



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de tesis

Evaluación fisicoquímica y microbiológica de harina a base de semilla de jícara (*Crescentia alata*) compuesta con harina de trigo en un producto de repostería

Autores

Br. Gederman Augusto Huete Fonseca
Br. Oskaterine del Socorro García Triguero

Asesores

MSc. José Leonardo Rodríguez Benavides
MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos

Managua, Nicaragua
Enero, 2025

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Agroindustria de los alimentos

Miembros del Comité Evaluador

Ing. María Nelly Salazar Cerda
Presidente

MSc. Karla Elisabeth Dávila
Secretario

Ing. Hellen Ruth Ramirez
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 25/01/2025

DEDICATORIA

A mi madrina:

Natyluz Castillo García, en paz descansa (q.e.p.d), quien fue como una madre para mí fue la única persona que me motivó, apoyo y creyó en mí al tomar la decisión de estudiar esta carrera, gracias por ser ese pilar en el cual pude refugiarme en los momentos más difíciles de mi vida, sin ti no hubiese sido posible terminar con esta etapa tan importante de mi vida, gracias por cada uno de tus consejos y siempre estar ahí para mí, vivirás siempre en el fondo de mi corazón ,sé que estarías muy orgullosa de mí.

Gederman Augusto Huete Fonseca

DEDICATORIA

A Dios:

Dedico este logro a Dios por haberme permitido culminar una etapa más en mi vida doy gracias porque me brindo salud, protegerme y guiarme en todo momento para formarme como profesional.

A mí persona:

Me agradezco por seguir adelante, por ser valiente, esas veces que quise rendirme y salir corriendo, por seguir intentando sin rendirme a pesar de las circunstancias y obstáculos, por soñar y proponerme a cumplir mis metas, por eso y muchas cosas más me felicito y valoro.

A mi madre:

Elda María Triguero, por ser mi pilar emocional y acompañarme en todo este proceso, por siempre motivarme y nunca dejarme sola, agradezco cada uno de sus detalles y todo su amor incondicional para ver triunfar y verme convertida en la mujer que soy hoy en día.

A mi padre:

Oscar Antonio García Estrada quien siempre me ha apoyado para seguir adelante con este reto, porque gracias a él he logrado cumplir mis metas y objetivos dándome su apoyo en todo momento, motivándome a no rendirme y estando siempre para mí ante cualquier circunstancia que se presentara.

A mis padres:

Hoy les dedico este logro, porque gracias a ustedes he tenido la dicha alcanzar mis metas y sueños, porque desde pequeña siempre me han amado y apoyado, porque son mi ejemplo a seguir y mi motivo para salir adelante, porque agradezco todos sus sacrificios y esfuerzos y sobre todo agradezco a Dios por haberme permitido tener unos padres tan incondicionales y presentes en la vida de sus hijos.

A mi padrastro:

Cesar Alejandro Reyes por haber sido un pilar muy importante en mi vida y toda mi carrera, por haberme apoyado y ayudado en lo que necesitara, por sus sacrificios y sobre todo por haberme tomado como una hija para él.

A mi mascota:

Cambell quien ha sido mi fiel amigo durante estos últimos años, hoy agradezco tenerlo conmigo porque siempre ha cuidado de mí y ha sido indispensable en esta etapa, por ayudar a calmar mi ansiedad y mis momentos de crisis cuando lo necesito.

Oskaterine del Socorro García Triguero

AGRADECIMIENTO

Al eterno todo poderoso (Dios) por ser quien iluminó mi camino y nunca dejarme solo desde el primer instante al elegir esta carrera, sin su fidelidad y protección no habría sido posible profesionalizarme, su promesa siguió en pie, a él sea toda la gloria, honra y el poder.

Agradezco a mi asesor, MSc. José Leonardo Rodríguez Benavides, quien fue de gran ayuda para la realización de este tema de tesis, sin sus conocimientos y dedicación no hubiese sido posible llevar a cabo este tema de investigación.

A mis padres por apoyarme en el transcurso de mi formación profesional, gracias por cada oración, consejo y motivarme cada día.

Gederman Augusto Huete Fonseca

Primeramente, agradezco a Dios por haberme dado la sabiduría y fortaleza para realizar este trabajo, por haberme iluminado y nunca dejarme desamparada en mis momentos de crisis, sin el nada de esto habría sido posible. Agradezco también a mis amigos y familia por apoyarme y motivarme cada día.

A mi abuela Socorro Estrada Ruiz por ser una segunda madre para mí, por quererme, cuidarme y protegerme siempre, gracias por todo su amor y cariño.

Agradezco a mi asesor MSc. José Leonardo Rodríguez Benavides quien fue nuestro apoyo y brindo sus conocimientos para dirigirnos en esta trayectoria, gracias por su ayuda, paciencia y vocación profesional.

A mis amigos por ser incondicionales y haberme motivado a seguir adelante y no rendirme, por haber estado en todo momento y brindarme su amistad sincera.

A mi familia por siempre apoyarme y estar presentes en todo momento, por cuidarme y animarme siempre a seguir adelante.

Oskaterine del Socorro García Triguero

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Antecedentes	4
3.2 Generalidades del jícaro	5
3.2.1 El jícaro y su semilla	5
3.3 Características fisicoquímicas	5
3.4 Generalidades de la harina	6
3.4.1 Harinas compuestas	6
3.4.2 Harina de semilla de jícaro	7
3.5 Características organolépticas	7
3.6 Paneles sensoriales	8
3.7 Características bromatológicas	9
3.7.1 Granulometría de harina	9
3.7.2 Humedad de la harina	9
3.7.3 Proteína de la harina	9
3.7.4 Ceniza de la harina	10
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	11
4.1 Ubicación del estudio	11

4.2	Diseño metodológico	11
4.2.1	Tipo de estudio	11
4.3	Descripción de la elaboración de harina de semilla de jícaro	12
4.3.1	Elaboración de galletas	14
4.4	Evaluación sensorial	17
4.5	Análisis Bromatológicos y microbiológicos de harina de semilla de jícaro deshidratadas y tostadas.	19
4.5.1	Criterios microbiológicos	20
4.5.2	Evaluación Bromatológica	22
4.6	Variables evaluadas	27
4.7	Descripción de los tratamientos	29
4.8	Recolección de datos	30
4.9	Análisis de datos	30
4.10	Análisis estadístico	30
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1	Análisis organoléptico de las formulaciones de harina de semilla de jícaro	31
5.1.1	Análisis organoléptico para la variable apariencia	31
5.1.2	Análisis organoléptico para la variable olor	32
5.1.3	Análisis organoléptico para la variable color	33
5.1.4	Análisis organoléptico para la variable sabor	34
5.1.5	Análisis organoléptico para la variable textura	35
5.2	Análisis bromatológico de la harina a base de semilla de jícaro deshidratado y tostado	36
5.3	Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de las harinas de trigo, maíz y semilla de jícaro deshidratada y tostada	36
5.4	Análisis microbiológico de recuento de mohos y levaduras	37
VI.	CONCLUSIONES	38
VII.	RECOMENDACIONES	39
VIII.	LITERATURA CITADA	40
IX.	ANEXOS	44

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Composición Nutricional de la harina de semilla de jícaro	7
2.	Requisitos fisicoquímicos de conformidad a la variedad de trigo	14
3.	Formulación para elaboración de galletas de harina de trigo	14
4.	Formulación de galletas con inclusión de harina de semilla de jícaro y trigo	15
5.	Muestras de galletas por el método de semillas deshidratadas de harina número uno	17
6.	Muestras de galletas por el método de semillas tostadas de harina número uno	17
7.	Muestras de galletas por el método de semillas deshidratadas de harina número dos	17
8.	Muestras de galletas por el método de semillas tostadas de harina número dos	18
9.	Criterios microbiológicos internacional	20
10.	Variables evaluadas	27
11.	Tratamientos y repeticiones	29
12.	Comparación de los valores fisicoquímicos de harina por el método de semillas deshidratadas y tostadas	36
13.	Comparación fisicoquímica de harina de semilla de jícaro con harina de trigo y harina de semilla de maíz	37
14.	Resultado de Evaluación microbiológica	37

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación de laboratorio Agroindustria UNA	11
2.	Recepción de la materia prima	12
3.	Deshidratado de la semilla	12
4.	Tamizado de la harina	13
5.	Galletas de harina de semilla de jícara	17
6.	Análisis sensorial	17
7.	Pesaje de reactivos	20
8.	Evaluación organoléptica para la variable apariencia	31
9.	Evaluación organoléptica para la variable olor	32
10.	Evaluación organoléptica para la variable color	33
11.	Evaluación organoléptica para la variable sabor	34
12.	Evaluación organoléptica para la variable textura	35

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Elaboración de harina de semilla de jícaro	44
2.	Elaboración de galletas de harina de semilla de jícaro con inclusión de harina de trigo	45
3.	Formato de Análisis sensorial para producto de galleta	46
4.	Análisis sensorial del producto de galleta	51
5.	Análisis microbiológico de la harina de semilla de jícaro	52
6.	Análisis fisicoquímico de la harina de semilla de jícaro	53
7.	Análisis de proteína de la harina de semilla de jícaro	54
8.	Medias de la variable apariencia, olor, color, sabor y textura	56

RESUMEN

En Nicaragua el jícara crece de forma natural, esta planta está dispersa por todo el territorio nicaragüense, sobre todo en tierras llanas y arcillosas, debido a su adaptabilidad y resistencia no necesita de manejo agronómico para poder desarrollarse y se encuentra de manera abundante en zonas rurales del país. La semilla de jícara en Nicaragua solo es utilizada para la elaboración de refresco tradicional llamado horchata, y en algunas ocasiones se incluye en pequeñas raciones en la dieta de ganado bovino debido a su alto valor nutritivo. La presente investigación tiene como objetivo diversificar, aprovechar y dar valor agregado de subproductos elaborados a base de semilla de jícara. En el desarrollo de esta investigación se elaboraron cuatro harinas, dos de ellas a través del método de deshidratación y dos por el método de tostado, dichas harinas fueron sometidas a validación incluidas en la formulación de galletas con porcentajes de inclusión al 10%, 20% y 30%, obteniendo así 12 unidades experimentales más una muestra testigo. Se realizó un análisis bromatológico a una muestra de harina por método de tostado y una por método de deshidratado en el laboratorio de bromatología de la Dirección de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria obteniendo como resultado en ambas harinas un porcentaje proteico arriba del 30%, un grado de pureza por encima del 3% y una humedad por debajo del 1.30%. También se realizó un análisis de recuento de mohos y levaduras en el laboratorio de microbiología de la Dirección de Ciencias Agrícolas (UNA), obteniendo como resultado entre 10^2 y 10^3 UFC rangos permisibles dentro de lo establecido por las normas vigentes. Se aplicó un análisis sensorial a 53 panelistas, el cual se analizó mediante un ANDEVA, utilizando el programa estadístico SAS versión 9.4. Los resultados del análisis mostraron que el mayor grado de aceptación por los panelistas la obtuvo la muestra número siete perteneciente al 30% de inclusión de la segunda harina elaborada por el método de semillas deshidratadas.

Palabras claves: Harina de semilla de jícara, tratamientos, humedad, inclusión

ABSTRACT

In Nicaragua, the jícaro grows naturally, this plant is spread throughout the Nicaraguan territory, especially in plain and clay lands, because of its adaptability and resistance, it does not need fertilizers or insecticides to develop and is abundant in rural areas of the country. Jícaro seed in Nicaragua is only used for the preparation of traditional soft drink called horchata, and sometimes it is included in small portions in the diet of cattle due to its high nutritional value. For these reasons, this research has been carried out with the objectives of diversification, use and added value of by-products made from jícaro seed. In the development of this research four flours were elaborated, two through the method of dehydration and two by the method of roasting, these flours were subjected to validation included in the formulation of biscuits with inclusion percentages at 10%, 20% and 30%, thus obtaining 12 experimental units plus one control sample. A bromatological analysis of a flour sample by the roasting method and a sample by the dehydrating method was carried out in the laboratory of bromatology of the Animal Science Directorate of the National Agricultural University, obtaining as a result in both protein above 30%, a purity level above 3% and a humidity level below 1.30%. Also, a mold and yeast count analysis was performed in the microbiology laboratory of the Agricultural Sciences Directorate (UNA), where it was obtained that the generating a database for statistical analysis through the SAS academic program, obtaining as a result with higher degree of acceptance by the panelists the sample number seven belonging to 30% inclusion of the second flour prepared by the method of seeds dehydrates. A microbiological analysis of mildew and yeast counts was carried out, resulting in ranges between 10^2 and 10^3 CFU within the range established by the current rules.

