina que la galleta de mayor aceptación fue la formulada bajo el nombre de tratamiento testigo (T0) formulado con harina de sorgo y harina de trigo, receta base elaborada por el CENTA en su recetario de productos elaborados a base de sorgo (*Sorghum bicolor* L.Moench) publicado en el año 2011, resultando el tratamiento con un promedio de aceptabilidad de 7.62 “me gusta un poco”, le sigue el tratamiento (T1) formulado con un 95% harina de sorgo y 5% de harina de moringa con un promedio de 6.66 “me gusta muy poco”. Datos graficados en la Figura 10 para mejor comprensión de la aceptabilidad promedio por tratamiento.

4.6. Criterios microbiológicos

4.6.1. Tratamiento testigo (T0)

- *Escherichia coli*; presenta cumplimiento con la normativa RTCA de Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos, teniendo como resultado <3 NMP/g, (Figura A-12).
- *Staphylococcus aureus*: presenta cumplimiento con la normativa RTCA de Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos teniendo como resultados NO DETECTADO/g, (Figura A-12).

Cuadro 16. Aceptabilidad de tratamientos en promedio por variable de la galleta.

Tratamientos	Variables de la galleta				Sumatoria	Media
	Sabor	Color	Textura	Olor		
T0 (sorgo y trigo)	7.89	7.60	6.25	8.74	30.48	7.62
T1 (95% sorgo – 5% moringa)	7.60	5.59	6.35	7.11	26.65	6.66
T2(90% sorgo – 10% moringa)	4.98	5.00	5.51	6.04	21.53	5.38
T3(85% sorgo – 15% moringa)	4.86	5.76	5.69	6.08	22.39	5.59
T4(80% sorgo – 20% moringa)	4.22	4.36	5.17	5.54	19.29	4.82

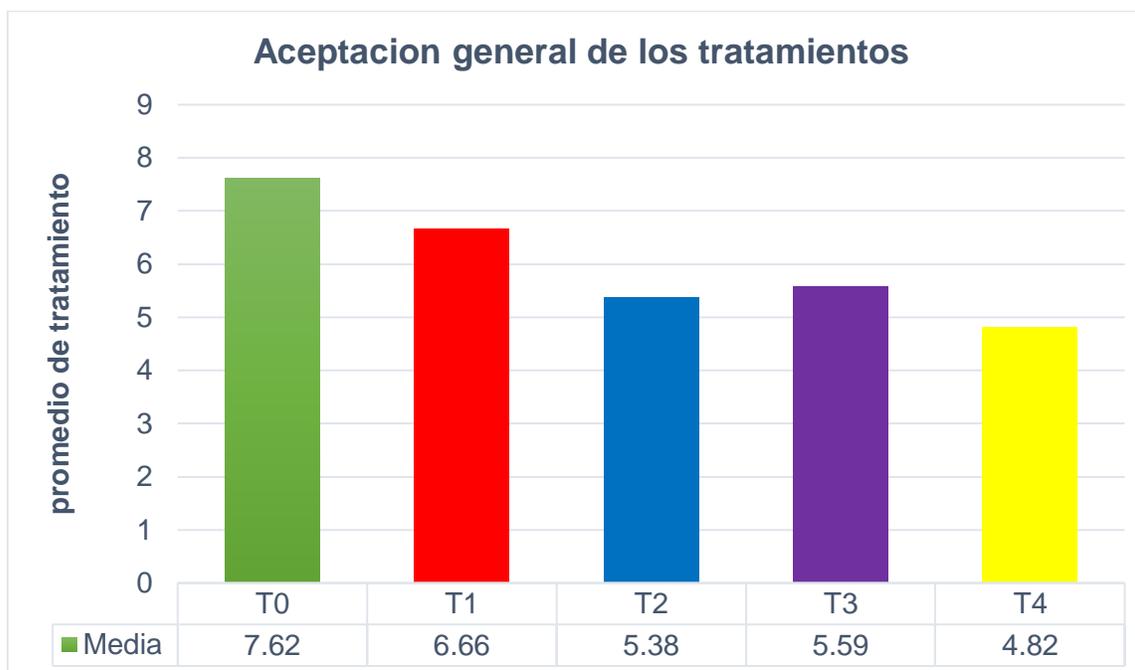


Figura 10. Análisis de aceptabilidad de los tratamientos.

- Mohos y Levaduras: presenta cumplimiento con la normativa salvadoreña NSO 67.30.01:04, teniendo como resultado de: <10 UFC/g, la normativa establece que el recuento en placa no debe exceder las ≤ 50 UFC/g, (Figura A-13).

4.6.2. Tratamiento 1 (T1)

- *Escherichia coli*: presenta cumplimiento con la normativa RTCA de Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos, teniendo como resultado <3 NMP/g (Figura A-14).
- *Staphylococcus aureus*: presenta cumplimiento con la normativa RTCA de Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos teniendo como resultados NO DETECTADO/g, (Figura A -14).
- Mohos y Levaduras: presenta cumplimiento con la normativa salvadoreña NSO 67.30.01:04, teniendo como resultado de: <10 UFC/g, la normativa establece que el recuento en placa no debe exceder a ≤ 50 UFC/g, (Figura A-15).

4.6.3. Tratamiento 2 (T2)

- *Escherichia coli*; presenta cumplimiento con la normativa RTCA de Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos, teniendo como resultado <3 NMP/g, (Figura A-16).
- *Staphylococcus aureus*: presenta cumplimiento con la normativa RTCA de Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos, teniendo como resultados NO DETECTADO/g (Figura A-16).
- Mohos y Levaduras: presenta cumplimiento con la normativa salvadoreña NSO 67.30.01:04, teniendo como resultado de: 10 UFC/g, la normativa establece que el recuento en placa no debe exceder las ≤ 50 UFC/g (Figura A-16 y A-17).

4.6.4. Tratamiento 3 (T3)

- *Escherichia coli*; presenta cumplimiento con la normativa RTCA de Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos, teniendo como resultado <3 NMP/g. (Figura A-18).
- *Staphylococcus aureus*: presenta cumplimiento con la normativa RTCA de Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos teniendo como resultados NO DETECTADO/g (Figura A-18).
- Mohos y Levaduras: presenta cumplimiento con la normativa salvadoreña NSO 67.30.01:04, teniendo como resultado 50 UFC/g, la normativa establece que el recuento en placa no debe exceder las ≤ 50 UFC/g (Figura A-18).

4.6.5. Tratamiento 4 (T4)

- *Escherichia coli*; presenta cumplimiento con la normativa RTCA de Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos, teniendo como resultado <3 NMP/g, (Figura A-19).

- *Staphylococcus aureus*: presenta cumplimiento con la normativa RTCA de Criterios Microbiológicos para la inocuidad de Alimentos, teniendo como resultados NO DETECTADO/g (Figura A-19).
- Mohos y Levaduras: presenta cumplimiento con la normativa salvadoreña NSO 67.30.01:04, teniendo como resultado de: <10 UFC/g, la normativa establece que el recuento en placa no debe exceder de ≤ 50 UFC/g (Figura A-29 y A-20).

4.7. Análisis bromatológico completo

4.7.1. Variable humedad total (%)

Esta variable indica el porcentaje de humedad total que contiene la galleta. Los resultados se presentan en base húmeda de la muestra, obteniendo el total de humedad por tratamiento mediante la metodología de Gravimetría (Figura A-21) y se presentan en la Figura 11.

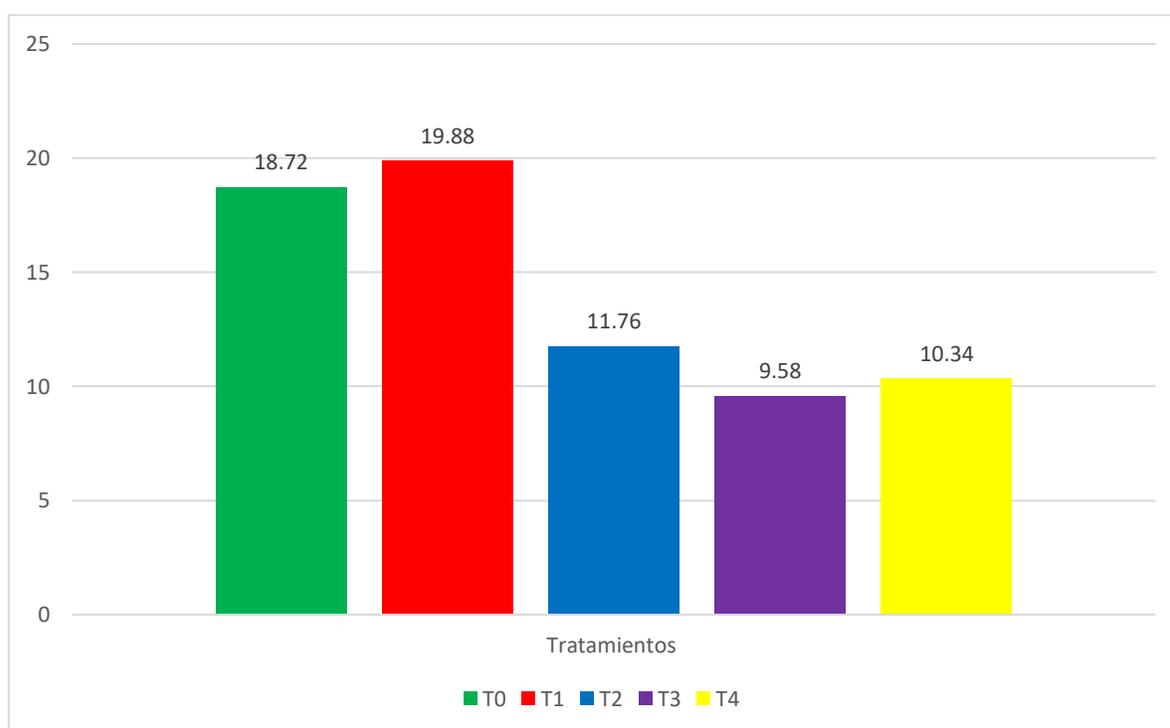


Figura 11: Resultados para análisis de humedad por cada tratamiento.

En la Figura 11, se muestra los resultados obtenidos por tratamiento, los cuales el T0 (75% sorgo y 25 trigo) con 18.72% y el T1 (95 sorgo y 5% moringa) con 19.88% presentando una diferencia mínima entre ellos, pero comparados con los 3 tratamientos restantes T2 (90% sorgo y 10% moringa) con 11.76%; T3 (85% sorgo y 15% moringa) con 9.58% y T4 (80% sorgo y 20% moringa) con 10.34. Los últimos tres presentando una diferencia muy significativa al compararlos con los dos primeros, esto puede deberse a los tiempos de cocción y temperaturas, ya que la cocción se llevó a cabo en un horno de cocina a gas de los que utilizan las amas de casa en el país.

4.7.2. Variable materia seca (%)

Esta variable indica el porcentaje de materia seca que contiene la galleta. Los resultados se presentan en base húmeda de la muestra, obteniendo el total de materia seca por tratamiento mediante la metodología de Gravimetría (Figura A-21) y se presentan en la Figura 12.

