



"Por un Desarrollo  
Agrario

Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Trabajo de Tesis

Evaluación de harina de amaranto (*Amaranthus spp*)  
variedad INTA soberano en productos de panificación en  
las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria, en el  
periodo de octubre 2021 a junio 2022

#### Autor

Br. Rossmery Belén Alemán Aguilera

#### Asesor

MSc. Claudio Pichardo Hernández

Managua, Nicaragua

Junio, 2022



"Por un Desarrollo  
Agrario

Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

### Trabajo de Tesis

Evaluación de harina de amaranto (*Amaranthus spp*)  
variedad INTA soberano, en productos de panificación en  
las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria, en el  
periodo de octubre 2021 a junio 2022

#### Autor

Br. Rossmery Belén Alemán Aguilera

#### Asesor

MSc. Claudio Pichardo Hernández

Presentado a la consideración del Comité Evaluador  
Examinador como requisito final para optar al grado de  
Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos

**Managua, Nicaragua**  
**Junio, 2022**



## Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

*Ingeniero en Agroindustria de los Alimentos*

---

Miembros del Comité Evaluador

---

Presidente ()

Secretario ()

Vocal ()

## **DEDICATORIA**

### **A Dios:**

Le dedico esta investigación primeramente por permitirme llegar a culminar esta etapa de mi vida guiándome por el buen camino y cuidándome siempre, infinitamente gracias por estar de mi lado guiándome para formarme una profesional.

### **A mi hija:**

Gabriela Alejandra por ser mi fuerza y motivación a diario, por acompañarme durante este proceso y por enseñarme a su corta edad que con perseverancia se puede lograr lo que nos proponamos.

### **A mi madre:**

Rosa Argentina Aguilera, por ser una excelente madre por apoyarme y creer en mí siempre, por todos tus sacrificios que el día de hoy te están dando frutos, por aguantar tanto por nosotros siempre tendré presente tu frase “algún día saldrá el sol para nosotras”

### **A mi Tía**

Dedico esta tesis a una persona que fue un pilar muy importante en mi vida, que es mi amiga mi compañera mi confidente, a la persona en que me inspiro para ser mejor cada día mi ejemplo a seguir Judith Aguilera, gracias por creer en mí y enseñarme a luchar por lo que quiero.

### **A mis abuelos**

Este logro es dedicado a mi abuelo Felipe Aguilera, por corregirme por apoyarme y por llevarme de tu mano siempre, por ser mi papa por todo tu apoyo hoy te quiero dedicar este logro, por salvar mi vida en muchas ocasiones y por todos tus sabios consejos; a María Garache por ser la abuelita que siempre me aconsejo me ayudo me guio y que con sus sabios consejos logro sacar lo mejor de mí siempre gracias familia.

### **A mis hermanos**

Por ser mis amigos por apoyarme siempre, como su hermana mayor espero logren todos sus objetivos y cumplan lo que se propongan.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la sabiduría e inteligencia para cumplir una meta más que tenía planteada en mi vida.

Agradezco a toda mi familia por motivarme a seguir mis estudios para formarme profesionalmente, por no dejarme caer y estar para mí en mis peores y mejores momentos, a mi mamá, a mis tías, a mis tíos, mis abuelos, mis hermanos y demás familiares que a pesar de todas las dificultades nunca me dieron la espalda y confiaron siempre en mí, me demostraron lo que es el amor y el apoyo incondicional de una Familia gracias.

Agradezco a mi mejor amiga **Marcela Herrera** gracias porque cuando pensé que era el fin de mi carrera, me dijiste ve a estudiar, lucha por tus sueños, que yo me quedare cuidando a tu bebe, en mejores manos no pudo quedar, gracias por ser parte de mi vida, motivarme, apoyarme y ser esa amiga incondicional que estuvo durante toda esta trayectoria.

Agradezco a mi asesor de tesis **Msc. Claudio Pichardo**, por apoyarme y compartir sus conocimientos guiarme y dirigirme durante esta trayectoria, gracias por su ayuda, paciencia y vocación profesional

Agradezco a mi novio por estar siempre para mí en las buenas y las malas, por ser mi paño de lágrimas y sentirse orgulloso de mí siempre, gracias por tus consejos, por motivarme a ser mejor cada día, por apoyar y celebrar mis logros.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) en especial a la Ing. Endiana Olivas, por guiarme y brindarme todo su apoyo en el laboratorio de agroalimentos, por asesorarme y compartir todos sus conocimientos conmigo y a la Dr. Fátima Bolaños por apoyarme y permitirme realizar parte de la investigación en el INTA, brindando algunos recursos para la culminación de esta investigación

Agradezco a la Organización NRN por becarme desde la primaria hasta culminar mi carrera, agradezco a esta organización por toda su ayuda económica gracias a usted también pude culminar mis estudios que Dios los bendiga y multiplique toda su ayuda.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>i</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1. Objetivo general .....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>4</b>
3.1 El amaranto .....	4
3.1.1 Origen .....	4
3.1.2 Característica del grano .....	4
3.1.3 Nutrición y Composición química.....	6
3.1.4 Cualidades del amaranto.....	8
3.1.5 Cultivo del amaranto en Nicaragua .....	10
3.2 El Trigo.....	11
3.2.1 Historia .....	11
3.2.2 Generalidades de la Harina.....	12
3.2.3 Harina de trigo .....	13
3.2.4 Gluten .....	13
3.2.5 Composición.....	13
3.3 Harina de Amaranto .....	14
3.4 El pan.....	15
3.4.1 Historia .....	15
3.4.2 Ingredientes.....	16
3.5 Evaluación sensorial de los alimentos.....	16

3.6	Análisis Bromatológicos a los alimentos .....	17
<b>IV.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
4.1	Ubicación del estudio .....	18
4.2	Diseño Metodológico .....	19
4.2.1	Método de la investigación.....	19
4.2.2	Tipo de Investigación .....	19
4.3	Metodología.....	20
4.3.1	Proceso de elaboración de harina de amaranto.....	23
4.3.2	Desarrollo de tres distintas mezclas de harina de amaranto y harina de trigo.....	27
4.3.3	Materia prima, materiales y equipos para elaboración de pan y galleta.....	27
4.3.4	Elaboración de Galleta.....	28
4.3.5	Elaboración de Pan simple.....	29
4.3.6	Análisis sensorial a los productos.....	30
4.3.7	Análisis Bromatológicos.....	32
4.3.8	Recolección de datos .....	32
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
5.1	Análisis sensorial de los productos.....	33
5.2	Análisis de la varianza en la galleta .....	34
5.3	Análisis de la varianza del pan simple .....	35
5.4	Gráficos de resultados .....	37
5.5	Resultados proximales (nutricional) de pan fortificado con amaranto (g/100g).....	39
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
<b>VII.</b>	<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>43</b>
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>46</b>

## ÌNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Composición química de la semilla de amaranto (por 100 g de parte comestible y en base seca).	7
2.	Contenido de proteína del amaranto comparado a los principales cereales (g/100 g pasta comestible)	7
3.	Tratamientos y repeticiones de las fórmulas para la elaboración de pan.	20
4.	Variable a evaluar.	20
5.	Materiales, Equipos y materia prima para elaboración de harina de amaranto.	21
6.	Resultado de variables a evaluar en la elaboración de harina.	24
	Pesaje para calcular el rendimiento de la harina.	25
7.		
	Materia prima, materiales y equipos para elaboración de subproductos de panificación.	28
8.		
9.	Formulación de las galletas con inclusión de harina de amaranto.	28
10.	Formulación de pan con inclusión de harina de amaranto.	29
11.	Valoraciones promedio de los productos (pan y galleta).	33
12.	Valoraciones de media en la galleta.	34
13.	Valoraciones de media del pan simple.	36
14.	Resultados proximales del Pan simple.	39
15.	Comparación de los valores nutricionales.	40



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Elaboración de pan	15
2.	Ubicación geográfica del desarrollo de la investigación (INTA- CNIA) y Universidad Nacional Agraria en Managua- Nicaragua. Fuente: Google Maps [Recuperado 05/10/2021]	18
3.	Diagrama de bloques de proceso	22
4.	Limpieza del grano	23
5.	Tostado del grano	23
6	Galletas con inclusión de harina de amaranto.	27
7	Análisis sensorial de la galleta	31
8	Análisis sensorial del pan	31
9	Diferencias obtenidas de las tres mezclas de la galleta en análisis sensorial.	37
10	Gráfico de las valoraciones obtenidas del análisis sensorial del pan simple.	38

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Recepción y limpieza de la materia prima.	46
2.	Elaboración de harina de amaranto	46
3.	Elaboración de galleta con inclusión de harina de amaranto	47
4.	Elaboración de pan simple con inclusión de harina de Amaranto	48
5.	Formato de Análisis sensorial producto de galleta	49
6.	Formato de Análisis sensorial del producto pan simple	50
7.	Análisis sensorial del producto de la galleta	51
8.	Análisis sensorial del pan simple	52
9	Galletas de las tres fórmulas de inclusión de harina de Amaranto para análisis proximal.	53
10	Cuadro de valoraciones del análisis sensorial de la galleta.	54
11.	Cuadro de las valoraciones sensoriales del pan simple	58
12.	Resultados enviados por el laboratorio de biotecnología UNAN Managua.	62
13.	Separador de medias de Fisher en el “color” del análisis de la varianza de la galleta.	63
14.	Separador de medias de Fisher en el “aroma” del análisis de la varianza de la galleta.	63
15.	Separador de medias de Fisher en el “sabor” del análisis de la varianza de la galleta.	64
16.	Separador de medias de Fisher en el “textura” del análisis de la varianza de la galleta.	64
17.	Separador de medias de Fisher en el “Sabor” del análisis de la varianza del pan simple.	65

18.	Separador de medias de Fisher en el “Textura” del análisis de la varianza del pan simple.	65
19.	Separador de medias de Fisher en el “Color” del análisis de la varianza del pan simple.	66
20.	Separador de medias de Fisher en el “Aroma” del análisis de la varianza del pan simple.	66

---

## RESUMEN

La deficiencia proteico-energética es la forma de desnutrición más generalizada en el país, casi siempre vinculada con condiciones de pobreza y asociada a carencias de nutrientes específicos. Esta deficiencia se manifiesta con un retraso del desarrollo físico e intelectual de los niños, en los adultos en enfermedades cardiovasculares, en la anemia entre otras. A la problemática de desnutrición se suma, que Nicaragua país es rico en materia prima la cual muchas veces no es procesada, solo se exporta para luego ser importada a un precio más alto, es por esto que se debe darle valor agregado a los productos que se cultivan en Nicaragua. Siendo el principal objetivo de esta investigación el desarrollo de productos con la inclusión de la harina de amaranto, ya que el amaranto es un pseudocereal rico en nutrientes y con muchos beneficios para la salud, también es un producto que no es cultivado ni procesado en el país a nivel industrial. En el desarrollo de esta investigación se elaboraron dos productos: pan simple y galleta con tres porcentajes de inclusión al 10%, 20% y 30%, se realizó el análisis proximal enviando las muestras al laboratorio de biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), y se aplicó un análisis sensorial a cincuenta personas, generando una base de datos que fue llevada a un análisis estadístico de análisis de la varianza a través del programa Infostat, logrando comprobar que la fórmula del pan simple que se elaboró con el 30% fue la de mayor aceptación por sus características sensoriales, la misma que presentó mejor contenido nutricional. La fórmula en galleta al 20% fue la que presentó mejores características sensoriales, pero no se logró comprobar su contenido nutricional por falta de presupuesto y se tomaron como referencia los datos del pan simple.

**Palabras clave:** Harina de Amaranto, producto pan y galleta, Seguridad alimentaria, Nicaragua.

## ABSTRACT

Protein-energy deficiency is the most widespread form of malnutrition in the country, almost always linked to conditions of poverty and associated with specific nutrient deficiencies. This deficiency manifests itself with a delay in the physical and intellectual development of children, in adults in cardiovascular diseases, in anemia, among others. Adding to this problem of malnutrition, that our country is rich in raw material which is often not processed, it is only exported and then imported at a higher price, that is why added value must be given to the products that are they grow in Nicaragua. Being the main objective of this research the development of by-products with the inclusion of amaranth flour, since amaranth is a pseudo cereal rich in nutrients such as protein, iron, calcium and with many health benefits, it is also a product that it is not cultivated or processed in the country at an industrial level. In the development of this investigation two products were elaborated: simple bread and biscuit with three percentages of inclusion at 10%, 20% and 30%, the proximal analysis was carried out sending the samples to the UNAN biotechnology laboratory waiting for results and a sensory analysis with the participation of fifty inexperienced, showing a database that was taken to a statistical analysis through the Infostat program by means of an ANDEVA (analysis of variance), managing to verify that the formula of the simple bread that was elaborated with the 30% was the one with the highest acceptance due to its sensory characteristics, the same one that presented the best nutritional content. The 20% biscuit formula was the one that presented the best sensory characteristics, but its nutritional content could not be verified due to lack of budget and the data for plain bread was taken as a reference.