Keywords: *Jícaro seed flour, treatments, moisture, inclusion.*

I. INTRODUCCIÓN

El consumo de cereales a nivel general es básico y en el mundo es un pilar fundamental, forma parte de la base de la alimentación humana desde la antigüedad; no obstante, la cantidad de proteína necesaria para alimentar a la población mundial es cada vez mayor y eso supone un problema de interés comercial y nutritivo, por lo cual, constantemente se buscan sustitutos y/o complementos parciales o totales para las harinas. En este sentido, el germen de la semilla de jícara se constituye una alternativa con excelentes fuentes de ácido graso insaturados principalmente de ácido oleico u omega nueve y de ácido linoleico u omega seis, contiene 36.2% de proteínas en la semilla y 11.8% en la pulpa, el jícara es un fruto del cual se puede aprovechar la obtención de una gran variedad de productos y subproductos alimenticios y de igual manera en otros sectores industriales (MEFCCA, 2021).

Según Fernández (2015) En Nicaragua esta fruta tropical crece de forma silvestre sobre todo en tierras llanas y arcillosa en la zona seca del pacífico y no necesita fertilizantes artificiales ni insecticidas para desarrollarse, en la actualidad esta fruta se utiliza con mayor frecuencia para la elaboración de un refresco mezclado con leche llamado horchata y los artesanos con la cáscara esférica diseñan vasijas, recipientes o maracas.

Es de importancia mencionar que actualmente en el país no existen estudios realizados acerca de la elaboración de subproductos a base de harina de semilla de jícara, sin embargo, en la UNAN FAREM Chontales Torrez et al., (2015) plantea únicamente una propuesta para la extracción de aceite y producción de harina de semilla de jícara a través de un flujo de procesos, por otra parte en estudios realizados en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras en la investigación desarrollada por Ordoñez (2020), propone un proceso de elaboración de la misma tomando como referencia un flujograma de procesos para la molienda del maíz.

La forma de desnutrición más generalizada en el país es debido a la deficiencia proteica-energética, está siempre se vincula a condiciones de extrema pobreza y está asociada a la carencia de nutrientes en la alimentación, esta escasez nutritiva se presenta en un retraso del desarrollo físico e intelectual en los niños Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2010).

Actualmente en el país existen pequeñas y grandes cooperativas o centros de acopio para el jícara, comúnmente la semilla de jícara es aprovechada para la elaboración de refrescos y poli cereales nutritivos implementados en la alimentación de niños y adultos, a pesar de ser un fruto que se encuentra de forma abundante en todo el año, no se le da valor agregado, ni aprovechamiento para la transformación de subproductos.

Aprovechando las altas propiedades nutritivas y la gran disposición de esta materia prima en el país, este trabajo de investigación tiene como objetivo principal elaborar una harina compuesta de semilla de jícara con harina de trigo, validando su calidad organoléptica y bromatológica en el desarrollo de productos de repostería, de esta manera se proyecta una alternativa de valor agregado de esta fruta, constituyendo oportunidades de aprovechamiento para negocios y seguridad alimentaria para las familias que poseen este cultivo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de harina a base de semilla de jícara compuesta con harina de trigo, en un producto de repostería en la Universidad Nacional Agraria, 2024.

2.2 Objetivos específicos

1. Desarrollar tres formulaciones de harina de semilla de jícara con inclusión de harina de trigo, aplicando deshidratación y tueste en las semillas de jícara
2. Evaluar características organolépticas en un producto de repostería elaborado con las harinas desarrolladas, a través de un panel sensorial
3. Determinar análisis fisicoquímico y microbiológico de la harina de semilla de jícara según la NTON 03 096-11, harina de maíz y sémola de maíz sin germen y RTCA 67.01.15:07 harinas, harina de trigo fortificado

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Antecedentes

En la investigación desarrollada por Ordoñez (2020), en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras acerca de los usos de la harina de semilla de jícara en la industria, propone un proceso de elaboración de la misma, tomando de guía un flujograma de procesos para la molienda de maíz, en donde sus resultados arrojaron que puede ser un suplemento en la dieta alimenticia de los animales indicando que se obtienen un aumento de grasa, proteína, leche y masa corporal, por otro lado para el consumo humano manifiesta que es una fuente excelente de nutrientes debido a su alto contenido nutricional, logrando así determinar la utilidad que puede proporcionar la semilla de jícara en la industria como alternativa para la alimentación humana y animal.

Con respecto a Valencia y Zuleta (2016), en la Universidad del Valle ubicada en Colombia aportaron un estudio referente al desarrollo y evaluación fisicoquímica de una harina compuesta de trigo, garbanzo y brócoli con el objetivo de evaluar el comportamiento fisicoquímico en la variación de la composición de esta. Como métodos utilizaron un diseño experimental factorial por triplicado y análisis proximal, a su vez estudiaron dos formulaciones para sustitución parcial de harina de trigo por harina de garbanzo en 20% garbanzo, 2.5% brócoli y 77.5% trigo y la harina con 20% garbanzo, 5% brócoli y 75% trigo demostraron en los resultados que la harina con 20% garbanzo, 5% brócoli y 75% trigo tuvo mayores contenidos de proteínas, fibra, ceniza y grasa.

Así mismo Torrez et al., (2015) en su trabajo de tesis, plantean una propuesta tecnológica a nivel semi industrial para la extracción de aceite y producción de harina a partir de semilla de jícara, para esto siguieron un flujo de proceso sencillo para su realización y así determinar diversos parámetros como rendimiento de la harina en elaboración de una torta pastelera, logrando establecer un proceso de panificación más práctico, el estudio fue realizado en la UNAN-FAREM, Chontales.

3.2 Generalidades del jícara

3.2.1 El jícara y su semilla

El jícara *es* conocido con varios nombres, jícara o jícara, morro o jícara, como cita (Ferrufino, 2015) en su investigación, la cáscara de este fruto ha sido utilizada a lo largo de los años para elaborar diversos utensilios para la cocina u otros instrumentos, por otra parte, la pulpa de ambas especies, *C. alata* y *C. cujete*, se utiliza para la elaboración de bebidas como la horchata y también utilizada como alimento para ganado.

La semilla de jícara representa más del 50% de proteína por lo cual es un excelente alimento humano de un alto valor calórico de 5600 a 6300 kcal por kilogramo, lleno de proteína y grasas digestivas, comparable con soya. López (2013) afirma:

La semilla de jícara es un alimento de primera calidad, lleno de aceite comestible y de proteína vegetal, además de poseer un alto valor calórico y un 16.8% es fibra cruda. Es digestivo por lactantes durante toda la lactancia, a partir del día siete de edad, al contrario de la soya, la semilla de Jícara no contiene residuos de insecticida y nunca tendrá residuos químicos, porque la semilla está protegida por la cáscara del fruto.

López (2013) asegura que la semilla de jícara, “Es uno de los pocos productos con alto valor nutritivo que nunca tendrá residuos químicos. Se puede hacer muchos productos ricos de la semilla de jícara: galletas, pasteles, pan, mermelada, pasta, manteca, sorbete, horchata, etc.” (p.24).

3.3 Características fisicoquímicas

Como señala Ventura (2020) “La caracterización de los alimentos proviene de los resultados de los diferentes ensayos a que puede someterseles utilizando diferentes métodos de evaluación, los cuales pueden agruparse en función de los objetivos que persigan y los principios en que se fundamentan” (p.8).

La evaluación de los alimentos involucra tres tipos de análisis: análisis fisicoquímico, análisis microbiológico y análisis sensorial. Ventura (2020) afirma:

El análisis fisicoquímico implica la caracterización de los alimentos desde el punto de vista fisicoquímico, haciendo énfasis en la determinación de su composición química,

es decir, cuales sustancias están presentes en un alimento (proteínas, grasas, vitaminas, minerales, hidratos de carbono, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas, antioxidantes, etc.) y en qué cantidades estos compuestos se encuentran. (p.8)

Para poder realizar análisis químico de los alimentos en cuanto a su clasificación, Ventura (2020) señala que “Hay que auxiliarse de las más importantes ramas de la química analítica, la cual brinda las herramientas necesarias para poder determinar quiénes son las sustancias que están presentes en los alimentos y en qué cantidades ellas se encuentran” (p.10).

Así mismo hace mención sobre los tipos de análisis que se pueden realizar a los alimentos, definiendo que se deriva de la química analítica que se divide en dos grandes campos “El análisis cualitativo, cuyo objeto es identificar cuáles son los componentes que están presentes en una muestra, y el análisis cuantitativo, a través del cual se determina cuánto hay de cada componente en la muestra evaluada” (Ventura, 2020, p.10-11).

3.4 Generalidades de la harina

La harina es un polvo fino que se obtiene de la molienda, aunque la harina más habitual es la de trigo, también se pueden obtener harinas de cereales y otros tipos de harinas obtenidas de alimentos como las leguminosas (Dolores et. al., 2019, p.3).

De acuerdo con la definición de harina, según la Norma del Codex para la harina de trigo Codex Standard 152-1985 menciona:

Por harina de trigo se entiende el 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 (p.1).

3.4.1 Harinas compuestas

La FAO (1964) crea el término de las harinas que son compuestas debido a la necesidad de muchos países en los que no se producen trigo a cómo lo es Nicaragua, se conocen dos tipos de harinas compuestas, harinas diluidas de trigo que tienen trigo y algún otro cereal en concentraciones no mayor al 40% y está una segunda clase que está conformada por harinas

compuestas que no poseen trigo y estas contienen harinas de tubérculos e incluso alguna proteína como suplemento.

3.4.2 Harina de semilla de jícaro

Las harinas producidas de la semilla de jícaro sabanero son de muy alto valor nutritivo, Torrez (2016) afirma que “Contienen 54% de proteína, en su contenido de aminoácidos es deficiente en lisina y metionina, pero es rica en triptófano, este último es de 147 mg, comparado con 103 mg. Para el huevo y 86 mg. Para la soya” (p.2).

Según Torrez (2016) la harina a base de semilla de jícaro puede ser utilizada con efectividad para fortificar las harinas de maíz y trigo, ya que esta posee un alto contenido de proteínas, con estas se pueden elaborar distintos productos de panificación. “La harina de Jícaro es una fuente potencialmente buena para suplementar otras proteínas deficientes en triptófano como el maíz” (Miranda, 1960, citado por Obando 2016, p.22).

A continuación, se puede observar los principales porcentajes de nutrientes que aporta la harina de semilla de Jícaro.

Cuadro 1. Composición Nutricional de la harina de semilla de jícaro

Producto	Proteína %	Fibra%	Grasa%	CHO%
Harina de semilla de jícaro	40.7	7.81	27	24.19

*CHO: carbohidratos

Fuente: Zamora et al. 2001; Ramírez 2008; Todos alimentos 2020.

3.5 Características organolépticas

Como señala Liria (2007) la definición de la evaluación organoléptica es una herramienta usada para analizar e interpretar resultados de las características de cualquier alimento, al ingerir un alimento se estimulan diferentes sentidos” (p.4).

Con respecto a las características organolépticas de los alimentos, Liria (2007, p.4) los describe de la siguiente manera:

- Estímulos visuales: color, forma, brillo del alimento.

- Estímulos táctiles percibidos con la superficie de los dedos y el epitelio bucal: características rugosas, suaves, ásperas, líquidos, geles, jugosos, fibroso, grumoso, harinoso, grasosos, etc.
- Estímulos olorosos percibidos por el epitelio olfativo: aromático, fetídico, ácido.
- Estímulos auditivos: crujientes, burbujeante.
- Estímulos gustativos percibidos por las papilas gustativas: dulce, salado, agrio, ácido.

En cuanto al porque se aplica este método a los alimentos el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá menciona que uno de los objetivos principales es “Medir las propiedades sensoriales y determinar la importancia de estas, con el fin de predecir la aceptabilidad del consumidor, con lo cual brinda a la industria, la oportunidad de aprovechar y aplicar estas mediciones” (INCAP, 2020, párr.4).

En cuanto a cómo se pueden medir las características organolépticas, INCAP (2020) describe:

Esta sensación depende, de la clase de intensidad del estímulo, además de las condiciones fisiológicas, psicológicas y sociológicas de la persona o grupo de personas que la evalúa. En principio, su medida y análisis debe realizarse sensorialmente, ya que los métodos químicos e instrumentales sólo son útiles para cuantificar y controlar las características o propiedades de los alimentos que originan el estímulo percibido por la persona (párr.8).