En la Figura 12, se muestra los resultados obtenidos por tratamiento, los cuales son los siguientes: T0 (75% sorgo y 25 trigo) con 18.72%; T1 (95 sorgo y 5% moringa) con 19.88%;

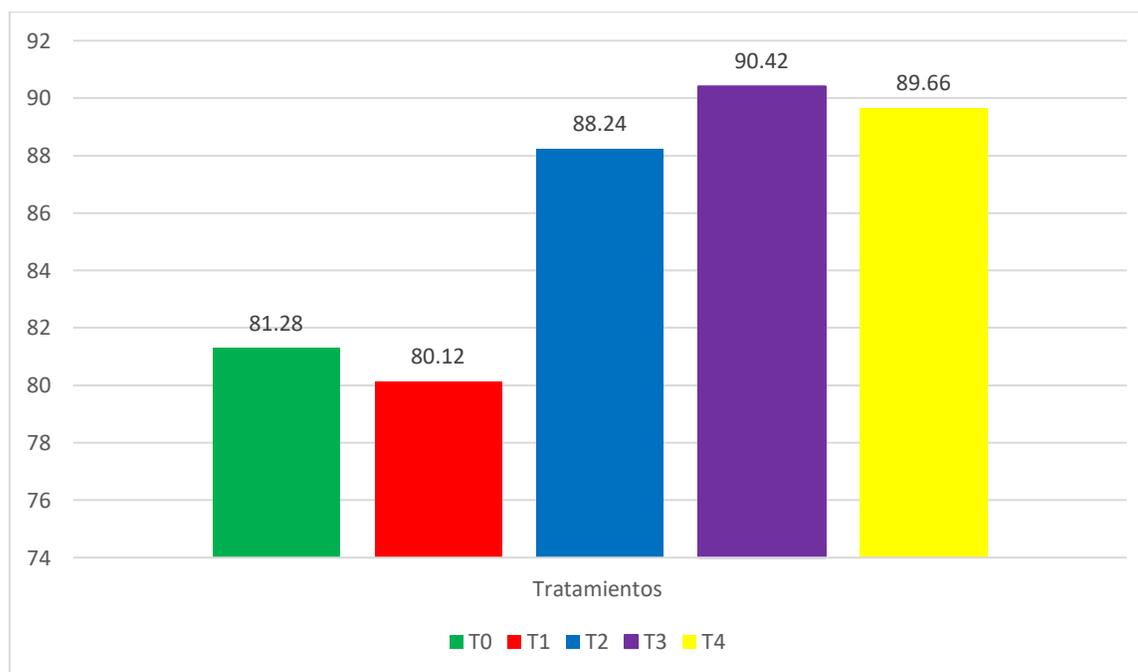


Figura 12: Resultados para análisis de materia seca por cada tratamiento.

T2 (90% sorgo y 10% moringa) con 11.76%; T3 (85% sorgo y 15% moringa) con 9.58% y T4 (80% sorgo y 20% moringa) con 10.34. Estos porcentajes, son directamente dependientes del porcentaje de humedad, la materia seca se obtiene mediante gravimetría, pesando la cantidad de materia obtenida luego de ser sometido a un tratamiento térmico y la diferencia entre la muestra inicial y la final, es la cantidad de materia seca.

4.7.3. Ceniza (%)

Esta variable indica el porcentaje de ceniza total que contiene la galleta. Los resultados se presentan en base húmeda de la muestra, obteniendo el total de ceniza por tratamiento mediante la metodología de Gravimetría (Figura A-21) y se presentan en la Figura 13.

En la Figura 13, se muestra los resultados obtenidos por tratamiento, los cuales son los siguientes: T0 (75% sorgo y 25 trigo) con 1.48%; T1 (95 sorgo y 5% moringa) con 1.48%; T2 (90% sorgo y 10% moringa) con 1.94%; T3 (85% sorgo y 15% moringa) con 1.97% y T4 (80% sorgo y 20% moringa) con 2.12. Presentando un crecimiento casi exponencial al aumentar la cantidad de moringa y, por ende, disminución en la cantidad de sorgo. Esto se debe a que según, ACPA (2010) afirma que, todas las partes de la planta son comestibles. Los contenidos de proteínas, vitaminas y minerales son sobresalientes. Además de asegurar en su cuadro resumen del análisis bromatológico de hojas y tallos de la moringa en los que encontró que las hojas presentan un valor 10.42% de cenizas en su composición.

Puentes (2014) señala que, el valor nutricional que tiene esta planta (moringa) y compararlos con otros alimentos. Se han estudiado las propiedades nutricionales que posee esta planta, 7 veces más vitamina C que las naranjas, 4 veces más vitamina A que la zanahoria, 4 veces más Calcio que la leche, 3 veces más potasio (K) que los plátanos.

4.7.4. Proteína cruda (%)

Esta variable indica el porcentaje de proteína cruda total que contiene la galleta. Los resultados se presentan en base húmeda de la muestra, obteniendo el total de proteína cruda por tratamiento mediante la metodología de micro-Kjedahl (Figura A-21) y se presentan en la Figura 14.

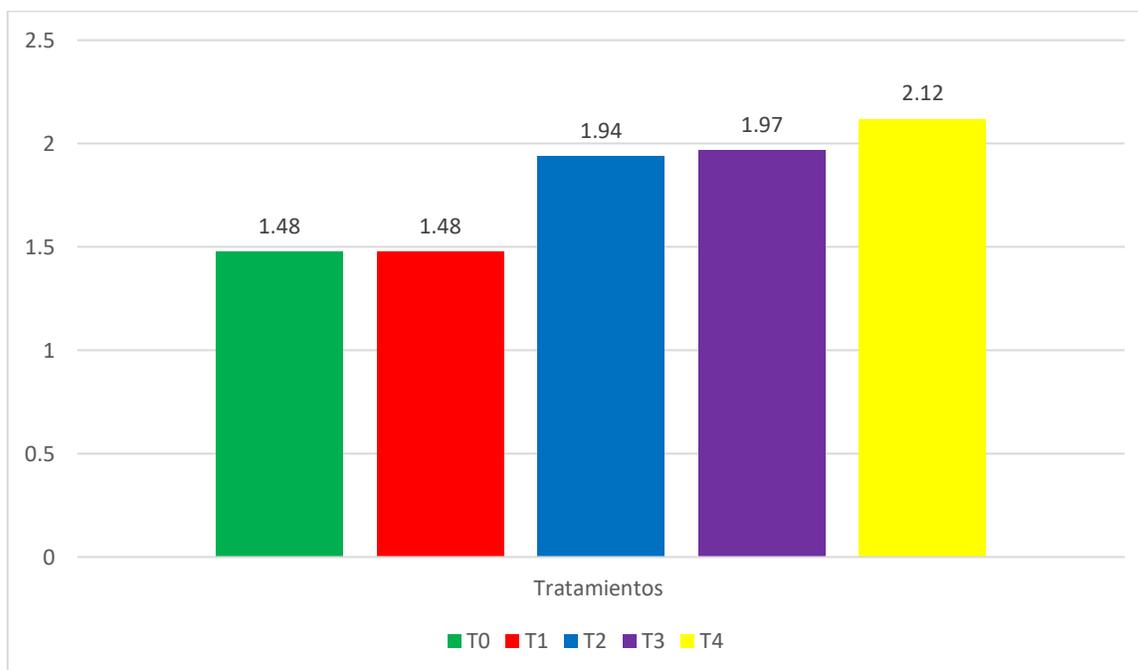


Figura 13: Resultados para análisis de cenizas por cada tratamiento.

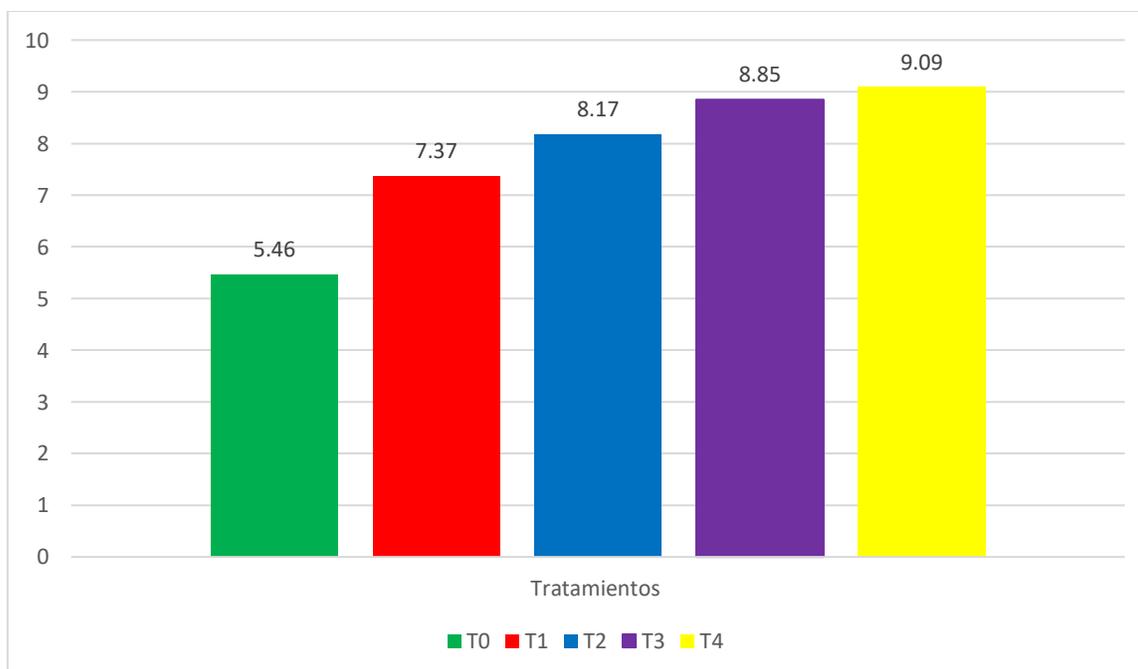


Figura 14: Resultados para análisis de proteína cruda por cada tratamiento.

En la Figura 14, se muestra los resultados obtenidos por tratamiento, los cuales son los siguientes: T0 (75% sorgo y 25 trigo) con 5.46%; T1 (95 sorgo y 5% moringa) con 7.37%; T2 (90% sorgo y 10% moringa) con 8.17%; T3 (85% sorgo y 15% moringa) con 8.85% y T4 (80% sorgo y 20% moringa) con 9.09.

Puentes (2014) señala que, el valor nutricional que tiene esta planta (moringa) y compararlos con otros alimentos. Por ejemplo, un porcentaje mayor al 25% de proteínas en huevos y leche de vaca. Sus hojas y tallos presentan un 23% y 9% de proteína cruda, respectivamente mientras que la digestibilidad encontrada fue de 79% y 57%, respectivamente. ACPA (2010) en su análisis bromatológico brindando resultados de 6,700 mg/ 100 gr, en comparación con la leche que presenta solamente 3,200 mg/100 gr. Sumando a esto lo determinado por Rodríguez (2009) en el análisis bromatológico realizado al grano de sorgo obteniendo un valor de 8.7% a 16.8 % de proteína presente en el grano.

4.7.5. Extracto etéreo (%)

Esta variable indica el porcentaje de extracto etéreo total que contiene la galleta. Los resultados se presentan en base húmeda de la muestra, obteniendo el total de extracto etéreo por tratamiento mediante la metodología de Soxhlet (Figura A-21) y se presentan en la Figura 15.