**Key words:** Amaranth flour, bread and cookie product, food security, Nicaragua.

## I. INTRODUCCIÓN

Muchas personas consideran que los cereales más nutritivos son la avena, el arroz, el trigo, la quinua y el maíz. Pocos incluyen en esta lista al amaranto, pues desconocen que este alimento posee un valor nutricional muy alto. (Navarro, 2021, párr. 1)

Cabe destacar que el amaranto es una gran fuente de proteína, cuando se mezcla con otros cereales ya conocidos, generalmente su valor nutricional se incrementa y ayuda a las personas a prevenir enfermedades cardiovasculares, genera anticuerpos, combate la anemia y la osteoporosis. Así mismo, soporta altas temperaturas y su ciclo de crecimiento es bastante rápido. Las especies del amaranto son nativas de México y América Central, el grano es un producto alimenticio muy valioso y que fue un cultivo básico para las primeras civilizaciones de América. (Uviarco, 2020)

La deficiencia proteico-energética es la forma de desnutrición más generalizada, en el país casi siempre vinculada con condiciones de pobreza y asociada a carencias de nutrientes específicos. Esta deficiencia se manifiesta con un retraso del desarrollo físico e intelectual de los niños y niñas. (FAO, 2001)

Entre las principales causas de la situación nutricional se pueden mencionar: la poca duración de la lactancia exclusiva e introducción temprana de alimentos y otros líquidos de baja densidad energética que sacian el hambre, pero no nutren al niño. Al deficiente consumo general de energía (2,190 kcal/persona/día) y proteínas (44 a 51 g/persona/día) de la población rural se suma a éstos la deficiencia en el consumo de productos de origen animal y otras fuentes de hierro y vitamina "A" como las frutas y verduras. (FAO, 2010)

Actualmente en el país no existen investigaciones por el desarrollo de productos a base de amaranto, pero a nivel internacional existen otras investigaciones en las que se elaboraron diversos subproductos de amaranto Pilaxtasi (2013) afirma que, la singular composición nutritiva del grano de amaranto lo hace atractivo para su uso en la mezcla como fuente de alimento para aumentar el valor biológico de los alimentos procesados. Para ello realizó la elaboración de panes con tres fórmulas distintas en las que evaluó el contenido nutricional y sus características organolépticas.

Para el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2014), en conjunto con La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [FAO], comenzó a fortalecer las investigaciones agronómicas en amaranto a fin de orientar su importancia mediante capacitaciones dirigidas a las familias productoras nicaragüenses. Siendo el amaranto un excelente producto por su contenido nutricional, el INTA propone el desarrollo de subproductos a base de amaranto.

El pan es el principal componente de la dieta de la mayoría de la población humana, para los nicaragüenses es parte de la dieta diaria. En la actualidad hay una tendencia a consumir productos de panadería y pastelería elaborados a base de harina blanca de trigo o refinada que tiene un menor valor nutritivo, es por esto que surgió la propuesta de incorporar la harina de amaranto para elaborar un pan que contenga mejores características nutricionales. Por ello, el Centro Nicaragüense de Investigación Agropecuaria (CNIA-INTA) en conjunto con la Universidad Nacional Agraria, a través de la carrera de Ingeniería en agroindustria de los alimentos planteó el desarrollo de la investigación: “Evaluación de harina de amaranto (*Amaranthus spp*) variedad INTA soberano, en productos de panificación en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria, en el periodo de octubre 2021 a junio 2022”.

El objetivo de esta investigación fue darle un valor agregado al grano de amaranto, realizándose el proceso productivo de la harina para ser evaluada a través de los productos panificables, con este fin se elaboraron dos productos: Pan simple y galleta. Ambos se hicieron con tres fórmulas de distintos porcentajes de inclusión, de la harina de amaranto en la harina de trigo, del 10%, 20% y 30%. Cumpliendo con los estándares de calidad que establece la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 03 039 – 10 de panificación. Con los porcentajes de inclusión de la harina de amaranto con la harina de trigo el panel determino la fórmula de mayor aceptación

Esta investigación permitió comprobar la fórmula de mayor aceptación en el pan y la galleta elaborados, así como el producto que presento el mejor contenido nutricional. En cuanto a la galleta elegida por el panel de evaluación sensorial no pudo ser evaluado nutricionalmente por falta de presupuesto, pero se toman como referencia los resultados del análisis del pan.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar harina de amaranto con el fin de mejorar el contenido nutricional en la elaboración de productos de panificación, en las instalaciones UNA y CNIA, en el periodo de octubre 2021 a junio 2022

### **2.2. Objetivos específicos**

- Desarrollar harina de amaranto para la fabricación de productos panificables según lo establecido en procesos tecnológicos.
- Determinar qué porcentaje de inclusión de harina de amaranto en la harina de trigo presenta mejores características en la elaboración de dos productos de panificación (Galleta y pan simple).
- Valorar las características organolépticas, a través de evaluación sensorial de los productos elaborados con tres fórmulas de inclusión de harina de amaranto.
- Determinar la mezcla harina de amaranto-harina de trigo que aporta mayor contenido nutricional a través de análisis bromatológicos.



### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1 El amaranto

##### 3.1.1 Origen

Todas las especies del género *Amaranthus* spp que son utilizadas para la producción de grano son originarias de América. Para Matías *et al.*, (2018) las evidencias arqueológicas encontradas confirman esto, ya que los habitantes de este continente utilizaron las hojas y semillas de este género desde la Prehistoria, mucho antes del proceso de domesticación de estas especies. Las excavaciones realizadas por el arqueólogo MacNeish en 1964, indican que los indígenas ya cultivaban estas plantas durante la fase Coxcatlán (5200 a 3400 a. C.), lo cual quiere decir que la domesticación del amaranto tuvo lugar en la misma época que la del maíz.