3.6 Paneles sensoriales

El análisis sensorial es una disciplina científica que utiliza los sistemas sensoriales humanos – vista, oído, gusto, olfato y tacto– para evaluar productos de consumo (alimentos, bebidas, cosméticos, etc. Carduza et al., (2016) afirma:

Esta disciplina requiere el uso de personas como instrumentos de medición, quienes evalúan los productos conformando “paneles de evaluadores”. Por lo tanto, el desafío del análisis sensorial es transformar una respuesta humana en un dato objetivo susceptible de tratamiento estadístico (p.6).

Así mismo (Carduza et al., 2016), plantea que “las evaluaciones sensoriales llevan a la necesidad de contar con un grupo de evaluadores en lugar de un único individuo y al desarrollo de una metodología y procedimientos específicos” (p.7).

Respecto a lo anterior, el análisis sensorial contempla tanto la evaluación objetiva como subjetiva de un producto; “el análisis sensorial objetivo describe diferencias en cuanto a la intensidad de ciertas características de un producto y a su vez puede dividirse en pruebas discriminativas y descriptivas” (Carduza et al., 2016, p.7).

3.7 Características bromatológicas

Se entiende por Bromatología a la ciencia que estudia todos los aspectos relacionados con los alimentos para conocer su composición cualitativa y cuantitativa, es decir abaliza los alimentos desde diferentes enfoques: nutricional, organoléptico, físico químico y microbiológico (universidad europea, 2022, parr.4).

3.7.1 Granulometría de harina

La granulometría de la harina es un factor importante en las harinas, ya que mide el tamaño de las partículas, según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON, 2011) “El 95% o más deberá pasar por un tamiz de 0.85 mm, el 45% o más deberá pasar por un tamiz de 0.71 mm y el 0.25% o menos deberá pasar por un tamiz de 0.210 mm” (p.7).

3.7.2 Humedad de la harina

El contenido de humedad es de vital importancia es la estabilidad del producto, la (NTON, 2011) menciona que el contenido de humedad de la harina es de “14.0% m/m máximo. Esto por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más bajos” (p.7).

3.7.3 Proteína de la harina

Como señala Vega (2009) “Las proteínas de la harina de trigo pueden clasificarse con base en: 1. Solubilidad y 2. Funcionalidad” (p.27).

Es importante conocer este tipo de proteínas, “para determinar el uso que se les puede dar ya sea para la elaboración de pan o para la elaboración de otros productos a base de trigo (pastas, galletas, etc.)” (Vega,2009, p.27).

Así mismo Vega (2009) menciona “Unos de los componentes que tecnológicamente son importantes y que determinan la calidad del producto terminado son las proteínas, principalmente las proteínas que integran el gluten (gliadinas y gluteninas)” (p.27).

Por otro lado (Vega, 2009) menciona los componentes presentes en la harina:

La harina de trigo es el principal ingrediente para la elaboración de pan, sus componentes son; Almidón (70 – 75 %), agua (14 %) y proteínas (10 - 12 %), además de polisacáridos no del almidón (2 - 3%) particularmente arabinosilanos y lípidos (2%). La tabla número 1, presenta los porcentajes de los principales componentes de la harina de trigo (p.27).

3.7.4 Ceniza de la harina

Como menciona Pena (2022):

El contenido de cenizas indica la cantidad de minerales que contienen las harinas, dando información sobre el grado de contaminación de salvado y otras materias que se encuentran presentes. La cantidad de cenizas de una muestra da idea del proceso de molienda, las impurezas de la harina, y el porcentaje de extracción, influye en la calidad y comportamiento de la harina (parr.2).

afectividad de tipo hedónico. Dentro de la evaluación sensorial, se incluyó una muestra testigo (galletas) elaboradas con 100% harina de trigo.

4.3 Descripción de la elaboración de harina de semilla de jícaro

Recepción: para la elaboración de la harina de semilla de jícaro se adquirieron 8.285 kg de la materia prima (semilla seca) a través de un productor residente de la ciudad de Boaco, la cual fue trasladada hasta la planta de agroindustria de los alimentos de la universidad.



Figura 2. Recepción de la materia prima

Clasificación y selección: Como materia prima principal, se tienen los 8,285 kg de semilla de jícaro a la cual se le realizó una evaluación visual donde se descartaron: impurezas, materia extraña, producto con presencia de moho. Para la elaboración de la harina, se dividió el total de la materia prima en dos partes iguales para la muestra de tostado y muestra de deshidratado equivalente a 4,142 kg cada una.

Para realizar la prueba de humedad en las semillas de jícaro se hizo uso de un medidor de humedad moisture tester, el cual tiene como indicaciones utilizar en partes iguales la muestra para su análisis y el reactivo carbohidrato de calcio. En este caso se tomaron aproximadamente 20g de la semilla de jícaro y 20g de reactivo, se agregan al medidor, se agita y se procede a dar lectura al instrumento, dando como resultado un porcentaje de 7.5 %.

Deshidratación: para esta etapa se utilizó un horno deshidratador eléctrico J.P. SELECTA S.A de circulación de aire forzado con una capacidad de voltaje de 230 V, en el laboratorio de ingeniería en agroindustria de los alimentos. Esta operación consistió en la reducción del contenido de humedad de la semilla por debajo del 15 % ya que la RTCA 67.01.15:07, harina de trigo fortificado establece que, una harina debe poseer un máximo de 15



Figura 3. Deshidratado de la semilla

% de humedad, se precalentó previamente el horno durante 20 minutos a 90 °C, luego se sometieron a deshidratación los 4.1425 kg de semillas por un tiempo determinado de una hora y 20 minutos con la misma temperatura del precalentado (figura 3).

Tostado: esta operación se llevó a cabo de forma tradicional, primeramente se añadieron los 4.1425 kg de semilla de jícara en una olla de acero inoxidable, para ello se utilizó un cucharón de metal, posteriormente las semillas se removieron constantemente para evitar que se quemaran y se tostaron durante aproximadamente 20 minutos hasta que estas emitieran un sonido crujiente, llegando a una temperatura de 90 °C y presentaran cambios en su coloración y olor, esta etapa se llevó a cabo con la finalidad de reducir el porcentaje de humedad de las semillas de manera que se cumpliera con los parámetros por la RTCA 67.01.15:07 harina de trigo fortificado donde establece que una harina debe tener una humedad de 15.5% máximo.

Enfriamiento y Pesado: al finalizar la deshidratación y el tueste, se esperó que las semillas se enfriarán aproximadamente en 30 minutos hasta que estas alcanzarán una temperatura ambiente de 25 °C, luego se procedió a pesar las semillas en una balanza digital serie PCE-BSH con una capacidad máxima de 10 kg con un margen error bajo.

Molienda: las semillas una vez tostadas y deshidratadas pasaron por un proceso de molienda por separado, para ello se utilizó un molino de martillo.

Tamizado: el tamizado se llevó a cabo de forma paralela por medio de agitación manual en el laboratorio de agroindustria de los alimentos, utilizando tamices número de mallas 40, 50 y 70, con el fin de separar las diferentes partículas de tamaños de acuerdo al Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07 en Harinas, Harina de trigo fortificada. La cual establece que el 98% de la harina debe pasar por un tamiz de 212 μm . (figura 4).



Figura 4. Tamizado de la harina

Análisis de humedad en harina de semilla de jícara: el contenido de humedad es uno de los parámetros de mayor interés a evaluar, puesto que puede retener humedad, así como la tendencia

de harinas que absorben humedad del ambiente, una harina que contiene altos niveles de humedad esta susceptible a crecimiento patológico bacteriano, fúngico y deterioro. Este procedimiento se realizó a través de un medidor de humedad movisture tester, donde se agregó un 50 % de harina y otro 50% perteneciente al reactivo de carbohidrato de calcio, el aparato se agita y automáticamente comienza a marcar el porcentaje de humedad en la harina.

Se tomó como referencia los datos que proporciona la RTCA 67.01.15:07 harinas de trigo fortificado, la cual especifica un contenido de humedad máximo de 15.6 m/m, a como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Requisitos fisicoquímicos de conformidad a la variedad de trigo

Producto	Contenido de humedad
Humedad en porcentaje máximo en masa(m/m)	15.5 % m/m máximo

Fuente: RTCA 67.01.15:07 harinas de trigo fortificado

Se realizaron dos elaboraciones de harina de semilla jícara tanto por el método de deshidratación y tostado, la primera se elaboró el 3 de junio y la segunda el 15 de agosto con dos meses de diferencia en su elaboración con el fin de evaluar sus respectivas características organolépticas en las galletas, estas se codificaron como: harina A1 (deshidratada) A2 (tostada) elaboradas el tres de junio y A3 (deshidratada) A4 (tostada) elaboradas el 15 de agosto.

Después de haber obtenido la harina de semilla de jícara se procedió a la elaborar las galletas para el análisis sensorial, este análisis fue evaluado por 53 panelistas.

4.3.1 Elaboración de galletas

Cuadro 3. Formulación para elaboración de galletas de harina de trigo

Ingredientes	Cantidad
Harina	400g
Margarina	300g
Yemas de huevo	53g

Leudante (royal)	2g
Azúcar	350g
Sal	1g
Leche	250g

Fuente: (López, 2007, p.24)

Para la elaboración de las galletas a base de semilla de jícara y trigo se utilizó el método tradicional propuesto por (López, 2007, p.24).

Recepción de materia prima: para la elaboración de galletas a base de harina de semilla de jícara se recibieron todos los insumos que se muestran en el cuadro 3 agregando como extra, polvo para hornear que tiene como finalidad esponjar la mezcla de pastelería.

Formulación: en esta etapa se realizaron 12 tipos de formulaciones para las harinas deshidratada y tostada de semilla de jícara, así mismo se formuló una formulación de harina de trigo para la realización de las galletas.

Cuadro 4. Formulación de galletas con inclusión de harina de semilla de jícara y trigo

% de formulaciones de harina de semilla de jícara	Cantidades de harina de jícara	Harina de trigo	Azúcar	Mantequilla	Leche	Sal	Huevos
10% harina deshidratada A1	50 g	450 g	75 g	80 g	242 g	1 g	53g
20% harina deshidratada A1	100 g	400 g	75 g	80 g	242 g	1 g	53g
30 % harina deshidratada A1	150 g	350 g	75 g	80g	242 g	1 g	53g

10% harina tostada A2	50 g	450 g	75 g	80 g	242 g	1 g	53g
20% harina tostada A2	100 g	400 g	75 g	80 g	242 g	1 g	53g
30% harina tostada A2	150 g	350 g	75 g	80 g	242 g	1 g	53g
10% harina deshidratada A3	50 g	450 g	75 g	80	242 g	1 g	53g
20% harina deshidratada A3	100	400 g	75 g	80 g	242 g	1 g	53g
30% harina deshidratada A3	150 g	350 g	75 g	80 g	242 g	1 g	53g
10% harina tostada A4	50 g	450 g	75 g	80 g	242 g	1 g	53g
20% harina tostada A4	100 g	400 g	75 g	80 g	242 g	1 g	53g
30% harina tostada A4	150 g	350 g	75 g	80 g	242 g	1 g	53g
Harina de trigo	-	500 g	75 g	80 g	242 g	1 g	53g

Mezclado: en un bowl se añadieron cada uno de los ingredientes que se describieron anteriormente y se mezclaron con una batidora manual durante tres minutos hasta obtener una masa uniforme, luego se realizó el mismo procedimiento para las 13 repeticiones.

Moldeado y horneado: la masa de galletas se colocó en bandejas con papel encerado y se engrasaron con mantequilla, luego en el horno previamente calentado la masa se horneó por 45 minutos a una temperatura de 180 °C. Posteriormente se dejaron enfriar las masas por 20 minutos, las galletas se cortaron en forma de cuadritos y se añadieron en bolsas ziploc las cuales se codificaron en orden para cada una de las formulaciones de galletas.



Figura 5. Galletas de harina de semilla de jícara

4.4 Evaluación sensorial



Figura 6. Análisis sensorial

La evaluación sensorial de los productos de panificación se llevó a cabo haciendo un test hedónico, las variables evaluadas fueron: apariencia, olor, color, sabor y textura donde el objetivo fue determinar la aceptación de los productos antes mencionados a través de un panel evaluador, la escala hedónica fue del uno al cinco, significando el número uno me disgusta mucho y el cinco me gusta mucho, se utilizó la técnica de check list para obtener la medida correspondiente de los panelistas inexpertos los cuales fueron 53 estudiantes y docentes de la carrera de agroindustria de los alimentos entre el rango de 18 a 45 años de edad, no participaron en el test aquellas personas que practican la acción de fumar y tomar bebidas alcohólicas, en el formato se presentaron las distintas muestras en sus respectivas formulaciones (cuadro 5).