En la Figura 15, se muestra los resultados obtenidos por tratamiento, los cuales son los siguientes: T0 (75% sorgo y 25 trigo) con 6.76%; T1 (95 sorgo y 5% moringa) con 14.18%; T2 (90% sorgo y 10% moringa) con 15.99%; T3 (85% sorgo y 15% moringa) con 15.57% y T4 (80% sorgo y 20% moringa) con 16.13. Presentando poca variabilidad entre los tratamientos del 1 al 4, ya que son los que llevan moringa en ellos, pero presentado una gran diferencia comparados con el tratamiento testigo, esto se puede deber a la diferencia de ingredientes utilizados entre el tratamiento testigo y el resto, ya que las hojas de moringa presentan poco porcentaje o casi nulo de grasa en ellas, caso contrario de la semilla de moringa que según Puentes (2014), esta planta tiene la particularidad que todas sus partes son comestibles, y con diversos usos. De la semilla madura tiene un contenido de casi un 40% de aceite. El aceite de la semilla contiene entre otros compuestos, un 78% de ácido oleico.

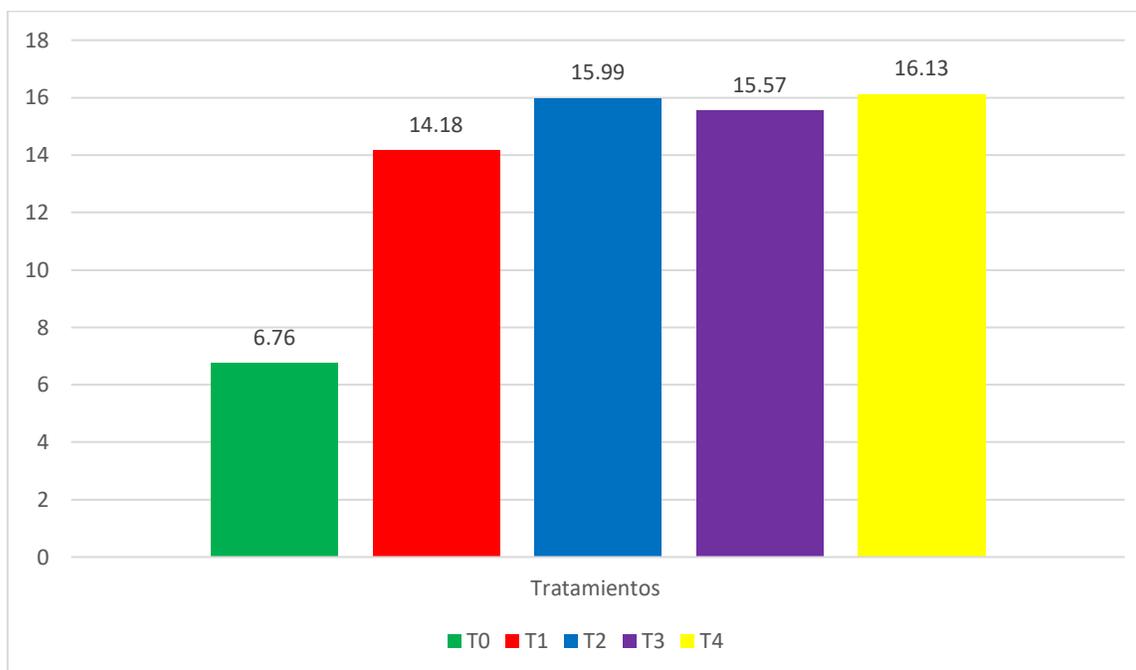


Figura 15: Resultados para análisis de extracto etéreo por cada tratamiento.

4.7.6. Fibra cruda (%)

Esta variable indica el porcentaje de fibra cruda total que contiene la galleta. Los resultados se presentan en base húmeda de la muestra, obteniendo el total de fibra cruda por tratamiento mediante la metodología de Ankom (Figura A-21) y se presentan en la Figura 16.

En la Figura 16, se muestra los resultados obtenidos por tratamiento, los cuales son los siguientes: T0 (75% sorgo y 25 trigo) con 0.07%; T1 (95 sorgo y 5% moringa) con 0.027%; T2 (90% sorgo y 10% moringa) con 0.35%; T3 (85% sorgo y 15% moringa) con 0.00% y T4 (80% sorgo y 20% moringa) con 0.34. La fibra cruda o bruta, es el porcentaje de los alimentos que el cuerpo humano no puede digerir, ni asimilar ya que no poseemos enzimas capaces de degradar este tipo de fibra. Estos porcentajes nos dicen que de 100 g de galleta consumida menos de 1 g no será asimilado por el cuerpo.

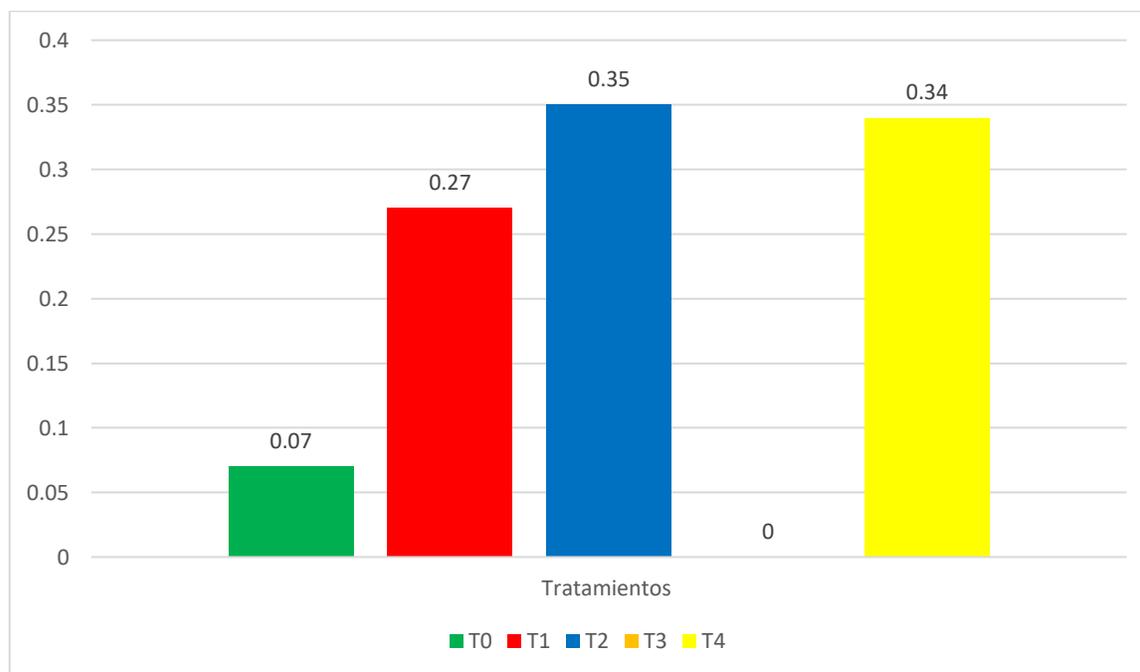


Figura 16: Resultados para análisis de fibra cruda por cada tratamiento

4.7.7. Carbohidratos (%)

Esta variable indica el porcentaje de Carbohidratos que contiene la galleta. Los resultados obtenidos de Carbohidratos por tratamiento se obtuvieron por diferencia (Figura A-21) y se presentan en la Figura 17.

En la Figura 17, se muestra los resultados obtenidos por tratamiento, los cuales son los siguientes: T0 (75% sorgo y 25 trigo) con 67.52%; T1 (95 sorgo y 5% moringa) con 56.82%; T2 (90% sorgo y 10% moringa) con 61.8%; T3 (85% sorgo y 15% moringa) con 64.03% y T4 (80% sorgo y 20% moringa) con 61.97. Según Pénélo (2018) las hojas de moringa en estado fresco presentan 13,4% por cada 100g, lo cual nos indica que el porcentaje de energía aportado por las hojas de este cultivo es muy poco, debiéndose a estos datos la poca diferencia entre los tratamientos que llevan moringa, pero un valor mayor en el tratamiento testigo, el cual la harina es a base de dos granos que son: el sorgo y el trigo; que se sabe que aportan una gran cantidad de carbohidratos (energía) al cuerpo humano.

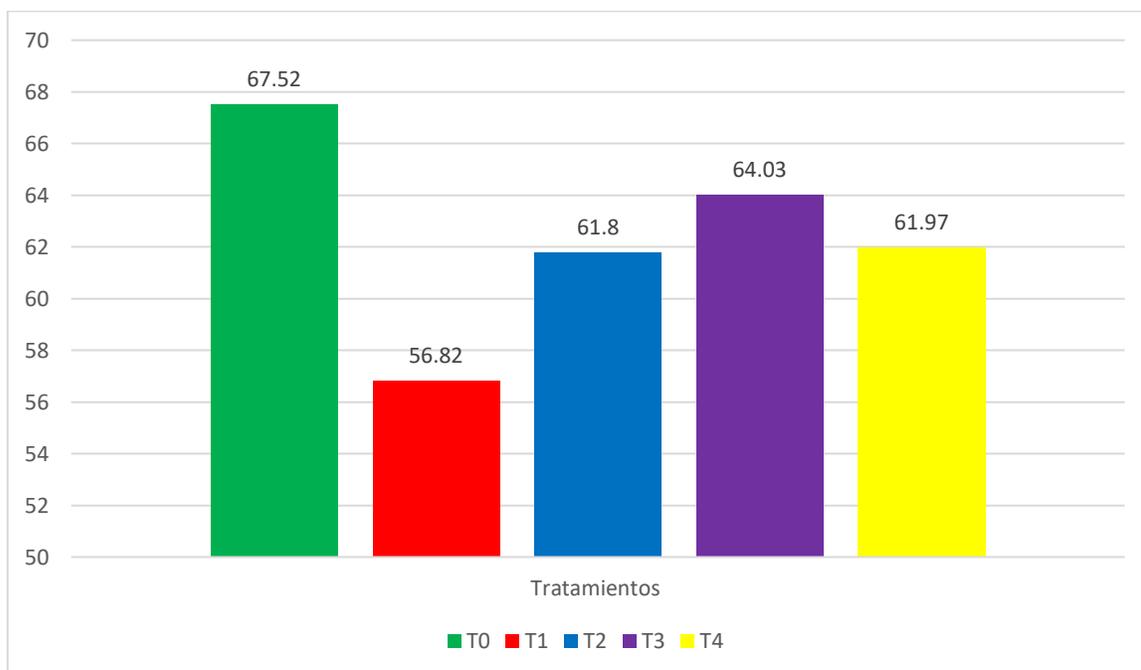


Figura 17: Resultados para análisis de carbohidratos por cada tratamiento

5. CONCLUSIONES

1. El tratamiento mejor evaluado o de mayor aceptabilidad por parte de los jueces no entrenados fue el tratamiento testigo, seguido del tratamiento 1, tratamiento 2, tratamiento 3 y tratamiento 4, pudiendo determinar que a mayor porcentaje de moringa en la formula menos aceptabilidad, debido a que esta proporciona un sabor amargo a la galleta, siendo el tratamiento 4 el único que no logró obtener un promedio mayor a 5, no siendo aceptado por parte de los jueces no entrenados.
2. La galleta posee menos de un 1% de fibra cruda, lo que le hace un alimento altamente aprovechable por el organismo de más del 99% del alimento, ya que la fibra cruda es la parte del alimento que no es digerible ni absorbible por el intestino delgado de los humanos.
3. La cantidad de proteína cruda, presentó un aumento a medida aumentaba la participación de la harina de moringa en la formulación de los tratamientos, obteniendo valores entre el 5% y 10% de proteína cruda en el análisis bromatológico, cumpliendo así uno de los objetivos establecidos para la investigación.
4. La harina de la hoja de moringa es una fuente rica de proteína cruda, aportando aminoácidos esenciales que son 10, buena parte de ellos presentes en las galletas, dichos aminoácidos no pueden ser sintetizados por el cuerpo humano.
5. El implementar las buenas prácticas de manufactura (BPM) es de gran importancia en el procesamiento de todo alimento para obtener un producto inocuo que cumpla con lo establecido en las leyes que rigen la microbiología de los alimentos en nuestro país, según RTCA Y NSO.
6. Según la aceptabilidad de la galleta, se pueden utilizar los diferentes tratamientos para su producción y posterior consumo exceptuando el tratamiento 4 que no fue aceptado por los jueces no entrenados.