*Amaranthus cruentus* L., especie para producción de grano, es originaria de América Central, probablemente de Guatemala y el sureste de México, donde se cultiva y se encuentra ampliamente distribuida. Otra especie para producción de grano es *A. caudatus*, la cual es de día corto y se adapta mejor a las bajas temperaturas que las otras especies; es originaria de los Andes, de donde se extendió a otras zonas templadas y subtropicales. Igualmente, *A. hypochondriacus* se cultivaba desde el tiempo de los aztecas, actualmente se sigue cultivando y se encuentra ampliamente distribuida en México; también se cultiva en los Himalayas, en Nepal, y en el sur de la India, donde se han formado centros secundarios de diversificación. (Sánchez, 2015)

##### 3.1.2 Característica del grano

La semilla de amaranto en grano está considerada por la FAO y la OMS una de las semillas más nutritivas del mundo, por su alto contenido en proteínas, calcio, ácido fólico y vitamina C. (Mejía y Herrera, 2012)

Para Silva, (2007) el tamaño de la semilla varía de 1.1 a 1.4 mm de largo por 1.0 a 1.3 mm de ancho (*A. caudatus*), tamaño que es muy pequeño comparado con el del frijol o trigo. Las semillas contienen una sola capa de testa (exotesta) y una de tegumento formada por células con engrosamientos en forma de estrías; la cutícula constituye la cubierta protectora del embrión. El embrión es de forma circular con las puntas de la raíz tocando el extremo de los cotiledones.

Las células del embrión varían en tamaño y forma y aparecen heterogéneas en el contenido celular.

En la tesis de Silva (2007) afirma que:

Algunas células de pared delgada del parénquima contienen reservas en forma de cuerpos esféricos de naturaleza proteínica, incrustados en una matriz esponjosa que tiene propiedades típicas de lípidos o complejos lípidos. La mayor parte de las proteínas de reserva se encuentran contenidas en cuerpos proteínicos de aproximadamente 1.5 a 2  $\mu\text{m}$  de diámetro en el embrión y de menor tamaño en el endospermo. La semilla de amaranto contiene aproximadamente 11.1% de proteína en promedio y se puede comparar con semillas convencionales como el maíz con 13.8%, arroz con 11.7% y trigo 12.5%. El contenido de grasa es relativamente alto (7.7%), sin embargo, este valor es mucho menor que en algunas leguminosas consumidas como la soya con un valor de 20.1%. Los análisis de composición indican que los contenidos de proteína cruda, grasa, fibra y cenizas del amaranto son generalmente más altos que en los cereales, sin embargo, el contenido de carbohidratos es más bajo. Por sus propiedades alimenticias, muy superiores a las de los demás cereales, el amaranto al igual que la quínoa y el trigo serraceno, es considerado un súper cereal. El contenido de proteínas ronda 15-17% de su peso, sin embargo, su importancia no radica en la cantidad sino en la calidad de la misma, por su excelente balance de aminoácidos.

Por su composición, la proteína del amaranto se asemeja a la de la leche y se acerca mucho a la proteína ideal propuesta por la FAO para la alimentación humana. Según la FAO y la OMS, (2010) el valor proteico ideal de 100%, el amaranto posee el 75% la leche vacuna 72%, la soya 68%, el trigo 60%, y el maíz 44%. Además, la digestibilidad de su grano es del 93%. Cuando se realizan mezclas de harina de amaranto con harina de maíz, la combinación resulta excelente, llegando a índices cercanos al 100%, porque el aminoácido que es deficiente en uno abunda en el otro. A su vez, el grano de amaranto no posee gluten, por lo que es un alimento apto para celíacos.

El alto contenido en ácidos oleicos y linoleico que posee el amaranto, junto con las altas propiedades antioxidantes del escualeno que contiene, convierten a la semilla del amaranto en uno de los alimentos más valorados en la prevención y tratamiento de las enfermedades cardiovasculares. (Paredes *et al*, 1990)

En Nicaragua no existe mucha experiencia en el consumo de este cultivo en el 2010 en Chinandega unos de los departamentos de Nicaragua se realizaron proyectos y estudios acerca de la variedad adaptada de amaranto (*Amaranthus spp*) para incorporar el rubro amaranto como alternativa alimenticia para las personas de la zona la cooperativa CHINATLAN dando a conocer este cultivo y las maneras de su consumo como palomitas, crocantes, cereales y en tortillas. (Zelaya, 2015)

Para el INTA, (2015) Asegura que el consumo del amaranto junto con una dieta equilibrada ayuda a bajar los niveles de colesterol, triglicéridos y colesterol LDL (el denominado “colesterol malo”). El grano de Amaranto es eficaz como tratamiento natural de la hipertensión y posee efecto diurético debido al alto contenido en calcio, fibra y potasio. El amaranto también es apto en alimentación para celíacos, alimentación vegetariana y muy recomendable para consumir combinado con cereales y legumbres.

### **3.1.3 Nutrición y Composición química**

Según en la tesis de Ayala *et al*, (2016) afirma que el amaranto en general es un alimento con un alto valor nutricional debido a su alto contenido de proteínas, carbohidratos, grasa y minerales. Podemos observar en el cuadro 1 y 2 se describe las características químicas y el valor nutricional

Cuadro 1 Composición química de la semilla de amaranto (por 100 g de parte comestible y en base seca).

Característica	Contenido
Proteína (g)	12 – 19
Carbohidratos (g)	71,8
Lípidos (g)	6,1 - 8,1
Fibra (g)	3,5 - 5,0
Cenizas (g)	3,0 - 3,3
Energía (kcal)	391
Calcio (mg)	130 – 164
Fósforo (mg)	530
Potasio (mg)	800
Vitamina C (mg)	1,5

Fuente: (Santamarina 2012)

Cuadro 2 . Contenido de proteína del amaranto comparado a los principales cereales (g/100 g pasta comestible)

Cultivo	Proteína
Amaranto	13,6 - 18,0
Cebada	9,5 - 17,0
Maíz	9,4 - 14,2
Arroz	7,5
Trigo	14,0 - 17,0
Centeno	9,4 - 14,0

### 3.1.4 Cualidades del amaranto

La principal proteína en el amaranto, descubierta y bautizada como amarantina es superior nutricional y funcionalmente a cualquier otra proteína vegetal conocida hasta ahora, ya que presenta un buen equilibrio a nivel de aminoácidos, incluyendo la lisina, esencial en la alimentación humana y que no suele encontrarse (o en poca cantidad) en la mayoría de los cereales.