Cuadro 5. Muestras de galletas por el método de semillas deshidratadas de harina número uno

A	B	C	D
Muestra 001	Muestra 002	Muestra 003	Muestra 004
70 % harina de trigo y 30% de inclusión de harina de semilla de jícara deshidratada A1	80% harina de trigo y 20 % de inclusión de harina de semilla de jícara deshidratada A1	90%harina de trigo y 10 % de inclusión de harina de semilla de jícara deshidratada A1	70% harina de trigo y 30% de inclusión de harina de semilla de jícara tostada A2

Cuadro 6. Muestras de galletas por el método de semillas tostadas de harina número uno

A	B	C
Muestra 005	Muestra 006	Muestra 007
80% harina de trigo y 20 % de inclusión de harina de semilla de jícara tostada A2	90% harina de trigo y 10% de inclusión de harina de semilla de jícara tostada A2	70 % harina de trigo y 30% de inclusión de harina de semilla de jícara deshidratada A3

Cuadro 7. Muestras de galleta por el método de semillas deshidratadas harina número dos

A	B	C	D
Muestra 008	Muestra 009	Muestra 010	Muestra 011
80% harina de trigo y 20 % de inclusión de harina	90% harina de trigo y 10% de inclusión de harina	70% harina de trigo y 30% de inclusión de harina	80% harina de trigo y 20 % de inclusión de harina

semilla de jícaro deshidratada A3	semilla de jícaro deshidratada A3	semilla de jícaro tostada A4	semilla de jícaro tostada A4
--------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Cuadro 8. Muestras de galletas por el método de semillas tostadas harina número dos

A	B
Muestra 012	Muestra 013
90% harina de trigo y 10% de inclusión de harina de semilla de jícaro tostada A4	100 % harina de trigo.

La evaluación sensorial se llevó a cabo en el laboratorio de agroindustria de los alimentos de la universidad nacional agraria ya que el lugar debía presentar ciertas características: que el lugar contara con buena iluminación, limpio y libre de olores donde no existiera ningún tipo de contaminación que influyera en el producto, por consiguiente, se realizó el análisis sensorial de la galleta, se dividieron en bloques de cinco personas a las cuales se les explico la manera en la que realizarían la evaluación, se les facilito lapicero, formato de la evaluación sensorial de las galletas , vaso con agua y las 13 muestras con las distintas formulaciones de inclusión de semilla de jícaro. (ver formato de test sensorial en anexo número 3).

4.5 Análisis Bromatológicos y microbiológicos de harina de semilla de jícaro deshidratadas y tostadas.

A la harina de semilla de jícaro, se le realizo un análisis de contenido de cenizas, proteínas y humedad como lo establece dentro de sus criterios el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07 Harinas, Harina de trigo fortificada y NTON 03 096-11 ,Harina de maíz y sémola de maíz sin germen ,dichos análisis fueron realizados en el laboratorio de bromatología de la dirección de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria, por consiguiente se realizaron análisis microbiológicos (Recuento de mohos y lavaduras) establecidos por el mismo

reglamento, estos se llevaron a cabo en el laboratorio de microbiología de la dirección de ciencias agrícolas de la Universidad Nacional Agraria.

4.5.1 Criterios microbiológicos

Con respecto a la evaluación microbiológica los análisis correspondientes se realizaron en el laboratorio de microbiología uno y dos, ubicados en la dirección de ciencias agrícolas, para este análisis se utilizó la harina A1 tostada y A2 deshidratada. Este análisis fue desarrollado en dos, el primero en el mes de junio almacenada durante siete días y el segundo en agosto almacenada aproximadamente dos meses del corriente año con la finalidad de evaluar y determinar los cambios microbiológicos que se pueden presentar durante el tiempo de almacenamiento en la harina al tiempo previo de su elaboración en el mes de junio para análisis de vida útil del producto.



Figura 7. Pesaje de reactivos

Para la elaboración de harina a base de semilla de jícara deshidratadas y tostadas se tomaron como referencia los siguientes criterios establecidos por la NTON 03 096-11 Harina de maíz y Sémola de maíz sin germen y la RTCA 67.01.15:07 Harina. Harinas de trigo fortificada

Cuadro 9. Criterios microbiológicos internacional

Parámetro	Plan de muestreo					Limite
	Tipo de riesgo	Clase	N	C	m	M
Recuento de mohos y levaduras	B	3	5	1	10	10 ³ UFC/g

Fuente: NTON 03 096-11 y RTCA 67.01.15:07

Para evaluar la presencia de microorganismos en la harina a base de semilla de jícara, se aplicó un análisis de mohos y levaduras por método de esparcimiento en harinas en el laboratorio de microbiología, propuesto por Salmon (2015):

Materiales utilizados para el recuento de mohos y levaduras en harinas.

- Bolsa de harina previamente abierta por una semana

- Balanza digital
- Cuchara estéril de aluminio
- Algodón y papel aluminio
- Beaker
- Frascos de 90 ml
- Erlenmeyer de 300 ml APE 0.1%
- Tubos de ensayos
- Pipetas estériles de vidrio
- Asas Drigalski estériles
- Parafina
- Alcohol al 70 % y mechero

Medios utilizados para recuento de mohos y levaduras en harinas.

- APE 0,1% (agua peptonada) y agar de papa dextrosa

Procedimiento utilizado para recuento de mohos y levaduras

- Es importante mencionar que todos los instrumentos de cristalería fueron esterilizados previamente antes de iniciar el análisis microbiológico de las harinas.
- Se pesaron seis gramos del medio APE 0,1% (agua peptonada) los cuales se diluyeron en 300 ml de agua purificada en un Erlenmeyer de 300 ml este fue colocado por dos minutos en un agitador de placas que cumple la función de calentar y mezclar soluciones líquidas para fines científicos, posteriormente se dejó homogenizar por 15 minutos hasta no observar grumos en la preparación.
- Así mismo se pesaron 7.5 gramos de agar de papa dextrosa este medio es utilizado para el crecimiento de mohos y levaduras, luego se diluyó en 300 ml de agua purificada en un beaker también se precalentó en un microondas por dos aproximadamente.
- Luego en dos frascos de 90 ml se depositaron 90 ml de la solución de agua peptonada en cada uno de ellos respectivamente.
- Se agregaron nueve ml de agua peptonada en nueve tubos de ensayo previamente esterilizados y se taparon con algodón y papel aluminio colocándose dentro de un beaker fueron llevados a la autoclave por tres horas con los dos frascos de 90 ml y los 300 ml de la solución potato.

- Pasadas las tres horas los medios se enfriaron de 20-25 minutos, una vez transcurrido este tiempo se adicionaron 30 gotas de ácido láctico al 25 % al frasco con la solución de 300 ml de agar de papa dextrosa y se vertió inmediatamente en ocho placas Petri y se dejó reposar por 15 minutos.
- Para preparar las muestras de harina Tostada y Deshidratada se pesaron 10 gr de cada una y se adicionaron a los dos frascos de 90 ml.
- Adicionalmente se prepararon las diluciones decimales hasta de 10^{-4} y se monto por esparcimiento y por duplicado para cada una de las muestras de harina tostada y deshidratada.
- De los 90 ml de AAPE añadidos con una de las muestras de 10 gr de harina tostada se tomó 1 ml de muestra y se transfirió al tubo de ensayo de 10^{-4} con nueve ml de AAEP cada uno, del tubo de ensayo de 10 a la menos dos se transfirió 1 ml de la solución a la solución 10^{-3} , luego se tomó un ml del tubo de ensayo de 10 a la menos tres a la solución de 10^{-4} Para la muestra de harina deshidratada se repitió el mismo procedimiento.
- Para montar las muestras de la solución de harina tostada y deshidratada en las placas se seleccionaron los tubos de ensayo de 10^{-3} y 10^{-4} y se transfirió 200 micromilímetros a cada una de las placas, es decir; se utilizaron seis placas para cada solución de 10 a la menos tres y 10 a la menos cuatro, tres para cada solución respectivamente, así mismo se repitió el mismo procedimiento para ambas muestras de harina T y D.
- Luego con asas de manera horizontal se esparció y se esterilizo con el alcohol y mechero los 200 micromilímetros vertidos en cada una de las placas
- Se incubo las muestras a temperatura ambiente durante siete días

4.5.2 Evaluación Bromatológica

Determinación del contenido de cenizas

Se tomó como referencia el análisis fisicoquímico para determinar el contenido de ceniza realizado por La Asociación Científica dedicada a la Excelencia Analítica, por sus siglas en ingles AOAC 923.03. (1990), este análisis fue llevado a cabo en el laboratorio de bromatología de la Dirección de Ciencia Animal (DECANIM).

Equipos utilizados para determinación del contenido de cenizas

- Mufla
- Desecador
- Balanza analítica

Materiales y utensilios

- Hoja de recolección de datos
- Crisoles
- Pinzas
- Rotuladores

Se usó la técnica, procedimientos y cálculos recomendados por la Asociación Científica Dedicada a la Excelencia Analítica, por sus siglas en inglés, AOAC 923.03 (1990), basado en la incineración completa de la materia orgánica de la muestra en un horno mufla a 535 °C, quedando únicamente el residuo de materia inorgánica.

Procedimiento

En un crisol de porcelana se pesa 1g de muestra seca o una cantidad de muestra de hasta 5gr, si el alimento tiene un alto contenido de agua. Colocándose seguidamente una plata calefactora para iniciar la combustión de la materia orgánica. Una vez reducido todo el volumen de muestra se introduce en el inferior de un horno mufla a 525 grados Celsius hasta la obtención de cenizas completamente blancas, sin restos de materia orgánica

Cálculos

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{P2 - P0}{P1 - P0} \times 100$$

Dónde:

P0 = es el peso del crisol vacío

P1 = es el peso del crisol con la muestra

P2 = es el del crisol con las cenizas

Procedimiento para Determinación de porcentaje de proteína

- Para la determinación de proteína en las harinas recurrimos al laboratorio de suelos y agua (UNA-LABSA) donde se realizó un análisis de nitrógeno, este se llevó a cabo mediante el método de digestión de Kjeldahl, cabe destacar que se tomó como referencia el método propuesto por (AOAC).
- El primer paso es la digestión en donde, el nitrógeno orgánico se convierte en NH_4^+ . En primer lugar, se prepara la muestra (de un peso conocido) en un tubo de digestión, añadiendo a la muestra ácido sulfúrico y un catalizador, que contiene sulfato y cobre potásicos y acelera el proceso de digestión.
- A continuación, se calienta la mezcla mediante el bloque calefactor del digestor (muestra, ácido sulfúrico y catalizador), llegando a una temperatura de hasta $400\text{ }^\circ\text{C}$. La combinación de calor y medio ácido descompone la muestra y, de esta forma, libera el nitrógeno que bajo estas condiciones se convierte en sulfato de amonio (una sal con la fórmula química $(\text{NH}_4^+)\text{}_2\text{SO}_4^-$)

Este proceso de calentamiento se puede programar fácilmente con el sistema de digestión Kjeldahl, permitiendo elegir entre un calentamiento lineal y un calentamiento escalonado, en función de las particularidades y protocolo de nuestra muestra.

Los humos del ácido sulfúrico (cuyo contenido de nitrógeno debe ser bajo para no invalidar los resultados) son corrosivos, por lo que es muy importante utilizar un extractor de humos que incluya una bomba de vacío para eliminar los vapores nocivos. El sistema de extracción y eliminación de humos dispone de tres cámaras para neutralizar el humo de una forma segura y amigable con el medio ambiente. Una cámara contiene agua, que lava y neutraliza la acidez (tanque de lavado), otra tiene una base, para el proceso de neutralización (tanque de neutralización), y la tercera, carbón activo, que descontamina el aire y adsorbe partículas (tanque de secado).