7. Se encontró una nueva alternativa para el uso del grano de sorgo para alimento humano; también una manera de consumir moringa enriqueciendo los alimentos tradicionales al agregar las hojas de este cultivo aumentando el nivel proteico según se demostró durante el análisis y conclusión de resultados.

8. Es un alimento ideal para personas con diabetes y también para quienes presentan alergia al gluten, comúnmente llamados celíacos.

6. RECOMENDACIONES

1. Para futuros estudios, buscar alternativas que contrarresten el sabor amargo de la moringa en los tratamientos, y de esta manera aumentar la aceptabilidad del tratamiento 4 que fue el tratamiento con mayor porcentaje de proteína presente en su formulación, pero el tratamiento menos aceptado en el análisis sensorial por parte de los jueces no entrenados.
2. Consumir alimentos que contengan bajos porcentajes en fibra cruda como la galleta nutritiva, siendo un producto aprovechable en un 99% de su total.
3. Mantener los porcentajes que varíen entre el 5% y 15% de participación de proteína en los alimentos, ya que son los rangos de participación en las formulas por tratamiento que si fueron aceptados en el análisis sensorial.
4. El cuerpo humano no logra sintetizar los aminoácidos considerados esenciales, viéndose en la necesidad de obtenerlos de los alimentos, se recomienda consumir la galleta nutritiva, debido a su aporte de la mayoría de aminoácidos esenciales.
5. Implementar siempre las buenas prácticas de manufactura (BPM) al momento de manipular o procesar los alimentos, esto garantizará obtener productos inocuos y que cumplan con los reglamentos que rigen los alimentos en el país tales como el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA y la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO.
6. Para aumentar la aceptabilidad de los tratamientos buscar una alternativa con el fin de disminuir la presencia del sabor amargo otorgado por la harina de hoja de moringa a la galleta, pudiendo aumentar las cantidades de vainilla y canela molida como una alternativa.
7. Usar de una nueva manera los granos de sorgo para alimento de las personas, ya no como alimentos para animales, además agregar hojas de moringa a los alimentos para obtener proteína cruda de origen vegetal.

8. Producir las galletas enfocados en las personas con diabetes e intolerantes al gluten, esto como una nueva alternativa para su alimentación.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AAPPA. 2004. Introducción a la Tecnología de Alimentos. Academia del área de plantas piloto. México, MX. Noriega Editores. 2da Ed. Editorial Limusa. 148 pág.
- Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). 2010. Moringa oleífera un árbol promisorio para la ganadería. 2: 50-53.
- Alvarado Martínez, KL. 2017. CUANTIFICACION DE TANINOS Y ANALISIS BROMATOLOGICO PROXIMAL EN CUATRO VARIEDADES DE GRANO DE *Sorghum bicolor* L. Moench (SORGO) CULTIVADAS EN EL SALVADOR. Tesis Lic. San Salvador, El Salvador, UES. 155 pág. Madrid, España. Universidad Politécnica de Madrid. 176 pág.
- APS (Asociación de Prensa Salvadoreña). 2018. Cosecha de granos básicos 2017 en El Salvador romperá nuevamente récord (en línea). San Salvador, El salvador. Ministerio de Hacienda. Consultado 19 de feb. 2019. Disponible en: <https://aps.com.sv/cosecha-de-granos-basicos-2017-en-el-salvador-rompera-nuevamente-record/>
- Arévalo Fuertes, CJ; Catucuamba Catucuamba, H. 2007. MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE LAS GALLETAS DE HARINA DE TRIGO MEDIANTE LA ADICIÓN DE HARINA DE HABA (*Vicia faba* L.) Y DE PANELA COMO EDULCORANTE. Tesis Ing. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 107 pág.
- Arias Sabin, C. 2014. ESTUDIO DE LAS POSIBLES ZONAS DE INTRODUCCIÓN DE LA *Moringa oleífera* Lam. EN LA PENÍNSULA IBÉRICA, ISLAS BALEARES E ISLAS CANARIAS. Tesis.
- BBC (British Broadcasting Corporation). 2012. El gusto, un trabajo en equipo de todos los sentidos (en línea). Consultado 18 de nov. 2019. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/12/121213_gusto_sentidos_lav.shtml
- Blas, C; Mateos, G; Rebollar, P. 1999. Sorgo blanco, FEDNA (en línea). Consultado el 15 de abr. 2018. Disponible en: <http://www.etsia.upm.es/fedna/cereales/sorgoblanco.html>

Cabeza, R. S. 2009 formulación de materias primas en la elaboración de galletas. Master europeo en Seguridad y Biotecnología alimentarias. Departamento de Biotecnología y Ciencia de los alimentos-Facultad de Ciencias. Universidad de Burgos. España. 24 Pág.

CÁCERES MONTES, CM; DÍAZ AYALA, JC. (2005) Propuesta de tratamiento de aguas de desecho de una industria química de adhesivos utilizando extracto acuoso de la semilla de Moringa oleífera (Teberinto), Tesis Lic. San Salvador, El Salvador. UES. 119 pág.

CANIMOLT (Cámara Nacional de la Industria Molinera de Trio). S.f. Definición Harina de Trigo en línea). Consultado 25 de sept. 2018. Disponible en: <http://www.canimolt.org/harina/definicion>

Castillero, O. s. f. Sentido del gusto: sus componentes y funcionamiento (en línea). Es uno de los sentidos más importantes, y está relacionado con el olfato. Consultado 18 de nov. 2019. Disponible en: <https://psicologiymente.com/neurociencias/sentido-del-gusto>

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2007. Guía técnica del sorgo. *Sorghum bicolor*, L. Moench. La Libertad, El Salvador. 1ra Ed. 40 pág.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2016. SORGO ROJO CENTA-CF. VARIEDAD CON ALTO RENDIMIENTO DE FORRAJE, GRANO Y BUENA CALIDAD DE ENSILAJE. La Libertad, El Salvador. 10 pág.

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2018. CULTIVO SORGO (*Sorghum bicolor*, L. Moench). CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL. PROGRAMA DE GRANOS BÁSICOS. La libertad, El Salvador. 31 pág.

Cocinista. S.f. harina de maíz (en línea). Consultado 10 de oct. 2018. Disponible en: <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-del-mundo/harina-de-maiz.html>

Cocinista. S.f. harina de yuca (en línea). Consultado 10 de oct. 2018. Disponible en: <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-del-mundo/harina-de-yuca.html>

CODEX (CODEX ALIMENTARIUS). 2013. Normas Internacionales de los Alimentos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; Organización Mundial de la Salud. Ed 21. Roma, Italia. 226 pág.

Costell, E. 2002. Evaluación sensorial de la textura de los alimentos (en línea). Laboratorio de Propiedades Físicas y Sensoriales Departamento de Conservación y Calidad de Alimentos

IATA. CSIC. Valencia, España. Rubes editorial. Consultado 18 de nov. 2019. Disponible en: http://www.percepnet.com/perc03_02.html

CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). 2011. CURSO DE ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS. CIAL (Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación). Madrid, España. 79 pág.

Delgado. 2011. Vitonia. El sorgo, un cereal al servicio de nuestra salud (en línea). Consultado sept. 2018. Disponible en: <https://www.vitonica.com/alimentos-funcionales/el-sorgo-un-cereal-al-servicio-de-nuestra-salud>

Directo al paladar. 2013. La espelta, un cereal antiguo con grandes propiedades (en línea). Consultado 10 oct. 2017. Disponible en: <https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/la-espelta-un-cereal-antiguo-con-grandes-propiedades#>

Durán, L; Costell, Elvira. s. f. Percepción del gusto. Aspectos fisicoquímicos y psicofísicos. Food science and technology international = Ciencia y tecnología de alimentos internacional. Vol. 5, Nº 4, 1999, págs. 299-309

ECOagricultor. S.f. Moringa, el árbol de la vida y sus múltiples propiedades medicinales y nutricionales. Consultado 16 de oct. 2017. Disponible en: <https://www.ecoagricultor.com/la-moringa-el-arbol-de-la-vida-y-sus-multiples-propiedades-medicinales-y-nutricionales/>

ECOagricultor. 2017. 20 tipos de harinas, usos y propiedades nutricionales (en línea). Consultado 25 sept. 2018. Disponible en: <https://www.ecoagricultor.com/harinas-tipos-propiedades/>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). S.f. Moringa oleífera un árbol con enormes potencialidades (en línea). Consultado 23 de oct. 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-x6324s.pdf>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2004). Declaración de la Cumbre Mundial sobre la Seguridad Alimentaria. Cumbre Mundial sobre la Seguridad Alimentaria. Guatemala. 37 pág.

García M, P. 2016. Los factores que definen la percepción de los sabores (en línea). Consultado 18 de nov. 2019. Disponible en: <https://www.degustarioja.com/noticias/201601/16/factores-definen-percepcion-sabores-20160116004519-v.html>

Galo F, EC. 2016. Producción de biomasa en los árboles de Moringa (*Moringa oleífera* LAM) con fines industriales en Palmares Cantón Arenillas. Tesis Ing. Machala Ecuador. UTMACHA (Universidad Técnica de Machala). 27 pág.

García Torres, AG; Martínez Cubias, RKM; Rodríguez Díaz, IA. 2013. EVALUACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES DEL TEBERINTO (*Moringa oleífera*) COMO GENERADOR DE PRIMA PARA LA INDUSTRIA QUÍMICA. Tesis Ing. San Salvador, El Salvador. UES. 204 pág.

Garcés, KL. 2010. Recetas con harina de amaranto (en línea). Consultado 08 de oct, 2018. Disponible en: <https://www.biomanantial.com/recetas-con-harina-de-amaranto-a-2079.es.html>

García *et al.* 2013. EVALUACIÓN DE LOS USOS POTENCIALES DEL TEBERINTO (*Moringa oleífera*) COMO GENERADOR DE MATERIA PRIMA PARA LA INDUSTRIA QUÍMICA. Tesis Ing. San salvador, El Salvador. UES. 204 pág.

Guevara Medina, JR; Rovira Quintero, MG. 2012. Caracterización de tres extractos de Moringa oleífera y evaluación de sus condiciones de infusión en sus características fisicoquímicas. Tesis, Lic. Zamorano, Honduras. 35 pág.

Gianola G., (1980), LA INDUSTRIA MODERNA DE GALLETAS Y PASTELERIA. Madrid, España. 2:13 – 21.

Gonzales *et al.* 2014. INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS SENSORIAL. Estudio hedónico del pan en el IES Mugaros. Mugaros, C, España. Pág. 26.

Guzmán *et al.* 2015. PROPUESTA DE FORMULACION DE GALLETAS ELABORADAS CON HARINA COMPUESTA DE *Amaranthus cruentus* (AMARANTO) Y *Sorghum bicolor* L. Moench (SORGO). Tesis Lic. Ciudad de San Salvador, El Salvador, UES. 143 Pag.