Los niveles de lisina son superiores a los de todos los cereales, igualmente presenta adecuadas cantidades de triptófano y aminoácidos azufrados, ausentes en otros vegetales.

Para Mera *et al*, (2020) afirma en su estudio que:

La principal proteína en el amaranto, descubierta y bautizada como amarantina es superior nutricional y funcionalmente a cualquier otra proteína vegetal conocida hasta ahora, ya que presenta un buen equilibrio a nivel de aminoácidos, incluyendo la lisina, esencial en la alimentación humana y que no suele encontrarse (o en poca cantidad) en la mayoría de los cereales.

La transformación de los granos permite un mejor aprovechamiento de sus cualidades nutritivas por medio de la presentación de los productos que se puedan derivar de cada una de las variedades disponibles. La formulación de productos alimenticios saludables y la generación de nuevas materias primas, es una tarea prioritaria para la seguridad alimentaria, siendo de gran interés el grupo de los cereales, granos y semillas, como fuente de alimento. (p.57)

El grano contiene de 6 a 10% de grasa, que se encuentran principalmente en el germen, que es rico en ácidos grasos polinsaturados (76%), especialmente en ácido linoleico (18:2) y el ácido linolénico (18:3), el cual se encuentra en pequeña proporción. Estos ácidos grasos para el ser humano son de interés vital porque proveen de energía, bajan el colesterol, inhiben la producción de coágulos de sangre y disminuyen el riesgo de enfermedades cardiovasculares El aceite de amaranto se dice que contiene altas concentraciones de tocotrienoles, formas raras de la vitamina E que inhiben la enzima dominante reguladora de la biosíntesis del colesterol.

Además, se ha encontrado que la grasa de amaranto contiene una mayor cantidad de escualeno, isoprenoides que otras grasas vegetales comunes.

El grano no posee gluten por eso recomendado para los celíacos o aquellas personas que son intolerantes a este elemento, y el cereal hecho papilla es recomendado para pacientes con problemas bucodentomaxilares, geriátricos, desnutridos y pacientes oncológicos. Por su contenido energético también es beneficioso para pacientes con requerimientos calóricos elevados.

Según la FAO y la OMS (2010) Revela que un valor proteico ideal de 100, el amaranto posee 75, la leche vacuna 72, la soya 68, el trigo 60 y el maíz 44. Además la digestibilidad de su grano es del 93%. Las reducidas dimensiones de este gránulo facilitan su digestión, que resulta de 2 a 5 veces más rápida que el maíz. Cuando se realizan mezclas de harina de amaranto con harina de maíz, la combinación resulta excelente, llegando a índices cercanos de 100, porque el aminoácido que es deficiente en uno abunda en el otro. El grano de amaranto no posee gluten lo que lo hace apto para celíacos (personas con propensión a problemas diarreicos).

De igual manera el amaranto contiene minerales entre ellos:

**Hierro** Con un valor de alrededor de 9 mg, el amaranto contiene el doble hasta el triple de la cantidad de hierro que llevan el trigo (unos 4,5 mg) y el arroz (alrededor de 3 mg) (el maíz tiene muy poco, solo alrededor de un por ciento).

**Calcio:** En la semilla de amaranto encontramos unos 200 mg (arroz: unos 25; trigo: entre 40 y 50 mg).

**Magnesio:** El amaranto en 100 g de semillas posee más de 300 mg de magnesio, alrededor del doble de lo que contienen el trigo (alrededor de 140 mg) y el arroz (unos 150 mg).

**Fósforo:** Vemos en el amaranto entre 400 y 500 mg (arroz: alrededor de 120 mg; trigo) (harina blanca: alrededor de 75 mg / harina integral: unos 340 mg).

**Grasa:** En 100 g del amaranto, de sus aproximadamente 8 a 9 g (arroz y trigo: de 0,5 a 2 g), alrededor del 70% de la grasa son ácidos grasos insaturados, en una combinación muy apropiada para la alimentación humana (arroz blanco y trigo: solo entre 2 y 10%)

## *Vitaminas*

**B1:** amaranto: alrededor de 0,8 mg (arroz: 0,4 mg; trigo: 0,4 a 0,5 mg).

**B9/B11:** Encontramos en el amaranto como 50 µg por 100 g (arroz: menos de 20 µg; trigo harina blanca: alrededor de 6 µg / harina integral: unos 30 µg).

**Fibra:** el amaranto nos brinda unos 14 hasta 15 g (arroz: 1 a 4 g; trigo: entre 4 y 12 g, otra vez en dependencia del tipo de la molienda).

**Carbohidratos:** Los carbohidratos del amaranto por su estructura tan fina, son muy fáciles de digerir, por lo que estos proveedores principales de energía para el cuerpo humano, al consumir éste productos de amaranto, rápido se ponen a nuestra disposición. (Recalde, 2013)

### **3.1.5 Cultivo del amaranto en Nicaragua**

Para María José Corea, directora general del INTA, (2015) al respecto manifestó que el INTA está introduciendo semillas, validándolas, en todo este tipo de zonas y buscando como promover a los nicaragüenses, asimismo manifestó que nosotros tenemos esta tecnología incorporada y validada, como sistema de producción, consumo y comercio, y específicamente con el MEFCCA, para que ellos promuevan la parte del alimento y los derivados. Y como verán es un cultivo que tiene mucha proteína, calcio y hierro.

Eduvina Danelia Hernández, de la comunidad la Tejana, Chinandega, Productora de Amaranto en Nicaragua, integrante de la Cooperativa CHINATLAN, cuenta que en Nicaragua se produce en parcelas grandes y en parcelas pequeñas lo que es el Amaranto desde el año 2007. Y ha sido muy bueno, porque esta plantita podemos consumir la hoja, la podemos comer como la espinaca, en ensalada o también se la picamos al arroz. Eduvina manifiesta también que sus hijas tienen una panadería y ya han promovido lo que es la galleta de amaranto, las tortas y el pan de amaranto.