La segunda etapa es la destilación: el NH_3 es destilado y recogido en un recipiente, esta etapa se puede llevar a cabo de una forma fácil y automatizada, con un destilador, En los tubos Kjeldahl ahora se encuentra el nitrógeno en forma solubilizada, junto con una gran cantidad de otros restos digeridos de la muestra original. Mediante la destilación se logra la separación del nitrógeno de esta mezcla digerida. Para llevar a cabo este proceso de una forma automática, el

destilador añade la base hidróxido de sodio (NaOH) a la mezcla digerida, lo cual en una reacción ácido-base convierte el amonio (NH_4^+) en amoníaco (NH_3). El amoníaco es un gas que el destilador puede separar, junto con vapor de agua, por medio de una destilación. Después de pasar por un sistema de refrigeración el amoníaco se añade a una solución receptora que contiene ácido bórico (H_3BO_3), el cual atrapa el nitrógeno convirtiendo el amoníaco nuevamente en su forma soluble de amonio que ahora se encuentra separada de los demás componentes digeridos de la muestra original.

La última etapa es la valoración:

En este proceso se usa una vez más una reacción ácido-base para determinar la cantidad de nitrógeno que estaba presente en la muestra inicial.

Usando una bureta, se añade una cantidad exactamente conocida de ácido clorhídrico (HCl) a la mezcla obtenida en la destilación. El ácido bórico lleva unos indicadores de color (rojo de metilo, verde de bromocresol), cuyo cambio de color indica el momento preciso en que se haya neutralizado la mezcla. La cantidad de HCl que se necesita para esta neutralización depende de la cantidad de la base conjugada del ácido bórico (H_2BO_3^-) formada previamente, la cual a su vez depende de la cantidad de nitrógeno (en forma de NH_3) que se había añadido al ácido bórico al final del paso de destilación de esta forma indirecta, usando las fórmulas matemáticas indicadas y conociendo el peso exacto de la muestra inicial, se puede calcular la cantidad de nitrógeno presente en la muestra inicial.

Luego de obtener la cantidad de nitrógeno podemos encontrar el índice de valor de proteína en la harina de semilla de jícara, multiplicando la cantidad de nitrógeno por un factor de valor de 6.25.

Procedimiento para Determinación de humedad

El análisis de humedad en harinas es fundamental por varias razones entre ellas incluye; la calidad, seguridad y eficiencia en el manejo del producto, para ello se tomó como referencia el método empleado por AOAC 932.01 (2021)

Materiales y utensilios:

- Muestra de 100 gr de harina de semilla de jícara tostada y deshidratada
- Capsulas

- Pinzas
- Rotuladores
- Hoja de recolección de datos

Equipos

- Balanza
- Estufa universal
- Estufa de vacío

Procedimiento

- Preparación de las muestras de harina
- Efectuar el análisis al menos en duplicado.
- Homogeneizar la muestra cuando corresponda, moler y pasar por tamiz hasta obtener una muestra homogénea finamente molida.
- Limpiar cuidadosamente la cápsula.
- Secarla junto con su tapa durante al menos 1 hora a 100-105°C empleando pinzas, trasladar la cápsula tapada al desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente.
- Análisis de la muestra o realización de la medición. Condiciones instrumentales.
- Pesar la cápsula con la tapa con una aproximación de 0.1 g. Registrar la masa (M).
- Colocar en la cápsula la cantidad de muestra de acuerdo con lo indicado en el anexo 1, tapar y pesar.
- Colocar la cápsula destapada y la tapa en la estufa a la temperatura, presión y tiempo recomendado.
- Retirar la cápsula de la estufa, tapar, enfriar en desecador a temperatura ambiente y pesar rápidamente tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente.
- Colocar nuevamente la cápsula en la estufa y repetir el procedimiento.
- Repetir el proceso de secado en la estufa hasta que la diferencia de pesada entre dos secados consecutivos sea inferior a 0.5 mg.
- En la planilla de resultado indicar la matriz, presión de vacío, temperatura, tiempos de secado y etapas, pesos correspondientes y resultado promedio obtenido de las muestras en duplicado.

Calculo:

El contenido en agua de la muestra se calcula por diferencia de peso y se expresa en % de humedad (g de H₂O/100 g de muestra)

$$\% \text{ Humedad} = \frac{Ma - Mb}{Ma - M} \times 100$$

Donde

M = masa en gramos de la capsula con tapa

Ma = masa en gramos de la capsula con tapa y la muestra.

Mb = masa en gramos de la capsula con tapa y la muestra seca

La expresión de la matriz en base seca porcentual se calcula como: % Base seca = 100 - %Humedad

4.6 Variables evaluadas

Variable independiente: Deshidratado y tostado

Variable dependiente: Características bromatológicas

Cuadro 10. Variables evaluadas

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Indicadores
		Técnica Instrumento	
Características organolépticas	Las características organolépticas son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según la puedan percibir los sentidos.	Observación Lista de cotejo	Escala hedónica de 5 puntos
Humedad	La humedad es un factor importante por medir para determinar la calidad de la	Medidor de humedad de la marca Moisture tester	15.5% humedad

	<p>harina, debido a que el exceso de humedad favorece la proliferación de microorganismos</p>		
Proteína	<p>Gastronomía Nutrición (Gan s.f) "Las proteínas son macromoléculas formadas por carbono, oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, y en menor cantidad pueden contener: fósforo, azufre y otros elementos como, magnesio, cobre y hierro"</p>	Micro Kjeldahl	0.6/100 ml Makinen, et al (2016)
Ceniza	<p>Química de alimentos (2014) "Las cenizas representan el contenido en minerales del alimento, en las cenizas representan menos del 5% de la materia seca de los alimentos"</p>	Gravimétrico Incineración	Hoja de recolección de datos
Recuento de mohos y levaduras	<p>El análisis microbiológico permite tener un panorama más profundo sobre los tipos de contaminantes que pueden estar presentes en el producto</p>	Recuento de mohos y levaduras	Hoja de recolección de datos

4.7 Descripción de los tratamientos

Cuadro 11. Tratamientos y repeticiones

Factor A	Factor B	Producto
		P1
A1	B1	A1B1P1
	B2	A1B2P1
	B3	A1B3P1
A2	B1	A2B1P1
	B2	A2B2P1
	B3	A2B3P1
A3	B1	A3B1P1
	B2	A3B2P1
	B3	A3B3P1
A4	B1	A4B1P1
	B2	A4B2P1
	B3	A4B3P1

Factor A: Representa la operación para preparar la harina de jícara

A1: Harina deshidratada en junio

A2: Harina tostada en junio

A3: Harina deshidratada en agosto

A4: Harina Tostado en agosto

Factor B: Representa las formulaciones

B1: 10% harina de semilla de jícara + 90% harina de trigo

B2: 20% harina de semilla de jícara + 80% harina de trigo

B3: 30% harina de semilla de jícara + 70% harina de trigo

Factor P: Representa los productos galleta

Numero de tratamientos: Tres

Numero de repeticiones: Cuatro

Unidades experimentales: 12

4.8 Recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizaron una serie de instrumentos impresos, donde se aplicaron las rubricas de elaboración de los productos, toma de peso, tiempo, rendimientos, instrumento de evaluación sensorial, análisis bromatológicos y microbiológicos, así mismo, se hará revisión a profundidad de investigaciones, informes y otros, con relación a la temática abordada.

4.9 Análisis de datos

Para el análisis de datos, se utilizó el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), en el cual se procesó los datos obtenidos, estos se presentaron en forma de gráficas, permitiendo tener una visión general del comportamiento de dichos resultados, así mismo, para el procesamiento de texto y redacción de la información se utilizó Microsoft Word.

4.10 Análisis estadístico

Se realizo un análisis de varianza ANOVA no para métrico, se utilizó la prueba LS-Means para determinar diferencias entre muestras organolépticas y panelistas. Se construyeron gráficas para tener una visión general del comportamiento de dichos resultados.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis organoléptico de las formulaciones de harina de semilla de jícara

5.1.1 Análisis organoléptico para la variable apariencia

La figura 8 representa el comportamiento de las muestras para la variable apariencia, el análisis realizado muestra que existe diferencias significativas entre los parámetros muestras y panelistas ($P=0.0001$) el análisis refleja que la muestra número siete presentó el mejor grado de aceptación en cuanto a la apariencia por parte de los panelistas entre el rango o escala de valoración (1 y 5) siendo estos me gusta mucho y me gusta, posteriormente le siguió la muestra número 13, la cual resultó por parte de los panelistas la segunda mejor aceptada. El análisis estadístico determinó que la muestra que obtuvo el menor grado de aceptación fue la número 10 (Anexo 7).

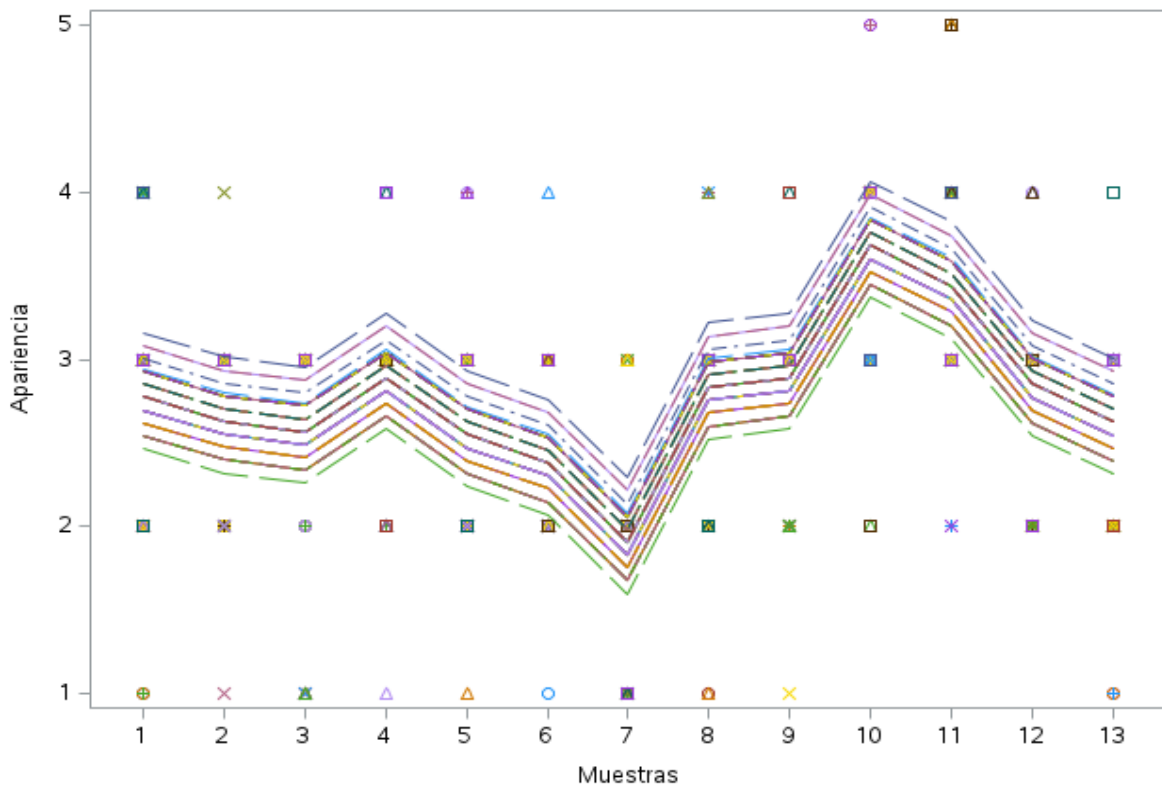


Figura 8. Evaluación organoléptica para la variable apariencia

A cómo se observa en la figura 8, para la variable apariencia, la muestra número siete sobresalió de las demás muestras ya que obtuvo la valoración de me gusta mucho, siendo esta perteneciente a la harina A3 deshidratada al 30% de inclusión de harina de semilla de jícara, realizada cinco

horas antes de la elaboración de las galletas, este porcentaje es el más elevado con respecto a las formulaciones siendo una harina recién elaborada y con uo de probablemente influyo en una mejor aceptacion por parte de los panelistas, ya que siendo una harina recién elaborada y además con una alta inclusión de harina de jícara las características organolépticas de la semilla de jícara están más presentes en la galletas.

5.1.2 Análisis organoléptico para la variable olor

La figura 9 representa el comportamiento de las muestras para variable olor, el análisis realizado muestra que existe diferencias significativas entre los parámetros muestras y panelistas ($P=0.0001$) el análisis reflejo que la muestra número siete presento el mejor grado de olor por parte de los panelistas entre el grado (1 y 2), me gusta mucho y me gusta, posteriormente la muestra número uno resulto por parte de los panelistas la segunda mejor aceptada. El análisis estadístico también determino que la muestra que obtuvo el menor grado de aprobación fue la numero 10 obteniendo un grado 4. (Anexo 7).