Hahn, RR. 1970. Producción de sorgo y su utilización. Uso del sorgo granífero en la alimentación humana y otros. Lincoln, Nebraska, EEUU. Traducción: Yanina Mestre. 11 pág.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2011. Manual de sorgo. 1ra Ed. Buenos Aires, Argentina. 105 pág.

Lezcano. E. 2009. Materias primas y procesos de elaboración (en línea). Consultado 12 de nov. 2018. Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=7>

Liñan, TF. 2010. Moringa oleifera el árbol de la nutrición. Ciencia y Salud. 2(1):130-138.

Liria Domínguez, MR. 2008. Guía para la evaluación de sensorial de alimentos. Pruebas efectivas o hedónicas. Cap IV. Lima, Perú. 45 pág.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV) 1982. Instituto Salvadoreño de Recursos Naturales. Almanaque Salvadoreño. San Salvador, El Salvador. P. 96

Pérez *et al.* 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 26 pág.

Pénelo L. 2019. Moringa: propiedades, beneficios y valor nutricional (en línea). Consultado 10 de oct. 2019. Disponible en:

<https://www.lavanguardia.com/comer/frutas/20181025/452532483086/alimentos-beneficios-propiedades-valor-nutricional-moringa.html>

PFGL (proyecto de fortalecimiento de gobiernos locales). 2014. PLAN ESTRATÉGICO PARTICIPATIVO (PEP) 2015-2022. PLAN ESTRATÉGICO PARTICIPATIVO DEL MUNICIPIO SAN VICENTE. San Vicente, El Salvador. 125 pág.

Puentes, JP. 2014. La moringa, un nuevo recurso vegetal para la alimentación, la salud humana y la generación de energía renovable (en línea). Consultado 16 de oct. 2018. Disponible en: <http://revistamito.com/la-moringa-un-nuevo-recurso-vegetal-para-la-alimentacion-la-salud-humana-y-la-generacion-de-energia-renovable/>

Requena Peláez, JM. 2013. HARINAS Y DERIVADOS, FECULAS Y ALMIDONES. Innovación y experiencias educativas. (60): 1-9.

Rodríguez, G. JM. 2010. Determinar la incidencia de la harina de cebada (*Hordeum vulgare*), suero de quesería y estevia (*Stevia rebaudiana bertonii*), en la elaboración de galletas. Tesis Lic. Madrid, España. Universidad Complutense. 122 pág.

Rodríguez, G. J,M. 2010. Generalidades sobre las galletas (en línea). Consultado 12 de nov. 2018. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/380/3/03%20AGI%20271%20%20DOCUMENTO%20TESIS.pdf>

Rodríguez Urquilla, AR. 2009. Contenido nutricional de harinas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) RCV y De Leche, harina de trigo (*Triticum aestivum*) y su uso en la elaboración de un muffin. Tesis, Lic. Zamorano, Honduras. 34 pág.

RTCA (Reglamento Técnico Centro Americano). 2007. Harinas, Harina de Trigo Fortificada Especificaciones. RTCA 67.01.15:07. Guatemala. 27 jul. 18 pág.

RTCA (Reglamento Técnico Centro Americano). 2012. Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios. RTCA 67.04.54:10. 410 pág.

Saludabit. S.f. propiedades de la harina de maíz (en línea). Consultado 10 de oct. 2018. Disponible en: <https://www.saludabit.es/biblioteca/nutricion/110/propiedades-de-la-harina-de-maiz>

Valladares, CA. 2010. Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA) Departamento de Producción Vegetal, Asignatura Cultivos de Grano. Sección 10:01. La Ceiba. Honduras. 28 pág.

Vida lucida. 2008. Beneficios de la harina de mandioca o yuca para agregar a nuestras recetas (en línea). Consultado 10 oct. 2018. Disponible en: <http://www.lavidalucida.com/beneficios-de-la-harina-de-mandioca-o-yuca-para-agregar-a-nuestras-recetas.html>.

8. ANEXOS

Cuadro A-1. Requisitos microbiológicos según RTCA para productos de panadería.

7.2 Subgrupo del alimento: Panadería fina con o sin relleno (galletas, queque, pasteles, tortas) otros productos de panadería fina (dulces, salados, aromatizados) y mezclas. Incluye otros productos de panadería fina, como donas, panecillos dulces y muffins, frescos o congelados.

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	6		< 3 NMP/g
<i>Staphylococcus aureus</i> (productos rellenos de derivado lácteo)	7		10 ² UFC/g
<i>Salmonella ssp/25g</i> (productos rellenos de derivados lácteos, cacao y carne)	10	B	Ausencia
<i>Listeria ssp/25g</i> (productos rellenos de derivados lácteos, cacao y carne)	10		Ausencia

Cuadro A-2. Requisitos microbiológicos según NSO para productos de panadería.

Especificaciones	Referencia bibliográfica	Límite máximo permitido
Coliformes totales UFC/g	BAM-FDA Cap, 4, E, 8ta Edición 1995	1x10 ²
Coliformes fecales o E.coli UFC/g	BAM-FDA Cap, 4, E, 8ta Edición 1995	Ausencia
Reuento Mohos y Levaduras UFC/g	BAM-FDA Cap, 12, E, 8ta Edición 1995	50 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	BAM-FDA Cap, 18, E, 8ta Edición 1995	Ausencia
Recuento total aerobios	BAM-FDA, 8ta Edición 1995	1x10 ⁴
Salmonela 25g	BAM-FDA 8ta, Edición 1995	Ausencia

Cuadro A-3. Resultados obtenidos para la variable sabor.

Tratamientos	Repeticiones																									Total	Media
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
T0	8.5	8.6	8.1	7.5	7.2	5.2	7.7	9.4	10	9.7	7	6.5	9.5	10	9	8.5	7.1	7	9.5	7	4.4	8.2	8.1	6.2	7.5	197.4	7.5
T1	4.5	9.4	9.8	9.3	7	10	10	7.7	7.2	9.2	9.5	4.5	6.2	7.1	8.2	5.7	4.9	0.6	9.9	6.6	6.7	9	9.4	7.6	7.6	187.6	7.504
T2	3.2	4.2	4.5	5	2.5	0	7.9	9.2	4.9	7.1	5.8	1.3	2	5	6.2	4.2	2	8	4	7.8	7.6	3.9	7.2	5	6	124.5	4.98
T3	1.4	6.2	2.2	6.3	3.5	1.5	10	8.3	5	9	5	1	2.8	3.7	3.4	1.4	5.1	8.2	3.9	5	9	3.6	7.8	6.1	2.2	121.64	4.8656
T4	2	3.1	1	3.9	3.3	0	10	6.9	5	8.2	6.6	5	4.2	0.9	4.7	0.5	3.7	8.5	6.2	4	9.9	2.7	8.1	4.3	1.8	114.5	4.58
Total	20	32	26	32	24	17	46	42	32	43	34	18	25	27	32	20	23	32	34	30	38	27	41	29	25	745.64	29.8256
Promedio	3.9	6.3	5.1	6.4	4.7	3.3	9.1	8.3	6.4	8.6	6.8	3.7	4.9	5.3	6.3	4.1	4.6	6.5	6.7	6.1	7.5	5.5	8.1	5.8	5	149.128	5.96512

Cuadro A-4. Resultados obtenidos para la variable color.

Tratamientos	Repeticiones																									Total	Media
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
T0	0.3	6.7	9.1	9.1	7	6.3	7.6	7.3	8.3	9.6	10	10	9.3	8	9.7	8.5	8.2	8.5	9.3	6.8	4.3	8.4	6.5	8.2	3	190	7.6
T1	1	5.1	9.6	5	4.3	0	0	8.5	5	5.5	7.3	3.3	3	7	8.7	5.7	4.9	8	7.5	6.4	6.9	8.7	9.2	6.4	2.8	139.8	5.592
T2	1.2	1.9	6.4	3.6	3	8.5	0	8.2	8.1	5.4	5.5	2.7	0.6	6	7.5	4	4.2	8.7	3.8	6.1	8.8	4.7	8	6.1	2.2	125.2	5.008
T3	1	5.4	5	5	2.3	10	10	8.3	8.9	5	7.3	2.1	3.1	3.9	5.1	2	5.3	9	6	6.5	7.1	5.8	9.2	5.2	5.7	144.2	5.768
T4	0.6	0.4	8.3	0	3.2	0	10	7	0	6.5	6.7	3	6	0.7	6.1	0	3.7	8.3	5.3	4.5	9.9	3.1	8.2	3.5	4	109	4.36
Total	4.1	20	38	23	20	25	28	39	30	32	37	21	22	26	37	20	26	43	32	30	37	31	41	29	18	708.2	28.328
Promedio	0.8	3.9	7.7	4.5	4	5	5.5	7.9	6.1	6.4	7.4	4.2	4.4	5.1	7.4	4	5.3	8.5	6.4	6.1	7.4	6.1	8.2	5.9	3.5	141.64	5.6656

Cuadro A-5. Resultados obtenidos para la variable textura.

Tratamientos	Repeticiones																									Total	Media
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
T0	0.5	0.5	9	5.1	4	3.6	8.5	9	5	9.7	7.1	6.8	8.1	10	8.9	7.2	8.5	8.7	7.6	1.4	0.6	8.6	6.6	7.1	4.2	156.3	6.252
T1	3.1	8.2	6.4	6.3	8.1	10	8	9	8.4	6.2	3	2.1	2.2	6	9.4	5.7	3.9	7.6	7.7	2.5	5.3	8.7	9.9	7.9	3.2	158.8	6.352
T2	7.2	8.7	4.5	7.7	4.5	10	7.7	6.7	5.1	5.3	6.6	1.5	0.5	5	6.2	5.3	3.2	8.9	3.4	1.7	6	4.4	7.2	8.5	2	137.8	5.512
T3	8.3	8.7	7.6	7.7	4.4	5.2	10	7.5	4.7	2.8	4	1.4	0.1	4.2	6	2	5	9.3	4.1	2.1	6.4	7	9.4	8.5	5.9	142.3	5.692
T4	6.8	9.3	8.4	7.8	3.8	5	10	8.5	2.5	6.8	3.7	3	0.9	1.4	2.5	0.8	5.7	9	4.2	1.6	8.6	4	7.4	7	4.5	129.4	5.176
Total	26	35	36	35	21	34	44	41	26	31	24	15	12	27	33	21	26	44	27	9.3	27	33	41	39	20	724.6	28.984
Promedio	5.2	7.1	7.2	6.9	4.2	6.8	8.8	8.1	5.1	6.2	4.9	3	2.4	5.3	6.6	4.2	5.3	8.7	5.4	1.9	5.4	6.5	8.1	7.8	4	144.92	5.7968

Cuadro A-6. Resultados obtenidos para la variable olor.