## 3.2 El Trigo

### 3.2.1 Historia

El trigo es una planta anual de crecimiento de invierno primaveral que, debido a su gran diversidad genética, puede crecer y reproducirse en ambientes diversos. De gran importancia es que en la actualidad ocupa el primer lugar entre los cuatro cereales de mayor producción mundial: trigo, arroz, maíz y cebada. La necesidad de producir trigo constituye una estrategia extraordinaria para la autosuficiencia económica de todos los países del universo. (Choque, 2018)

Así lo afirma Cáceres *et al*, (2019) que el cultivo de trigo ocupa una superficie total a cosechar mundialmente de 226 945 000 ha y una producción total de 586 036 000 t. año-1. Tal afirmación permite expresar que el trigo constituye la base estratégica para la autosuficiencia económica de todos los países del universo. El trigo constituye la base de las industrias panadera y formadora de piensos, es un alimento energético y aporta vitaminas a los organismos humano y animal. También puede ser utilizado como modelo experimental para el estudio de la relación planta-ambiente. El trigo ha acompañado al hombre aproximadamente 90 siglos, lo que hace que se considere uno de los cultivos más viejos que el hombre ha sembrado como fuente de alimentación.

La propiedad más importante del trigo es la capacidad de cocción de la harina debida a la elasticidad del gluten que contiene. Esta característica permite la panificación, constituyendo un alimento básico para el hombre.

En Nicaragua el cultivo de trigo es poco conocido entre las pocas experiencias que se tiene de su establecimiento en el país se reporta aproximadamente hace casi 34 años, con el apoyo de la empresa gemina que realizó siembras de trigo cerca de la comunidad de teotecacinte, en el valle de Jalapa, de lo cual logró recolectar alrededor de 39 quintales de semilla de trigo por manzana. Ese experimento comenzó en 1978, cuando se pidió semilla de trigo de la variedad Pénjamo al Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del trigo (Cimmyt), de México, con lo cual logró realizar una siembra comercial en 35 manzanas. El trigo recolectado fue llevado por Gemina a sus plantales en Chinandega y se sacó una harina intermedia de alta calidad, pero el experimento se canceló. (Sánchez, 2009)



La pérdida de la diversidad biológica de muchos cultivos agrícolas se debe a la dependencia de paquetes tecnológicos de semillas mejoradas ofertadas por las transnacionales que dominan la agroindustria. Semillas que no tienen el potencial de garantizar la seguridad y soberanía alimentaria de los campesinos ya que dependen de una serie de insumos sin los cuales no funcionan y son altamente vulnerables al cambio climático.

### **3.2.2 Generalidades de la Harina**

La harina (término proveniente del latín farina, que a su vez proviene de Far y de farris, nombre antiguo del farro) es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón. El amaranto es un alimento muy importante y se consume principalmente como cereal reventado, del cual se elaboran: alegrías, crocantes, cereales, granolas, tamales, atoles, pinole, mazapán y otros deliciosos productos elaborados con su harina como tortillas, galletas, panqués, horchata y bebidas achocolatadas. También produce aceites y colorantes que se utilizan en la cosmetología o industria química o farmacéutica. (Zelaya, 2015)

Se puede obtener harina de distintos cereales. La operación unitaria es la base de la industria química y la base de transformaciones de materia donde se incorporan materiales, insumos, entre otros. Aunque la más habitual es harina de trigo (cereal proveniente de Europa, elemento imprescindible para la elaboración del pan). El denominador común de las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo.

El gluten formado posee plasticidad y elasticidad lo que permite darle una forma determinada a la pasta y, al mismo tiempo, posibilita que la levadura actúe sobre la misma haciendo que esta se infle, al absorber vapor de agua y aire. los equipos necesarios para el procesamiento de alguna materia prima. Según Carpio, (2009) existen cuatro métodos para la obtención de harina de amaranto donde las operaciones unitarias son aplicadas: a) Reventado del grano (popeado, tostado, expansión).

### **3.2.3 Harina de trigo**

Es el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (*Triticum vulgare* y *Triticum durum*) hasta un grado de extracción determinado, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado).

Para Pavón, (2020) la harina de trigo es la única que puede formar una masa fuerte, cohesiva y capaz de retener gas debido a que tiene mayor contenido de proteínas de reserva (gliadina y glutenina) que forman el gluten. Esta harina es industrializable debido a que aporta un alto contenido proteico mediante la sustitución de la harina de trigo o maíz ya sea en la elaboración de panes, tortas, galletas, tortillas o mezclas de las mismas. La harina para elaborar pan debe contener trigo con un elevado nivel de proteínas que permitan la formación de una red de gluten firme para obtener una masa resistente y tenaz, con buenas características de extensibilidad y estabilidad, y una actividad enzimática que promueva la fermentación

### **3.2.4 Gluten**

El gluten es el nombre general que se le da a una proteína, se encuentra presente en diversos tipos de cereales, desde aquellos más comunes como el trigo, la cebada, la avena y el centeno hasta la escanda, el triticale, la malta, la espelta, el farro y el kamut. Entre sus funciones está la de actuar como elemento aglutinante en las masas de pastelería y panadería, contribuyendo a la unión del resto de ingredientes y de las moléculas de agua que contienen, y logrando una consistencia firme. El Gluten Significa glucoproteína ergástica amorfa que se encuentra en la semilla de cereales combinada con almidón (Mejía y Herrera, 2012)

### **3.2.5 Composición**

El amaranto en general es un alimento con un alto valor nutricional dado que contiene proteínas, carbohidratos, grasa y minerales, estas proteínas se compone de glutenina y de gliadina, y representa el 80 por ciento de las proteínas del trigo.

Para Cárdenas, (2012) Significa:

La calidad nutricional de un alimento depende de la concentración y calidad de los nutrientes presentes. En los cereales, la concentración de nutrientes es influenciada por la variedad del cereal, la región en la cual se cultiva, las prácticas agronómicas que se le aplican y el tipo de procesamiento empleado para su transformación en harina. (p.12)

Por tanto, la gliadina es la proteína que presenta un mayor problema respecto a la intolerancia al gluten en general y la enfermedad celiaca en particular. Los anticuerpos del sistema inmunológico de las personas con estas afecciones reaccionan contra la gliadina, y dan lugar a los síntomas característicos que provoca la ingesta de gluten en personas que padecen estas enfermedades.