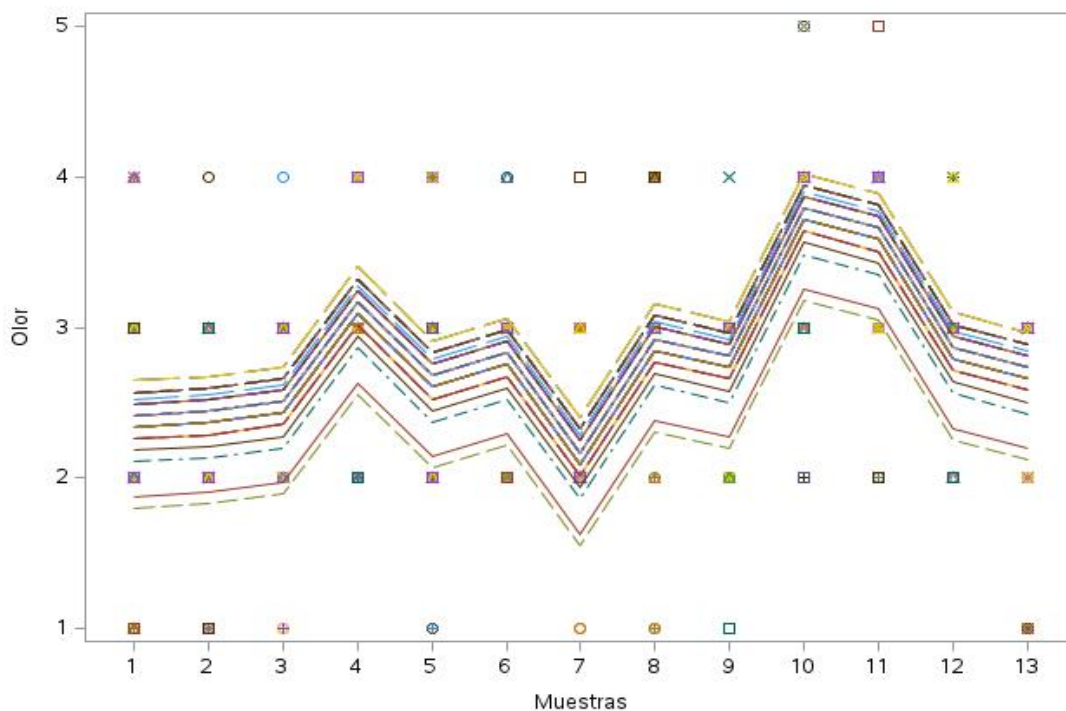


Figura 9. Evaluacion organoléptica para la variable olor

como se puede observar en la figura nueve, para la variable olor, la muestra numero siete sobresalió de las demas muestras , siendo esta muestra perteneciente a la harina A3 deshidratada

al 30% de inclusión de harina de semilla de jícara esta fue realizada cinco horas antes de aplicar el test sensorial a los panelistas, este procedimiento probablemente influyo en una mejor aceptación por parte de los panelistas, ya que de esta manera el olor característico de las semillas de jícara con una concentración del 30% de inclusión en la harina de trigo, hizo que las galletas obtuvieran un aroma más agradable.

5.1.3 Análisis organoléptico para la variable color

La figura 10 representa el comportamiento de las muestras para variable color, el análisis realizado muestra que existe diferencias significativas entre los parámetros muestras y panelistas ($P=0.0001$) el análisis refleja que la muestra número tres y siete presentan el mejor grado de color por parte de los panelistas entre el rango (1 y 2) me gusta mucho y me gusta ,posteriormente le siguió la muestra número 13 la cual resulto por parte de los panelistas la tercer muestra mejor aceptada obteniendo un grado de aceptación (2) siendo este me gusta mucho, el análisis estadístico también determino que la muestra que obtuvo el menor grado de aprobación fue la muestra número 10. (Anexo 7).

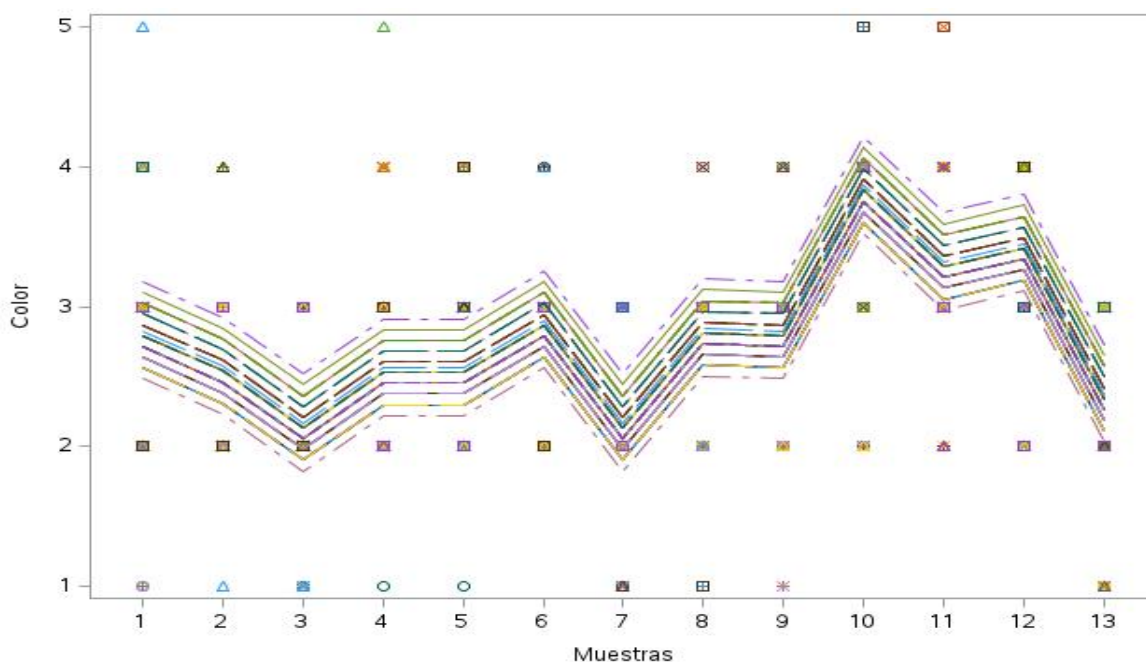


Figura 10. Evaluación organoléptica para la variable color

A cómo se observa en la figura 10, para la variable color, la muestra número tres y siete sobresalieron de las demás muestras, siendo la muestra número tres perteneciente a la harina

A1 deshidratada al 10% de inclusión de harina de semilla de jícara y la número siete perteneciente a la harina A3 deshidratada al 30% , siendo la muestra número tres el color de la harina más agradable a la vista de los panelistas debido a su baja inclusión dándole a la galleta un color crema bajo y el de la muestra número siete el color más intenso debido a su alto nivel de inclusión, dándole a la galleta un color café intenso agradable a la vista, estos factores probablemente influyeron en una mejor aceptación visual por parte de los panelistas.

5.1.4 Análisis organoléptico para la variable sabor

La figura 11 representa el comportamiento de las muestras para variable sabor, el análisis realizado muestra que existe diferencias significativas entre los parámetros muestras y panelistas ($P=0.0001$) el análisis refleja que la muestra número siete presenta el mejor grado de sabor por parte de los panelistas siendo este el rango número (1) siendo este me gusta mucho, posteriormente le siguió la muestra tres, la cual resulto por parte de los panelistas la segunda muestra mejor aceptada obteniendo un grado de aceptación entre los rango (1 y 2), me gusta mucho y me gusta. El análisis estadístico también determino que la muestra que obtuvo el menor grado de aprobación fue la número 10. (Anexo 7).

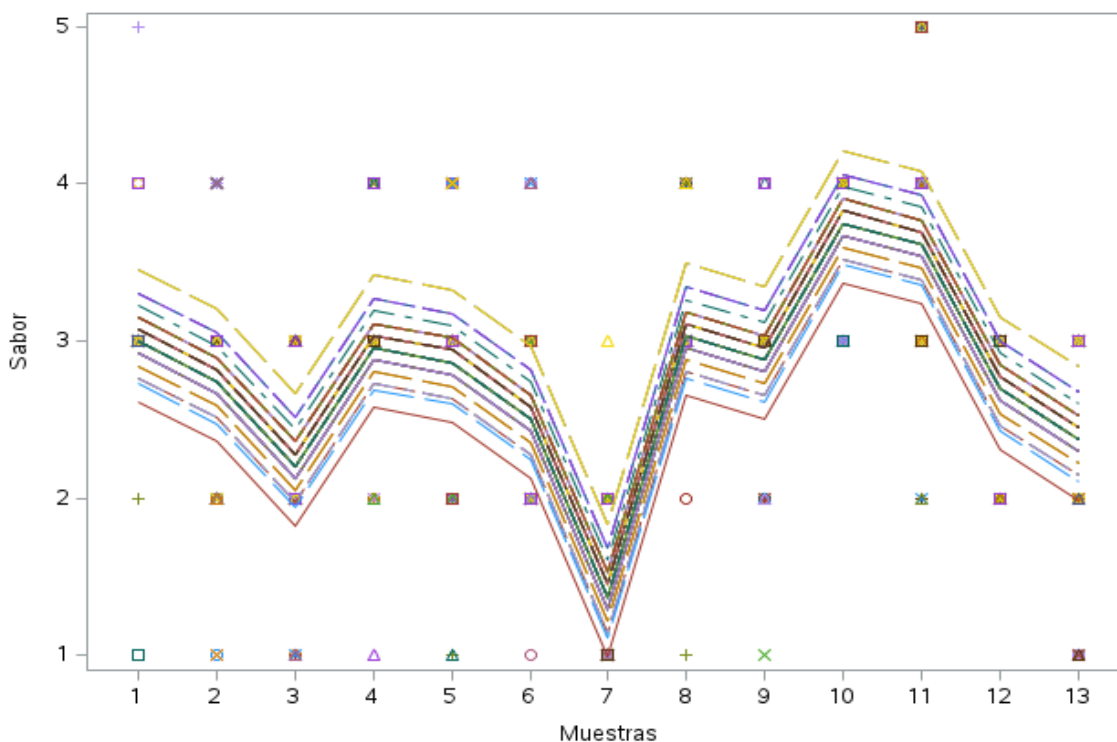


Figura 11. Evaluación organoléptica para la variable sabor

A como se contempla en la figura 11 de la variable sabor, la muestra numero siete sobresalió de las demas muestras , siendo esta perteneciente a la harina A3 deshidratada al 30% de inclusión de harina de semilla de jícara, esta fue realizada cinco horas antes de aplicar el test sensorial a los panelistas, además está poseía un sabor dulce y chocolatado debido a su alta concentración de inclusión de harina de semilla de jícara, probablemente esto influyo en una mejor aceptacion gustativa por parte de el panel evuador.