Tratamientos	Repeticiones																									Total	Media
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
T0	4.7	7.9	9.8	8.7	8.8	10	10	9.5	9.3	9.6	10	10	9.4	10	9.5	7.3	8.4	8	9.8	7.2	9.9	8.8	6.2	8.9	7	218.7	8.748
T1	1.2	4.9	8.5	6.3	7	4.7	10	7	10	6.7	7.5	5.1	7.3	7.2	10	5.6	3.8	8.4	9.9	6.7	8.4	9	9.8	7.6	5.2	177.76	7.1104
T2	1.2	2.3	8.2	7	4.4	10	7.8	5.2	5.5	6.4	7.2	3	6	6	8.4	4	3.3	9.2	4.3	5.5	9.9	4.9	8.9	7.4	5.1	151.1	6.044
T3	3.9	4.4	6.9	4.2	3.3	10	10	5	5.1	8.6	5.4	5.7	7	2.8	6.3	2	6.1	8.3	5.2	7.3	9.9	5.5	9.6	4.3	5.2	152	6.08
T4	0.9	3.7	9.7	5	3.5	4.9	8.5	6.7	5	9.5	5.7	5	7.3	0	6	0.4	3.5	7.6	5.7	4	9.9	4	9.1	8	5.1	138.7	5.548
Total	12	23	43	31	27	40	46	33	35	41	36	29	37	26	40	19	25	42	35	31	48	32	44	36	28	838.26	33.5304
Promedio	2.4	4.6	8.6	6.2	5.4	7.9	9.3	6.7	7	8.2	7.2	5.8	7.4	5.2	8	3.9	5	8.3	7	6.1	9.6	6.4	8.7	7.2	5.5	167.652	6.70608



Figura A-1. Desinfección de utensilios.



Figura A-2. Limpieza de sorgo en mesa de trabajo.



Figura A-3. Molino pulverizador utilizado para obtención de harina de sorgo.

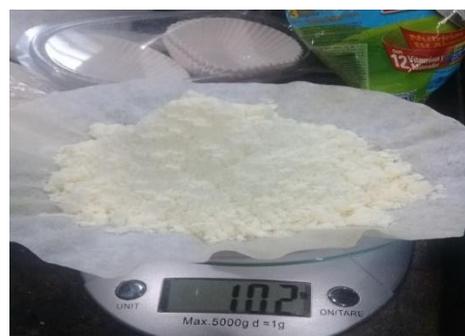


Figura A-4. Pesado de ingredientes.



Figura A-5. Mezclado de ingredientes secos.



Figura A-6. Adición de ingredientes húmedos a la mezcla.



Figura A-7. Galletas en cocción en el interior del horno.



Figura A-8. Enfriado de galletas.

*Preparación de galletas nutritivas a base de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y moringa (*Moringa oleifera* Lam.), con diferentes formulaciones en el municipio y departamento de San Vicente, 2013*



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



Instrumento para la captación de datos cualitativos

Marque con un punto sobre la línea donde usted crea conveniente

TRATAMIENTO TESTIGO

Sabor

Desagradable	Agradable

Color

No Atrayente	Atrayente

Textura

Grumosa	Suave

Olor

Desagradable	Agradable

Observaciones:

Figura A-9. Encuesta gráfica lineal para los tratamientos.

"Preparación de galleta nutritiva a base de corgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] y moringa (*Moringa oleifera* Lam.), con diferentes formulaciones en el municipio y departamento de San Vicente, 2018"



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Instrumento para la captación de datos cualitativos

Marque con un punto sobre la línea donde usted crea conveniente

TRATAMIENTO 1

Sabor

Desagradable	Agradable

Color

No Atrayente	Atrayente

Textura

Grumosa	Suave

Olor

Desagradable	Agradable

Observaciones:

Figura A-9. Encuesta gráfica lineal para los tratamientos.

"Preparación de galleta nutritiva a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] y moringa (*Moringa oleifera* Lam.), con diferentes formulaciones en el municipio y departamento de San Vicente, 2018"



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Instrumento para la captación de datos cualitativos

Marque con un punto sobre la línea donde usted crea conveniente

TRATAMIENTO 2

Sabor

Desagradable		Agradable

Color

No Atrayente		Atrayente

Textura

Grumosa		Suave

Olor

Desagradable		Agradable

Observaciones:

Figura A-9. Encuesta gráfica lineal para los tratamientos.

*Preparación de galleta nutritiva a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] y moringa (*Moringa oleifera* Lam.), con diferentes formulaciones en el municipio y departamento de San Vicente, 2018*



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Instrumento para la captación de datos cualitativos

Marque con un punto sobre la línea donde usted crea conveniente

TRATAMIENTO 3

Sabor

Desagradable		Agradable

Color

No Atrayente		Atrayente

Textura

Grumosa		Suave

Olor

Desagradable		Agradable

Observaciones:

Figura A-9. Encuesta gráfica lineal para los tratamientos.

"Preparación de galleta nutritiva a base de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] y moringa (*Moringa oleifera* Lam.), con diferentes formulaciones en el municipio y departamento de San Vicente, 2018"



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Instrumento para la captación de datos cualitativos

Marque con un punto sobre la línea donde usted crea conveniente



TRATAMIENTO 4

Sabor

Desagradable	Agradable

Color

No Atrayente	Atrayente

Textura

Grumosa	Suave

Olor

Desagradable	Agradable

Observaciones:

Figura A-9. Encuesta gráfica lineal para los tratamientos.

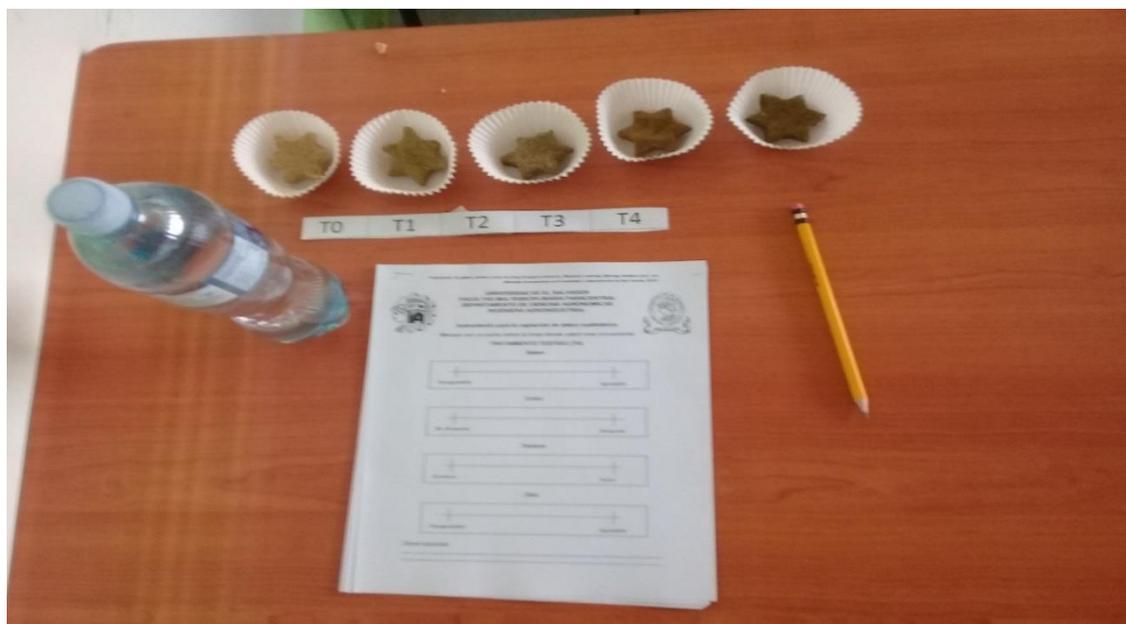


Figura A-10. Mesa con las diferentes muestras para panelista y su respectiva encuesta para recolección de datos.

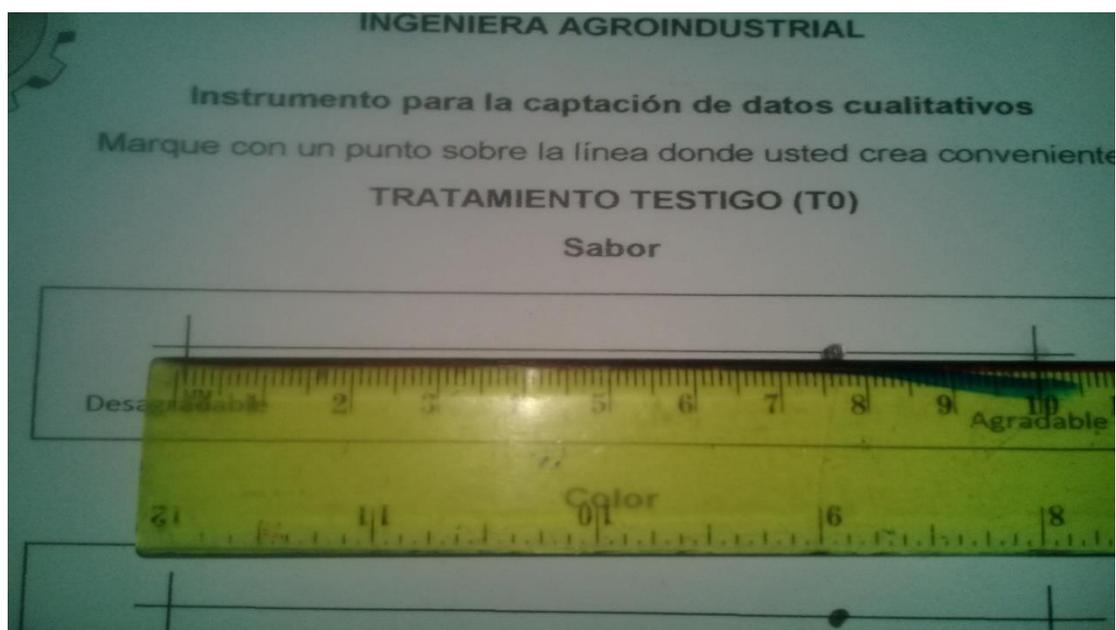


Figura A -11. Lectura de marca sobre la gráfica lineal, para darle un valor numérico a la marca con la ayuda de una regla graduada en centímetros y milímetros.



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Nombre de la Muestra T0	Lote NO APLICA	Fabricación NO APLICA	Vence NO APLICA	Número de registro de Muestra NO APLICA	Fecha de Ingreso 16/07/19	Fecha de Emisión 07/08/19
Número de Análisis 48915	Tipo de Muestra GALLETA	Vía de Administración ORAL	Nombre del solicitante del análisis: ALBERTO ANTONIO FLORES MORAN/UES Dirección: Calle a San Cristóbal, Cantón los Naranjos, Cojutepeque. Nº Teléfono: 7892-1702			
Contenido declarado: NO APLICA						
Descripción de la muestra: Galleta color café contenido en bolsa plástica no estéril.						

DETERMINACION	FECHA DE ANALISIS	METODO DE REFERENCIA	ESPECIFICACION	RESULTADO	FECHA DE FINALIZACION DEL ANALISIS
RECUENTO TOTAL DE BACTERIAS AEROBIAS.	16/07/19	USP 40-NF 35, 2017 RECUENTO EN PLACA	≤ 100 UFC/g	327 UFC/g	22/07/19
<i>Staphylococcus aureus</i>		USP 40-NF 35, 2017 MEDIO SELECTIVO	AUSENCIA/1g	NO DETECTADO/1g	
<i>Escherichia coli</i>	18/07/19	Tubos de Fermentación Múltiple	<3 NMP/g	<3 NMP/g	20/07/19

NOTA: El certificado de análisis corresponde únicamente a la muestra enviada por el interesado.