### **3.3 Harina de Amaranto**

En otros países como México realizan varios derivados del amaranto una de las formas mayormente utilizada de los granos de amaranto es en la forma de harina, como los cereales. Como harina compuesta, el amaranto se utiliza en la manufactura de pan con levadura y de otros productos de harina horneada. Uno de los factores que afectan la calidad de la harina y el producto horneado de harina es el contenido de almidón dañado. La dureza del grano, el nivel de acondicionamiento, el tipo de molino y la severidad de la molienda son algunos de los factores que afectan el nivel de almidón dañado en granos molidos. (Escobar, 2009)

Obtención de la harina de amaranto.

El autor Morales Vizuite realizo un estudio sobre “obtención de harinas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) crudo y lavado y su utilización en la elaboración de pan”. En la universidad Tecnológica Equinoccial de Ecuador, se siguió una metodología para la obtención de harina y proceder a la elaboración de pan en la cual destaca que: Se aplicaron dos diseños completamente al azar independientes, debido a que se realizaron diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de amaranto crudo y por harina de amaranto lavado, se evaluaron los efectos de estas sustituciones en las propiedades, tanto de las mezclas de harinas, como de los panes con ellas elaborados. (Vizuite, 2015)

En el cual destacaron a través de su análisis los resultados fueron que: La corteza de los panes obtenidos se oscureció a medida que aumentó el porcentaje de sustitución de la harina trigo por harina de amaranto, disminuyeron los valores de volumen específico al aumentar el porcentaje de sustitución debido a que disminuyó el contenido de gluten que es el responsable de mantener el gas en el interior de la masa y darle volumen al pan, y el pan que mejor aceptabilidad fue el del 5%

### **3.4 El pan**

#### **3.4.1 Historia**

Para conocer bien el amaranto en la forma de pan, debemos leer “la historia del pan” el que comienza durante la prehistoria, al final de la era del Paleolítico Superior, 10.000 aC J-C. La cuna del pan está en Medio Oriente, donde el trigo blando ya se encuentra en la región de Jericó. A -8,000 aparecen



Figura 1. Elaboración de pan. de Fuente de imagen: (Ufe, 2018)

Para el historiador Ufe, (2018), la gran historia del pan está estrechamente vinculada a la evolución de las herramientas y al advenimiento de las civilizaciones mediterráneas. Los cereales que se utilizan son cebada, centeno o espelta. Cuando, los egipcios, griegos aplicaron las técnicas de moler, se asustaron al ver los resultados de harina que aparecía más fina.

Para los griegos comparten su gusto y conocimiento del pan con los romanos, que inicialmente consideraron la fermentación fortuita de la masa como una catástrofe. No fue hasta el siglo II a. J-C. Para ver aparecer los primeros profesionales del pan, desde entonces, las evoluciones se suceden: en -60, los romanos inventan los molinos de agua; en -14 se crea una universidad de molineros en Roma.

Tras la ocupación de las legiones romanas de Julio César, el arte de hacer pan se importa a la Galia, unos 50 años antes de nuestra era y del nacimiento de Jesús en Belén (que significa «ciudad de pan» en hebreo), este alimento adquiere una dimensión sagrada, ya que simboliza el cuerpo de Cristo.

Ufe, (2018) plantea que el pan dejó de ser, un el elemento básico del régimen del conjunto de la población. Sin embargo, es uno de los productos que permite un mejor equilibrio en la alimentación, de esta forma fortalece la talla de cada individuo. Podemos afirmar que, en la edad media, se empiezan a elaborarse distintos tipos de pan ante la escasez de trigo, y como consecuencia de ello comienza su comercio; el pan blanco era un privilegio de los ricos y el pan negro de cebada, centeno o avena era para el resto de la población. Se hacía a mano, en forma artesanal, en los propios hogares o en hornos públicos. La ampliación progresiva del sistema alimentario introdujo cambios en los hábitos dietéticos.

### **3.4.2 Ingredientes**

Harina de trigo: blanca, semi-integral o integral

Agua potable

Levadura activa, fresca o seca

Sal comestible

Azúcar en cantidad suficiente para ayudar al desarrollo de la levadura

Grasa comestible (animal o vegetal)

Aditivos autorizados.

### **3.5 Evaluación sensorial de los alimentos**

Se dice que detrás de cada alimento que nos llevamos a la boca existen múltiples procedimientos para hacerlos apetecibles y de buena calidad para el consumo. Cada aspecto es analizado de forma sensorial, consiste en evaluar las propiedades organolépticas de cada producto, es decir, todo lo que se puede percibir por los sentidos y determinar su aceptación por el consumidor haciendo uso de las técnicas de entrevistas también llevando formatos de aceptación.

La "Evaluación Sensorial" es una disciplina científica mediante el cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los sentidos humanos. La Evaluación Sensorial pueden clasificarse en materias primas o productos terminados, de esta forma conocer que opina los consumidores finales sobre un alimento, podemos conocer su

aceptación al producto o rechazo a la misma. Existen diversas aplicaciones de la ciencia, para conocer el desempeño del ciclo de vida de un producto, de ahí que no se concibe el análisis de un alimento, si no va aparejado de la evaluación de sus propiedades organolépticas mediante pruebas sensoriales, destacándose la importancia de dicha disciplina no solo en la actualidad sino también en el futuro. (Manfug, 2007)

Se habla de tres grandes tipos de análisis sensoriales los cuales son descriptivo, discriminador y del consumidor el que se utilizará en esta investigación pertenece al grupo de descriptivas y el método que se utilizara es el método Analítico hedónico en la cual la técnica será Dúo-Trio.

### **3.6 Análisis Bromatológicos a los alimentos**

La bromatología es una ciencia la cual estudia el comportamiento nutricional de los alimentos en el presente trabajo lo que se evaluara es el los productos obtenidos de la mezcla de harina de trigo con harina de amaranto.