5.1.5 Análisis organoléptico para la variable textura

La figura 12 representa el comportamiento de las muestras para variable textura, el análisis realizado muestra que existe diferencias significativas entre los parámetros muestras y panelistas ($P=.0001$) el análisis reflejo que la muestra número 13 presentan el mejor grado de textura por parte de los panelistas entre el rango (1 y 2) me gusta mucho y me gusta ,posteriormente le siguió la muestra número siete ,la cual resulto por parte de los panelistas la segunda muestra mejor aceptada obteniendo un grado de aceptación entre los rangos (2).El análisis estadístico también determino que la muestra que obtuvo el menor grado de aprobación fue la número 10 obteniendo un grado entre (4 y 5). (Anexo 7)

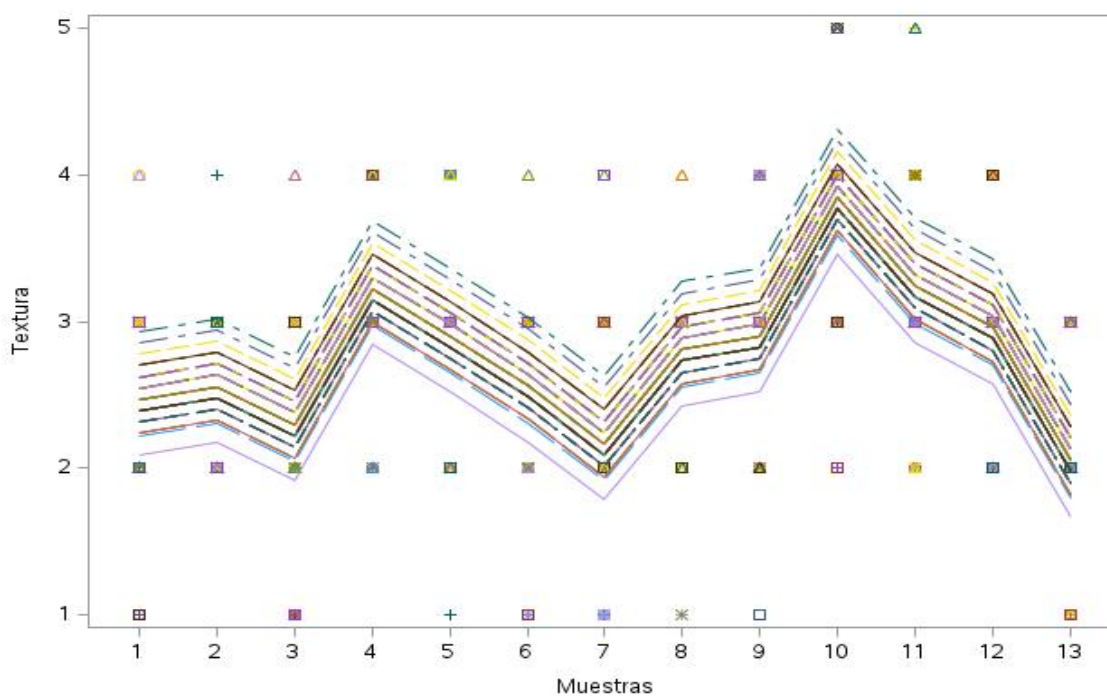


Figura 12. Evaluación organoléptica para la variable textura

A cómo se contempla en la figura 12, para la variable textura, la muestra testigo número 13 sobresalió de las demás muestras, siendo esta la muestra testigo perteneciente a las galletas elaboradas con 100% de harina de trigo, la cual es una harina más fina haciendo de esta manera que las galletas quedarán más crujientes en comparación con las que tenían inclusión de jícara.

5.2 Análisis bromatológico de la harina a base de semilla de jícara deshidratado y tostado

En los análisis bromatológicos de harina de semilla de jícara se determinó que los porcentajes de proteína en la harina de semillas deshidratada y harina de semillas tostada obtuvieron porcentajes elevados por encima del 30.25%, además que estas obtuvieron un nivel de humedad por debajo del 1.30% y un porcentaje de ceniza por encima del 3.22%, siendo de esta manera harinas altamente proteicas, con un alto grado de pureza y un bajo nivel de humedad. (Anexo 6).

Cuadro 12. Comparación de los valores fisicoquímicos de harina por el método de semillas deshidratadas y tostadas

Harina de semilla de jícara por el método de deshidratación (T:90° C) (t: 1 hora y 20 minutos)		Harina de semilla de jícara por el método de tostado (T:90° C) (t: 20 minutos)	
Contenido	Porcentaje	Contenido	Porcentaje
Ceniza	3.22%	Ceniza	3.37%
Proteína	30.94%	Proteína	30.25%
Humedad	0.48%	Humedad	1.30%
Materia seca	99.52%	Materia seca	98.70%

5.3 Análisis comparativo de las características fisicoquímicas de las harinas de trigo, maíz y semilla de jícara deshidratada y tostada

Como se observa en el Cuadro 13 en cuanto a las características fisicoquímicas comparadas entre las harinas de trigo, maíz y semilla de jícara, se determinó que las harinas de semilla de jícara tanto por el método de semillas deshidratadas y tostadas, poseen características bromatológicas superiores a las harinas de trigo y maíz, ya que las harinas de semilla de jícara poseen un valor proteico por encima del 30% un porcentaje de cenizas arriba del 3% y un porcentaje de humedad por debajo de 1.37%.

Cuadro 13. Comparación fisicoquímica de harina de semilla de jícaro con harina de trigo y harina de semilla de maíz

Parámetros	Harina de trigo	Harina de maíz	Harina de semilla de jícaro deshidratada.	Harina de semilla de jícaro tostado
Ceniza	0.66%	1%	3.22%	3.37%
Proteína	20.6%	17.3%	30.94%	30.25%
Humedad	14-15%	5-7%	0.48%	1.30%
Materia seca	74%	88-95%	99.52%	98.70%

5.4 Análisis microbiológico de recuento de mohos y levaduras

Como se observa en el análisis microbiológico de recuento de mohos y levaduras realizado en el mes de junio y agosto, ambas muestras de harina de semilla de jícaro elaboradas por el método de deshidratado y tostado cumplieron con los parámetros microbiológicos establecidos por las normas vigentes NTON 03 096-11 Harina de maíz y sémola de maíz sin germen y RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano) 67.01.15:07 Harinas. Harina de trigo Fortificada, ya que las primeras muestras de harinas deshidratada y tostada presentaron un valor de 10^2 UFC (Unidades formadoras de colonia) el cual está entre el límite mínimo permitido de 10 UFC y las segundas muestras presentaron un valor de 10^3 UFC estando dentro del límite máximo permitido 10^3 UFC que establecen las normas vigentes.

Cuadro 14. Resultados de Evaluación microbiológica

Parámetro	Tratamientos	Resultado	Limite	
Recuento de mohos y levaduras	Harina A1 deshidratada junio	10^2	M	M
	Harina A2 tostada junio	10^2	10 UFC/g	10^3 UFC/g
	Harina A1 deshidratada agosto	10^3		
	Harina A2 tostada agosto	10^3		

VI. CONCLUSIONES

En cuanto a la evaluación de las características organolépticas en el producto de repostería a través de un panel evaluador los resultados en su mayoría fueron satisfactorios, siendo la muestra número siete perteneciente a harina deshidratada A3 con inclusión al 30% de harina a base de semilla de jícara la muestra que presentó las características sensoriales, apariencia, olor, color, sabor y textura con el grado más elevado de aceptación por parte de los panelistas.

Los análisis bromatológicos de las harinas a base de semilla de jícara tanto por el método de deshidratado y tostado presentaron porcentajes elevados en comparación a las normas vigentes nacionales, NTON 03 096-11, Harina de maíz y sémola de maíz sin germen y RTCA 67.01.15:07 Harinas, harina de trigo fortificado, obteniendo resultados de proteínas por encima del 30%, grado de pureza o ceniza arriba del 3% y con una humedad por debajo del 1.37%.

Los análisis microbiológicos de la harina a base de semilla de jícara están por debajo de los límites de 10^3 UFC de esta manera cumpliendo con los parámetros Microbiológicos establecidos en la NTON 03 096-11, Harina de maíz y sémola de maíz sin germen y RTCA 67.01.15:07 Harinas, Harina de trigo fortificado.

VII. RECOMENDACIONES

Debido al alto valor proteico encontrado en la harina de semilla de jícara, se sugiere implementar en la dieta alimenticia de las personas en el desarrollo de productos como el poli cereal ricos en vitaminas, minerales y proteína, lo cual ayuda a mantener una dieta eficaz y saludable en adultos y niños.

Desarrollar otros estudios como análisis de vitaminas y minerales acerca de la harina de semilla de jícara, ya que esta es una gran fuente de fósforo, magnesio, zinc y potasio y puede ser un sucedáneo de la harina de trigo y pueda incorporarse en la industria alimenticia y comercio nicaragüense.

Validar sus diferentes usos en el campo de agroindustria de los alimentos, ya sea como espesantes, salsas o una harina fortificada, puesto que presenta un alto contenido nutricional que sería de gran aporte y aprovechamiento para el desarrollo de diferentes subproductos.

Ampliar esta investigación a nivel industrial para ofrecer una gama de productos derivados de la harina de semilla de jícara tales como bebidas, tortas, panes entre otros que permita generar un conocimiento más profundo y variado sobre el tema enriqueciendo el proceso de aprendizaje.

VIII. LITERATURA CITADA

- Ballat, M. F. (2014). *Desarrollo de un producto de panificación mediante harina compuesta de trigo, mandioca y soja* [Maestría en Tecnología y Calidad en las industrias agroalimentarias, Universidad Pública de Navarra]. Archivo digital. https://www.researchgate.net/publication/304827436_Desarrollo_de_un_producto_de_panificacion_mediante_harina_compuesta_de_trigo_mandioca_y_soja
- Codex Alimentarius (2021) *Norma para la harina de trigo*. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B152-1985%252FCXS_152s.pdf
- Daniel, R. (2009). *Determinación de proteínas en alimentos balanceados, método KJELDAHL*. https://www.senasa.gob.pe/intranet/wp-content/uploads/2016/12/MET-UCCIRT-For-09_Proteinas- Kjeldahl_Rev00.pdf
- Daniel, R. (2015). *Determinación de fibra curda en alimentos balanceados*. https://www.senasa.gob.pe/intranet/wp-content/uploads/2016/12/MET-UCCIRT-For-103_0-Fibra.pdf
- Fernando, C., Marcelo C., y Francois, C. (mayo, 2016). *Paneles de evaluación sensorial en la identificación y caracterización de alimentos típicos*. Aprendizajes a partir de la construcción de la IG del Salame de Colonia Caroya, Argentina. *Rivar*, 3(8), 24-44. <http://revistarivar.cl/images/html/rivar8/index.html>
- Ferrufino, L. (16 de octubre de 2015). Universidad Zamorano. *Importancia económica del morro y la jícara*: <https://www.zamorano.edu/2015/10/16/importancia-economica-del-morro-la-jicara/amp/>
- Gastronomía Nutrición. (s.f). *Los cuatro ejes del consumo de proteínas ¿Por qué? ¿Cuánto? ¿Quién? ¿Dónde?* https://cursos.gan-bcn.com/cursosonline/admin/publics/upload/contenido/pdf_70061569825392.pdf
- Hernández Corrales, C. V., y Prado Dávila, I. (2013). *Obtención y evaluación fisicoquímica de leche vegetal de semilla de jícara sabanero (Cresienta Alata) (H.B.K)*. [Monografía,

- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Archivo digital.
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6100/1/223334.pdf>
- Hernández, F., y Jaen, S. (2016). *Estudio de vida útil de los panes: polvorones, picos y tostadas de la panadería CDO* [Tesis para optar al título de ingeniero en alimentos].
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6808/1/240039.pdf>
- INNOGRAIN. (2020). *Calidad de harinas I* [revista científica].
<https://innograin.uva.es/2020/09/22/calidad-de-harinas-i/>
- Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (2020). *Análisis Sensorial para control de calidad de los alimentos*. <https://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>
- Karina, P. (2022, 12 de diciembre). *La importancia del control de calidad en las harinas*. Granotec. <https://granotec.com.ar/la-importancia-del-control-de-calidad-en-harinas/#:~:text=El%20contenido%20de%20cenizas%20indica,y%20el%20porcentaje%20de%20extracci%C3%B3n.>
- Lilia, V. (2020). *Manual de prácticas de análisis de alimentos*. <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Manual-Analisis-de-Alimentos-1.pdf>
- Liria, M. (2007). *Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos*. https://www.academia.edu/33145829/Gu%C3%ADa_para_la_Evaluaci%C3%B3n_Sensorial_de_Alimentos
- López, H. (2007). *Elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de lupinus mutabilis* [Tesis de pregrado].
<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/598/Elaboracion%20galletas%20de%20trigo%20fortificadas.pdf;jsessionid=AE7DD0988F11846017570BAE1A6EC2B4?sequence=1>
- López, N.H. (2013). *Obtención y evaluación fisicoquímica de leche vegetal a partir de semilla de jícara sabanero (Crescentia Alata) (H.B.K)* [Monografía, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Archivo digital.
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6100/1/223334.pdf>
- Márquez, B.M. (2014). *Refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones* [Trabajo especial para optar al título de ingeniera en industrias

alimentarias].

<https://www.google.com/gasearch?q=metodo%20de%20determinacion%20de%20ceni za%20en%20harina%20como%20se%20llama&source=sh/x/gsm/2/5>

Medina, J. (2021). *Determinación de humedad en alimentos*.
<https://es.scribd.com/document/520429977/Determinacion-de-humedad>

Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa. (2021). *Cartilla del cultivo del jícaro*.
<https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento3202440.pdf>

Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (2011). *Harina de maíz y sémola de maíz sin germen* [NTON]
<http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/9e314815a08d4a6206257265005d21f9/0d1ed393d10a57a406257a3e005f65da?OpenDocument>.