*Análisis acreditado


Lic. Stephanie Sánchez
QUIMICO/ANALISTA
MICROBIOLOGIA

Licda. Stephanie Jeshabel Sanchez Menjivar
QUIMICA FARMACÉUTICA
Insc. JVPQF No. 3371

República de El Salvador
D.N.M.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD USAM
No. Inscip. 520
Prop. UNIVERSIDAD SALVADOREÑA
ALBERTO MASFERRER (USAM)
San Salvador San Salvador


Lic. Gracia Magaña de Gómez
GERENTE TÉCNICA

Licda. Gracia Rocío Magaña de Gómez
QUIMICA FARMACÉUTICA - BIOLOGIA
Insc. JVPQF No. 2868

Prohibida la reproducción total o parcial sin previa autorización
Código: F-PG-22-1

Página 1 de 1

controldecalidad@usam.edu.sv
Tels: 2231-9651 / 2231-9656
3ª Calle Poniente N° 1126 entre 19 y 21 Av. Norte,
San Salvador, El Salvador.

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OSA con Registro No. LEA 19:08
para el alcance detallado en www.osa.gob.sv
Inscrito en la DNM con el número 520



Figura A-12. Informe de resultados microbiológicos para el tratamiento testigo (T0).



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Nombre de la Muestra TRATAMIENTO TESTIGO (T0)		Lote NO APLICA	Fabricación NO APLICA	Vence NO APLICA	Número de registro de Muestra NO APLICA	Fecha de Ingreso 30/08/19	Fecha de Emisión 10/09/19
Número de Análisis 49947	Tipo de Muestra GALLETAS	Vía de Administración ORAL	Nombre del solicitante del análisis: ALBERTO ANTONIO FLORES MORÁN/UES Dirección: Calle a San Cristóbal, Cantón los Naranjos, Cojutepeque. Nº Teléfono: 7892-1702				
Contenido declarado: NO APLICA							
Descripción de la muestra: Galleta en forma de estrella color café contenido en bolsa no estéril.							

DETERMINACION	FECHA DE ANALISIS	METODO DE REFERENCIA	ESPECIFICACION	RESULTADO	FECHA DE FINALIZACION DEL ANALISIS
RECUENTO TOTAL DE HONGOS Y LEVADURAS.	31/08/19	USP 40-NF 35, 2017 RECUENTO EN PLACA	≤ 100 UFC/g	< 10 UFC/g	05/09/19

NOTA: El certificado de análisis corresponde únicamente a la muestra enviada por el interesado.

***Análisis acreditado**


Lic. Stephanie Sánchez
QUÍMICO ANALISTA
MICROBIOLOGÍA

Licda. Stephanie Jeshabel Sánchez Menjivar
QUÍMICA FARMACÉUTICA
Insc. JVPQF No. 3371

República de El Salvador
D.N.M.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD USAM
No. Insc. 520
Prop. UNIVERSIDAD SALVADOREÑA
ALBERTO MASFERRER (USAM)
San Salvador - San Salvador


Lic. Gracia Magaña de Gómez
GERENTE TÉCNICA
Licda. Gracia Rocío Magaña de Gómez
QUÍMICA FARMACÉUTICA - BIOLOGÍA
Insc. JVPQF No. 2868

Prohibida la reproducción total o parcial sin previa autorización
Código: F-PG-22-1

Página 1 de 1

 controldecadidad@usam.edu.sv

 Tels: 2231-9651 / 2231-9656

 3ª Calle Poniente Nº 1126 entre 19 y 21 Av. Norte,
San Salvador, El Salvador

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OSA con Registro No. LEA 19:08
para el alcance detallado en www.osa.gob.sv
Inscrito en la DNM con el número 520



Figura A-13. Informe de resultados de mohos y levaduras de tratamiento Testigo (T0).



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Nombre de la Muestra T1	Lote NO APLICA	Fabricación NO APLICA	Vence NO APLICA	Número de registro de Muestra NO APLICA	Fecha de Ingreso 16/07/19	Fecha de Emisión 07/08/19
Número de Análisis 48916	Tipo de Muestra GALLETA	Vía de Administración ORAL	Nombre del solicitante del análisis: ALBERTO ANTONIO FLORES MORAN/UES Dirección: Calle a San Cristóbal, Cantón los Naranjos, Cojutepeque. Nº Teléfono: 7892-1702			
Contenido declarado: NO APLICA						
Descripción de la muestra: Galleta color café contenido en bolsa plástica no estéril.						

DETERMINACION	FECHA DE ANALISIS	METODO DE REFERENCIA	ESPECIFICACION	RESULTADO	FECHA DE FINALIZACION DEL ANALISIS
RECUENTO TOTAL DE BACTERIAS AEROBIAS.	16/07/19	USP 40-NF 35, 2017 RECUENTO EN PLACA	≤ 100 UFC/g	275 UFC/g	22/07/19
<i>Staphylococcus aureus</i>		USP 40-NF 35, 2017 MEDIO SELECTIVO	AUSENCIA/1g	NO DETECTADO/1g	
<i>Escherichia coli</i>	18/07/19	Tubos de Fermentación Múltiple	<3 NMP/g	<3 NMP/g	20/07/19

NOTA: El certificado de análisis corresponde únicamente a la muestra enviada por el interesado.

***Análisis acreditado**

Lic. Stephanie Sánchez
QUÍMICO ANALISTA
MICROBIOLOGÍA

Licda. Stephanie Jeshtabel Sánchez Menjivar
QUÍMICA FARMACÉUTICA
Insc. JVPQF No. 3371

República de El Salvador
D.N.M.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD USAM
No. Insc. 520
Prop. UNIVERSIDAD SALVADOREÑA ALBERTO MASFERRER (USAM)
San Salvador San Salvador

Lic. Gracia Magaña de Gómez
GERENTE TÉCNICA

Licda. Gracia Rocío Magaña de Gómez
QUÍMICA FARMACÉUTICA - BIOLOGÍA
Insc. JVPQF No. 2868

Prohibida la reproducción total o parcial sin previa autorización
Código: F-PG-22-1

Página 1 de 1

controldecalidad@usam.edu.sv

Tels: 2231-9651 / 2231-9656

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OSA con Registro No. LEA 19:08
para el alcance detallado en www.osa.gob.sv

OSA
ENSAYOS

Figura A-14. Informe de resultados microbiológicos para el tratamiento número 1 (T1).



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Nombre de la Muestra TRATAMIENTO 1 (T1)	Lote NO APLICA	Fabricación NO APLICA	Vence NO APLICA	Número de registro de Muestra NO APLICA	Fecha de Ingreso 30/08/19	Fecha de Emisión 10/09/19
Número de Análisis 49948	Tipo de Muestra GALLETAS	Vía de Administración ORAL	Nombre del solicitante del análisis: ALBERTO ANTONIO FLORES MORÁN/UES Dirección: Calle a San Cristóbal, Cantón los Naranjos, Cojutepeque. Nº Teléfono: 7892-1702			
Contenido declarado: NO APLICA						
Descripción de la muestra: Galleta en forma de estrella color café oscuro, contenido en bolsa no estéril.						

DETERMINACION	FECHA DE ANALISIS	METODO DE REFERENCIA	ESPECIFICACION	RESULTADO	FECHA DE FINALIZACION DEL ANALISIS
RECUENTO TOTAL DE HONGOS Y LEVADURAS.	31/08/19	USP 40-NF 35, 2017 RECUENTO EN PLACA	≤ 100 UFC/g	< 10 UFC/g	05/09/19

NOTA: El certificado de análisis corresponde únicamente a la muestra enviada por el interesado.

*Análisis acreditado


Lic. Stephanie Sánchez
QUÍMICO ANALISTA
MICROBIOLOGÍA

Licda. Stephanie Jeshabel Sánchez Menjivar
QUÍMICA FARMACÉUTICA
Insc. JVPQF No. 3371

República de El Salvador
D.N.M.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD USAM
No. Insc. 520
Prop. UNIVERSIDAD SALVADOREÑA
ALBERTO MASFERRER (USAM)
San Salvador San Salvador


Lic. Gracia Magaña de Gómez
GERENTE TÉCNICA

Licda. Gracia Rocío Magaña de Gómez
QUÍMICA FARMACÉUTICA - BIOLOGÍA
Insc. JVPQF No. 2868

Prohibida la reproducción total o parcial sin previa autorización
Código: F-PG-22-1

Página 1 de 1

controldecalidad@usam.edu.sv
Tels: 2231-9651 / 2231-9656
3ª Calle Poniente Nº 1126 entre 19 y 21 Av. Norte,
San Salvador, El Salvador

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OSA con Registro No. LEA 19:08
para el alcance detallado en www.osa.gob.sv
Inscrito en la DNM con el número 520



Figura A-15. Informe de resultados de mohos y levaduras para el tratamiento número 1 (T1).



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Nombre de la Muestra T2	Lote NO APLICA	Fabricación NO APLICA	Vence NO APLICA	Número de registro de Muestra NO APLICA	Fecha de Ingreso 16/07/19	Fecha de Emisión 07/08/19
Número de Análisis 48917	Tipo de Muestra GALLETA	Vía de Administración ORAL	Nombre del solicitante del análisis: ALBERTO ANTONIO FLORES MORAN/UES Dirección: Calle a San Cristóbal, Cantón los Naranjos, Cojutepeque. Nº Teléfono: 7892-1702			
Contenido declarado: NO APLICA						
Descripción de la muestra: Galleta de color verde a café contenido en bolsa plástica no estéril.						

DETERMINACION	FECHA DE ANALISIS	METODO DE REFERENCIA	ESPECIFICACION	RESULTADO	FECHA DE FINALIZACION DEL ANALISIS
RECUENTO TOTAL DE BACTERIAS AEROBIAS.	16/07/19	USP 40-NF 35, 2017 RECUENTO EN PLACA	≤ 100 UFC/g	127 UFC/g	22/07/19
<i>Staphylococcus aureus</i>		USP 40-NF 35, 2017 MEDIO SELECTIVO	AUSENCIA/1g	NO DETECTADO/1g	
<i>Escherichia coli</i>	18/07/19	Tubos de Fermentación Múltiple	<3 NMP/g	<3 NMP/g	20/07/19

NOTA: El certificado de análisis corresponde únicamente a la muestra enviada por el interesado.

*Análisis acreditado

Lic. Stephanie Sánchez
QUÍMICO ANALISTA
MICROBIOLOGÍA

Licda. Stephanie Jeshabel Sánchez Menjivar
QUÍMICA FARMACÉUTICA
Insc. JVPQF No. 3371

República de El Salvador
D.N.M.
LABORATORIO DE CONTROL DE
CALIDAD USAM
No. Insc. 520
Prop. UNIVERSIDAD SALVADOREÑA
ALBERTO MASFERRER (USAM)
San Salvador San Salvador

Lic. Gracia Magaña de Gómez
GERENTE TÉCNICA

Licda. Gracia Rocío Magaña de Gómez
QUÍMICA FARMACÉUTICA - BIOLÓGICA
Insc. JVPQF No. 2868

Prohibida la reproducción total o parcial sin previa autorización
Código: F-PG-22-1

Página 1 de 1

controldecalidad@usam.edu.sv

Tels: 2231-9651 / 2231-9656

3ª Calle Poniente Nº 1126 entre 19 y 21 Av. Norte,
San Salvador, El Salvador.

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OSA con Registro No. LEA 19:08
para el alcance detallado en www.osa.gob.sv
Inscrito en la DNM con el número 520



Figura A-16. Informe de resultados microbiológicos para el tratamiento número 2 (T2).