Ordoñez Flores, R. E. (noviembre de 2020). *Usos de la harina de Jícaro (Crescentia cujete) en la industria: Revisión de Literatura*.
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6912/1/AGI-2020-T034.pdf>

Ordóñez, G., y Oviedo, R. (2010). *Alternativas de aprovechamiento de harinas no tradicionales para la elaboración de pan artesanal* [Tesis para optar al título de ingeniero en alimentos].
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14428/4/Elaboraci%C3%B3n%20de%20Pan%20Artesanal.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2010). *Perfiles Nutricionales por países: Nicaragua*.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/58532288-b03e-476b-a722-023c794b3edb/content>

Páez-Valencia, M., y Acosta-Zuleta, H. (enero, 2016). *Mejorando la seguridad alimentaria- Desarrollo y evaluación fisicoquímica de una compuesta de trigo, garbanzo y brócoli*.
<https://www.researchgate.net/profile/Maria-Paez-Valencia/publication/320583806>

Química de los alimentos. (2014). *Refrigeración y congelación de alimentos: Terminología, definiciones y explicaciones*.

<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e8bd5b97-f205-4b7e-bcd6-b34d7ab4fbe2/content>

Real Academia Española. (2023). *Que es una galleta* [Diccionario de la lengua española]. <https://dle.rae.es/galleta>

Reglamento Técnico Centroamericano (2007). *Harinas. Harina de trigo fortificada* [RTCA] https://www.comex.go.cr/media/3399/222_anexo-de-resolucion-no-201-2007-comieco-xlv.pdf

Ruiz, G. (mayo-agosto,2009). Temas de ciencia y tecnología en León, México. 13(38), 27-32. https://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf

Salmon, O. (2015). *Manual de ensayos mohos y levaduras*.

https://www.sanipes.gob.pe/documentos/15_PRL-PO08-M03Rev.3Mohosylevaduras.pdf

Torrez, M. J. (2011). *Evaluación fisicoquímica y farinográfica de la harina de trigo (Triticum aestivum) obtenida en los pasajes de molienda de la industria "Molino Miraflores"* [Tesis para optar al título de Ingeniería en alimentos, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/834/1/AL460%20Ref.%203353.pdf>

Tórrez, M., Miguel, G., y Obando, K. (5 de febrero de 2016). *Propuesta tecnológica para la extracción de aceite y producción de harina a partir de semilla de jícara sabanero (Crescentia Alata), en el departamento de chontales, en el año 2015:*

<https://1library.co/document/z3g99e7y-propuesta-tecnologica-extraccion-produccion-sabanero-crescentia-departamento-chontales.html>

Universidad Europea. (2022). *Bromatología: ¿qué es y para qué sirve?* <https://www.google.com/url?q=https://universidadeuropea.com/blog/que-es-bromatologia>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de harina de semilla de jícara



Anexo 2. Elaboración de galletas de harina de semilla de jícara con inclusión de harina de trigo



Anexo 3. Formato de Análisis sensorial para producto de galleta



Universidad Nacional Agraria
Dirección de Ciencias Agrícolas

Nombre del evaluador: _____

Sexo: _____

Edad: _____

Profesión: _____

Producto: Galletas con inclusión de harina de semilla de Jícaro

Para empezar esta evaluación por favor enjuague su boca antes y después de degustar cada muestra, hay siete muestras para ser evaluadas las cuales poseen diferentes porcentajes de inclusión de harina de semilla de Jícaro. Pruebe cada una de ellas en su determinada secuencia.

Califique de esta manera la apariencia, olor, color, sabor y textura de acuerdo con la siguiente escala tachando con una x lo que usted considere correspondiente

Muestra 001		Muestra 002		Muestra 003		Muestra 004	
Apariencia							
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta		Me gusta
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho
Olor							
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta		Me gusta
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho

Color							
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta		Me gusta
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho
Sabor							
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta		Me gusta
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho
Textura							
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta		Me gusta
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho

Muestra 005		Muestra 006		Muestra 007	
Apariencia					
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho
Olor					
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta

4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta	
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho	
Color						
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho	
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta	
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta	
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta	
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho	
Sabor						
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho	
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta	
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta	
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta	
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho	
Textura						
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho	
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta	
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta	
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta	
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho	

Universidad Nacional Agraria
Dirección de Ciencias Agrícolas

Nombre del evaluador: _____

Sexo: _____

Edad: _____

Profesión: _____

Producto: Galletas con inclusión de harina de semilla de jícara

Para empezar esta evaluación por favor enjuague su boca antes y después de degustar cada muestra, hay siete muestras para ser evaluadas las cuales poseen diferentes porcentajes de inclusión de harina de semilla de Jícara. Pruebe cada una de ellas en su determinada secuencia.

Califique de esta manera la apariencia, olor, color, sabor y textura de acuerdo con la siguiente escala tachando con una x lo que usted considere correspondiente

Muestra 008		Muestra 009		Muestra 010		Muestra 011	
Apariencia							
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta		Me gusta
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho
Olor							
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta		Me gusta
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho

Color							
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta		Me gusta

3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta	
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta	
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho	
Sabor								
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho	
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta		Me gusta	
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta	
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta	
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho	
Textura								
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho		Me gusta mucho	
2	Me gusta		Me gusta		Me gusta		Me gusta	
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta	
4	Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta		Me disgusta	
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		Me disgusta mucho	

Muestra 012			Muestra 013		
Apariencia					
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		
2	Me gusta		Me gusta		
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		
4	Me disgusta		Me disgusta		
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		
Olor					
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		
2	Me gusta		Me gusta		
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta		
4	Me disgusta		Me disgusta		
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho		
Color					
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho		
2	Me gusta		Me gusta		

3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta	
4	Me disgusta		Me disgusta	
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho	
Sabor				
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho	
2	Me gusta		Me gusta	
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta	
4	Me disgusta		Me disgusta	
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho	
Textura				
1	Me gusta mucho		Me gusta mucho	
2	Me gusta		Me gusta	
3	No me gusta, ni me disgusta		No me gusta, ni me disgusta	
4	Me disgusta		Me disgusta	
5	Me disgusta mucho		Me disgusta mucho	

Anexo 4. Análisis sensorial del producto de galleta



Anexo 5. Análisis microbiológico de la harina de semilla de jícaro



Anexo 6. Análisis fisicoquímico de la harina de semilla de jícara



Universidad Nacional Agraria
Laboratorio de bromatología

Formulario del registro de informe de resultados

LABBRO-F-01-PT-08

Versión 01

Revisión 00

Informe de resultados de análisis bromatológico

Nombre y Apellido:	Gederman Huete Fonseca	Tipo de muestra:	Materia Prima - Harina de Semilla de Jicaro
Procedencia:	FAGRO	Nº de muestras:	2
Dirección:		Fecha de recepción:	10-06-2024
E-mail:		Fecha de entrega:	19-06-2024
Teléfono:		Nº de solicitud:	008-06-24

ID muestra	Materia Seca (%)	Humedad (%)	Cenizas Totales (%)
045-1006-24	98.70	1.30	3.37
046-1006-24	99.52	0.48	3.22

Fibra Diferida

Fibra neutro detergente (%)	Fibra ácido detergente (%)
N/A	N/A

Observaciones:

045-1006-24 ----- Muestra Nº 1 Tostado

046-1006-24 ----- Muestra Nº 2 Deshidratado

*Metodología: %MS&%H(AOAC 934.01), %Ce(AOAC 942.05)

- El laboratorio se hará responsable del manejo de la muestra, una vez que ingrese al mismo.
- Los análisis fueron realizados bajo las condiciones ambientales del laboratorio.
- Este resultado hace referencia únicamente a la muestra recibida.
- Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, excepto cuando se haya obtenido previamente el permiso por escrito del cliente.
- Este informe es confidencial entre el cliente y el laboratorio de bromatología.
- Los resultados reportados son en base seca del alimento.

Lic. Rosario Rodríguez, MSc.
Responsable de laboratorio



Lic. César Quintero Canizales
Técnico de laboratorio

Anexo 7. Análisis de proteína de harina de semilla de jícara



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Laboratorio de Suelos y Agua (UNA-LABSA)



Formato del sistema de gestión
Informe de resultados de análisis químico en Planta
LABSA-FG-7.8-03 Versión 02

Fecha de recepción de muestra: 16/7/2024	Fecha emisión/Informe: 26/7/2024
Fecha de Muestreo: 16/7/2024	Fecha/análisis: 26/07/2024
Entidad: NA	Finca: NA
Contacto: Gederman Augusto Huete Fonseca	Municipio: Managua
Descripción de la muestra : Foliar (Deshidratado)	Departamento: Managua
Código/LABSA: P-2024-0060	Informe No. 12019

Parámetro	Resultados	Unidades	Método
Ceniza	N/A	%	[Gravimétrico]
Nitrogeno	4,95	%	[Digestión Kjeldahl]
Fosforo	N/A	%	[Colorimétrico]
K	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Ca	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Mg	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Na	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Fe	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Cu	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Mn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Zn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
C_org	N/A	g/kg	GLOSOLAN-SOP-02
Humedad (%H ²)	N/A	%	[Gravimétrico]
B	N/A	mg/kg	Azomítina-H
Biomasa (Bm)	N/A	%	[Gravimétrico]

Se da fe únicamente de la muestra analizada
 Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la responsabilidad del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.

Leyenda:

N/D: No detectado
 N/A: No analizado



Ing. MSc. Leonardo García Centeno
 Director de LABSA
NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO

————— FIN DE ESTE INFORME —————

Km 12 y 1/2 Carretera Norte, Central telefónica: 22331501, 22331354, 22331899.
 Ext.: 5252, 5251. Email: labsa@ci.una.edu.ni



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Laboratorio de Suelos y Agua (UNA-LABSA)
Formato del sistema de gestión



Informe de resultados de análisis químico en Planta
LABSA-FG-7.8-03 Versión 02

Fecha de recepción de muestra: 16/7/2024
 Fecha de Muestreo: 16/7/2024
 Entidad: NA
 Contacto: Gederman Augusto Huete Fonseca
 Descripción de la muestra: Foliar (Deshidratado)
 Código/LABSA: P-2024-0060

Fecha emisión/Informe: 26/7/2024
 Fecha/análisis: 26/07/2024
 Finca: NA
 Municipio: Managua
 Departamento: Managua
 Informe No. 12019

Parámetro	Resultados	Unidades	Método
Ceniza	N/A	%	[Gravimétrico]
Nitrogeno	4,95	%	[Digestión Kjeldahl]
Fosforo	N/A	%	[Colorimétrico]
K	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Ca	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Mg	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Na	N/A	%	[Espectrofotometría de AA]
Fe	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Cu	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Mn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
Zn	N/A	mg/kg	[Espectrofotometría de AA]
C _{org}	N/A	g/kg	GLOSOLAN-SOP-02
Humedad (%H ^o)	N/A	%	[Gravimétrico]
B	N/A	mg/kg	Azomtina-H
Biomasa (Bm)	N/A	%	[Gravimétrico]

Se da fe únicamente de la muestra analizada
 Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación y son emitidos bajo la responsabilidad del Laboratorio. El laboratorio tiene disponible la información completa relativa a los ensayos.

Leyenda:

N/D: No detectado
 N/A: No analizado



Ing. MSc. Leonardo García Centeno
 Director de LABSA
 NO VÁLIDO SIN FIRMA NI SELLO

-----FIN DE ESTE INFORME-----

Km 12 y 1/2 Carretera Norte, Central telefónica: 22331501, 22331354, 22331899.
 Ext.: 5252, 5251. Email: labsa@ci.una.edu.ni

Anexo 8. Medias de la variable apariencia, olor, color, sabor y textura

R-cuadrado	Var Coef.	Media de Apariencia
0.377041	22.02423	2.768116
Parámetro	Medias	Probabilidad
Muestras	10.3343903	<.0001
Panelistas	0.3198406	0.7460
R-cuadro	Var Coef.	Media de olor
0.388062	22.25168	2.846377
Parámetro	Medias	Probabilidad
Muestras	139.5924001	<.0001
Panelistas	19.4804712	0.6079
R-cuadro	Var Coef.	Media de color
0.375438	24.81119	2.749275
Parámetro	Medias	Probabilidad
Muestras	158.3147256	<.0001
Panelistas	16.5188901	0.9566
R-cuadro	Var Coef.	Media de textura
0.402981	23.17751	2.771014
Parámetro	Medias	Probabilidad
Muestras	155.6951373	<.0001
Panelistas	18.2077159	0.7660