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Nombre de la Muestra TRATAMIENTO 2 (T2)	Lote NO APLICA	Fabricación NO APLICA	Vence NO APLICA	Número de registro de Muestra NO APLICA	Fecha de Ingreso 30/08/19	Fecha de Emisión 10/09/19
Número de Análisis 49949	Tipo de Muestra GALLETA	Vía de Administración ORAL	Nombre del solicitante del análisis: ALBERTO ANTONIO FLORES MORÁN/UES Dirección: Calle a San Cristóbal, Cantón los Naranjos, Cojutepeque. Nº Teléfono: 7892-1702			
Contenido declarado: NO APLICA						
Descripción de la muestra: Galleta en forma de estrella color café oscuro y partes negras, contenido en bolsa no estéril.						

DETERMINACION	FECHA DE ANALISIS	METODO DE REFERENCIA	ESPECIFICACION	RESULTADO	* FECHA DE FINALIZACION DEL ANALISIS
RECUENTO TOTAL DE HONGOS Y LEVADURAS.	31/08/19	USP 40-NF 35, 2017 RECUENTO EN PLACA	≤ 100 UFC/g	10 UFC/g	05/09/19

NOTA: El certificado de análisis corresponde únicamente a la muestra enviada por el interesado.

*Análisis acreditado


Lic. Stephanie Sánchez
QUÍMICO ANALISTA
MICROBIOLOGÍA

Licda. Stephanie Jeshabel Sánchez Menjivar
QUÍMICA FARMACÉUTICA
Insc. JVPQF No. 3371

República de El Salvador
D.N.M.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD USAM
No. Insc. 520
Prop. UNIVERSIDAD SALVADOREÑA ALBERTO MASFERRER (USAM)
San Salvador San Salvador


Lic. Gracia Magaña de Gómez
GERENTE TÉCNICA
Licda. Gracia Rocio Magaña de Gómez
QUÍMICA FARMACÉUTICA - BIOLOGÍA
Insc. JVPQF No. 2868

Prohibida la reproducción total o parcial sin previa autorización
Código: F-PG-22-1

Página 1 de 1

controldecadidad@usam.edu.sv
Tels: 2231-9651 / 2231-9656
3ª Calle Poniente Nº 1126 entre 19 y 21 Av. Norte.

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OSA con Registro No. LEA 19:08
para el alcance detallado en www.osa.gob.sv
Inscrito en la DNM con el número 520



Figura A-17. Informe de resultados de mohos y levaduras para el tratamiento número 2 (T2).



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Nombre de la Muestra T3	Lote NO APLICA	Fabricación NO APLICA	Vence NO APLICA	Número de registro de Muestra NO APLICA	Fecha de Ingreso 16/07/19	Fecha de Emisión 07/08/19
Número de Análisis 48918	Tipo de Muestra GALLETA	Vía de Administración ORAL	Nombre del solicitante del análisis: ALBERTO ANTONIO FLORES MORAN/UES Dirección: Calle a San Cristóbal, Cantón los Naranjos, Cojutepeque. Nº Teléfono: 7892-1702			
Contenido declarado: NO APLICA						
Descripción de la muestra: Galleta de color verde y café contenido en bolsa plástica no estéril.						

DETERMINACION	FECHA DE ANALISIS	METODO DE REFERENCIA	ESPECIFICACION	RESULTADO	FECHA DE FINALIZACION DEL ANALISIS
RECUENTO TOTAL DE BACTERIAS AEROBIAS.	16/07/19	USP 40-NF 35, 2017 RECUENTO EN PLACA	≤ 100 UFC/g	50 UFC/g	22/07/19
<i>Staphylococcus aureus</i>		USP 40-NF 35, 2017 MEDIO SELECTIVO	AUSENCIA/1g	NO DETECTADO/1g	
<i>Escherichia coli</i>	18/07/19	Tubos de Fermentación Múltiple	<3 NMP/g	<3 NMP/g	20/07/19

NOTA: El certificado de análisis corresponde únicamente a la muestra enviada por el interesado.

*Análisis acreditado

Lic. Stephanie Sánchez
QUÍMICO ANALISTA
MICROBIOLOGÍA

Licda. Stephanie Jesabel Sánchez Manjivar
QUÍMICA FARMACÉUTICA
Insc. JVPQF No. 3371



Lic. Gracia Magaña de Gómez
GERENTE TÉCNICA

Licda. Gracia Rocío Magaña de Gómez
QUÍMICA FARMACÉUTICA - BIOLOGÍA
Insc. JVPQF No. 2868

Prohibida la reproducción total o parcial sin previa autorización
Código: F-PG-22-1

Página 1 de 1

controldecalidad@usam.edu.sv

Tels: 2231-9651 / 2231-9656

3ª Calle Poniente Nº 1126 entre 19 y 21 Av. Norte,
San Salvador, El Salvador.

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OSA con Registro No. LEA 19:08
para el alcance detallado en www.osa.gob.sv
Inscrito en la DNM con el número 520



Figura A-18. Informe de resultados microbiológicos para el tratamiento número 3 (T3).



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Nombre de la Muestra T4	Lote NO APLICA	Fabricación NO APLICA	Vence NO APLICA	Número de registro de Muestra NO APLICA	Fecha de Ingreso 16/07/19	Fecha de Emisión 07/08/19
Número de Análisis 48919	Tipo de Muestra GALLETAS	Vía de Administración ORAL	Nombre del solicitante del análisis: ALBERTO ANTONIO FLORES MORAN/UES Dirección: Calle a San Cristóbal, Cantón los Naranjos, Cojutepeque. Nº Teléfono: 7892-1702			
Contenido declarado: NO APLICA						
Descripción de la muestra: Galleta de color verde y café contenido en bolsa plástica no estéril.						

DETERMINACION	FECHA DE ANALISIS	METODO DE REFERENCIA	ESPECIFICACION	RESULTADO	FECHA DE FINALIZACION DEL ANALISIS
RECuento TOTAL DE BACTERIAS AEROBIAS.	16/07/19	USP 40-NF 35, 2017 RECuento EN PLACA	≤ 100 UFC/g	105 UFC/g	22/07/19
<i>Staphylococcus aureus</i>		USP 40-NF 35, 2017 MEDIO SELECTIVO	AUSENCIA/1g	NO DETECTADO/1g	
<i>Escherichia coli</i>	18/07/19	Tubos de Fermentación Múltiple	<3 NMP/g	<3 NMP/g	20/07/19

NOTA: El certificado de análisis corresponde únicamente a la muestra enviada por el interesado.

*Análisis acreditado


Lic. Stephanie Sánchez
QUÍMICO ANALISTA
MICROBIOLOGÍA

Licda. Stephanie Jeshabel Sánchez Menjivar
QUÍMICA FARMACÉUTICA
Insc. JVPQF No. 3371

República de El Salvador
D.N.M.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD USAM
No. Insc. 520
Prop. UNIVERSIDAD SALVADOREÑA
ALBERTO MASFERRER (USAM)
San Salvador San Salvador


Lic. Gracia Rocio Magaña de Gómez
GERENTE TÉCNICA

Licda. Gracia Rocio Magaña de Gómez
QUÍMICA FARMACÉUTICA - BIOLOGÍA
Insc. JVPQF No. 2868

Prohibida la reproducción total o parcial sin previa autorización
Código: F-PG-22-1

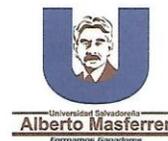
Página 1 de 1

controldecalidad@usam.edu.sv
Tels: 2231-9651 / 2231-9656
3ª Calle Poniente Nº 1126 entre 19 y 21 Av. Norte,
San Salvador, El Salvador

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OSA con Registro No. LEA 19:08
para el alcance detallado en www.osa.gob.sv
Inscrito en la DNM con el número 520



Figura A-19. Informe de resultados microbiológicos para el tratamiento número 4 (T4).



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Nombre de la Muestra TRATAMIENTO 4 (T4)	Lote NO APLICA	Fabricación NO APLICA	Vence NO APLICA	Número de registro de Muestra NO APLICA	Fecha de Ingreso 30/08/19	Fecha de Emisión 10/09/19
Número de Análisis 49950	Tipo de Muestra GALLETAS	Vía de Administración ORAL	Nombre del solicitante del análisis: ALBERTO ANTONIO FLORES MORÁN/UES Dirección: Calle a San Cristóbal, Cantón los Naranjos, Cojutepeque. Nº Teléfono: 7892-1702			
Contenido declarado: NO APLICA						
Descripción de la muestra: Galleta en forma de estrella color café oscuro, contenido en bolsa no estéril.						

DETERMINACION	FECHA DE ANALISIS	METODO DE REFERENCIA	ESPECIFICACION	RESULTADO	FECHA DE FINALIZACION DEL ANALISIS
RECUENTO TOTAL DE HONGOS Y LEVADURAS.	31/08/19	USP 40-NF 35, 2017 RECUENTO EN PLACA	≤ 100 UFC/g	< 10 UFC/g	05/09/19

NOTA: El certificado de análisis corresponde únicamente a la muestra enviada por el interesado.

*Análisis acreditado

Lic. Stephanie Sánchez
QUÍMICO ANALISTA
MICROBIOLOGÍA

Licda. Stephanie Jeshabel Sánchez Menjivar
QUÍMICA FARMACÉUTICA
Insc. JVPQF No. 3371

Lic. Gracia Magaña de Gómez
GERENTE TÉCNICA

Licda. Gracia Rocío Magaña de Gómez
QUÍMICA FARMACÉUTICA - BIOLOGÍA
Insc. JVPQF No. 2868

República de El Salvador
D.N.M.
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD USAM
No. Insc. 520
Prop. UNIVERSIDAD SALVADOREÑA
ALBERTO MASFERRER (USAM)
San Salvador San Salvador

Prohibida la reproducción total o parcial sin previa autorización
Código: F-PG-22-1

Página 1 de 1

controldecadidad@usam.edu.sv

Tels: 2231-9651 / 2231-9656

3ª Calle Poniente Nº 1126 entre 19 y 21 Av. Norte.

Laboratorio de Ensayo Acreditado por el OSA con Registro No. LEA 19:08
para el alcance detallado en www.osa.gob.sv
Inscrito en la DNM con el número 520



Figura A-20. Informe de resultados de mohos y levaduras para el tratamiento número 4 (T4).



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA



RESULTADO DE ANÁLISIS

Fecha de Emisión: Ciudad Universitaria, 29 de julio de 2019.

Tipo de Muestra: Galletas a base de Sopa de Moringa

(MXU180- T1), (MXU181- T2), (MXU182- T3), (MXU183- T4)

(MXU184- T5)

Análisis solicitado: Bromatológico

Usuario: Br. Alberto Antonio Flores Morán

Muestra	Metodología						
	Gravimétrico			micro-Kjedahl	Soxhlet	Ankom	Diferencia
ID	%Humedad Total	%Materia Seca	%Ceniza	%Proteína Cruda	%Extracto Etéreo	%Fibra Cruda	%CHOS
MXU0180-2019	18.72	81.28	1.48	5.46	6.76	0.07	67.52
MXU0181-2019	19.88	80.12	1.48	7.37	14.18	0.27	56.82
MXU0182-2019	11.76	88.24	1.94	8.17	15.99	0.35	61.80
MXU0183-2019	9.58	90.42	1.97	8.85	15.57	0.00	64.03
MXU0184-2019	10.34	89.66	2.12	9.09	16.13	0.34	61.97

Resultados presentados en Base Húmeda

Analista: Lic. Guillermo Jacob Pineda Magaña

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"

Lic. M.Sc. Freddy Alexander Carranza Estrada
Jefe del Departamento de Química Agrícola



Figura A-21. Informe de análisis Bromatológico completo para los 5 tratamientos.