La bromatología investiga la composición química, las calorías, los nutrientes, las propiedades físicas y la toxicología de los alimentos, entre otras propiedades. Los conocimientos generados por esta área del saber resultan muy importantes a la hora de producir, conservar, manipular y distribuir las sustancias alimenticias, sobre todo para reducir los riesgos de efectos negativos que pueden provocar en la salud de quienes las consumen. (Pérez, 2007)

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación del estudio

La Investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria ubicada en km 12 carretera norte Managua Nicaragua, en coordinación con INTA, CNIA ubicado en el Km 14 ½ carretera norte, 2 km al sur. En el periodo de octubre 2021 a abril 2022

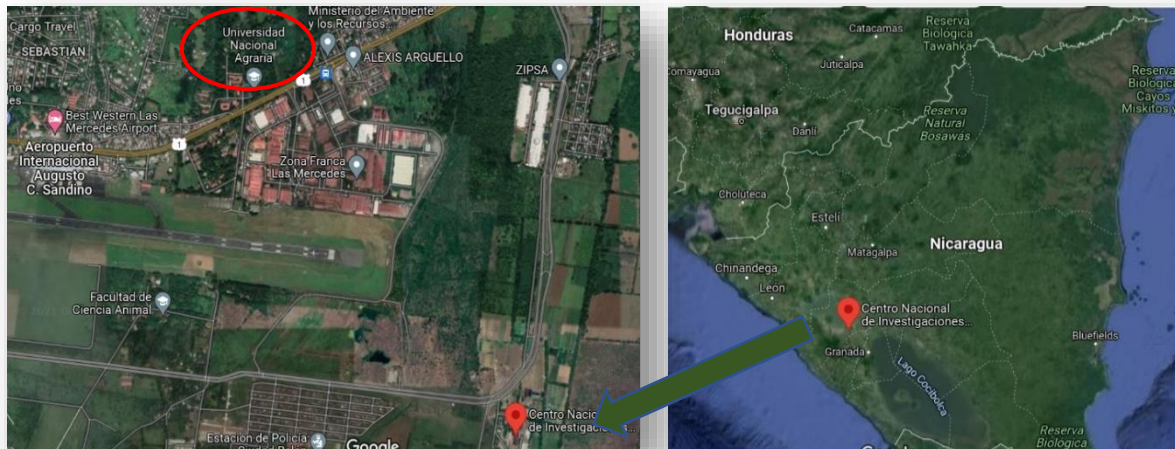


Figura 2. Ubicación geográfica del desarrollo de la investigación (INTA- CNIA) y Universidad Nacional Agraria en Managua- Nicaragua. Fuente: Google Maps [Recuperado 05/10/2021]

La presente investigación se realizó en las dos ubicaciones antes mencionadas, realizándose en conjunto las actividades para cumplir los objetivos, el diseño experimental se realizó en el laboratorio de agroalimentos en el INTA CNIA, llevándose a cabo el procesamiento de la harina de amaranto para posterior realizar las formulaciones que se utilizaron en la elaboración de panes y galletas.

En la universidad Nacional Agraria se realizó el análisis sensorial de los dos productos en estudio, se llevó a cabo en la Facultad de Agronomía con estudiantes y docentes, en donde las variables a evaluar fueron textura, sabor, color y aroma.

## **4.2 Diseño Metodológico**

### **4.2.1 Método de la investigación**

El método de la investigación es mixta y transversal, puesto que se analizarán datos cualitativos como las evaluaciones sensoriales del pan y las galletas entre otras características fundamentales de la harina de amaranto como la textura, el color y el olor. Y datos cuantitativos como la recolección y análisis de los datos estadísticos, estas fases se realizaron prácticamente de manera simultánea. Según Liu (2008) y Tucker (2004) el diseño transversal recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Citado por (Sampieri 2014, p.154)

### **4.2.2 Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es experimental en el cual la variable independiente que se ha medido es la elaboración de productos de panificación con inclusión de harina de amaranto en la fórmula con la harina de trigo, contando con los parámetros requeridos por la NTON 03 039-10 de panificación, donde se toman en cuenta las variables dependientes como las características del grano de amaranto, proporciones de harina de amaranto con harina de trigo y aceptación de los productos desarrollados. Con el fin de lograr obtener productos de calidad y que brinden un aporte significativo de nutrientes al mezclar dos tipos de harina como la de trigo y la de amaranto.

El tipo de diseño aplicado fue tres mezclas de harina de trigo y harina de amaranto en la relación 90/10, 80/20 y 70/30 tanto para las galletas como para, pan simple. Elaborando los productos galletas y pan simple usando las distintas proporciones de amaranto se procedió a evaluarlo posteriormente haciendo uso tanto de análisis físico químico como por un panel de evaluadores inexpertos.



Cuadro 3 Tratamientos y repeticiones de las fórmulas para la elaboración de pan

<b>Tratamientos</b>	A (Pan simple)	B (galleta)
Mezcla 1		
10% amaranto, 90% trigo	10/90	10/90
Mezcla 2		
20% amaranto, 80% trigo	20/80	20/80
Mezcla 3		
30% amaranto, 70% trigo	30/70	30/70

Cuadro 4. Variable a evaluar

<b>Variables independientes</b>	<b>Dependiente</b>
El desarrollo de panes con las características productivas de la harina de amaranto en subproductos de panificación lo cual mejoren sus características sensoriales y nutricionales.	Características del grano de amaranto
	Proporciones de harina de amaranto con harina de trigo.
	Aceptación de los productos desarrollados

### 4.3 Metodología

Para llevar a cabo la metodología planteada en el laboratorio de agroalimentos del INTA-CENIA, se realizó el proceso de elaboración de harina de amaranto, en esta fase se utilizaron los siguientes materiales equipos e insumos.

Cuadro 5. Materiales, Equipos y materia prima para elaboración de harina de amaranto

<b>Materia prima</b>	<b>Materiales y equipos</b>
Granos de amaranto	Pans de acero inoxidable Balanza digital marca OHAUS EXPLORER Chucharas de acero inoxidable Ollas de aluminio anodizado Cocina industrial de dos quemadores Molino eléctrico para harina marca WARING Tamiz marca testing-sieve de 1 Diámetro de 0.588 mm Bolsas para empaque ziploc Termómetro infrarrojo GM380

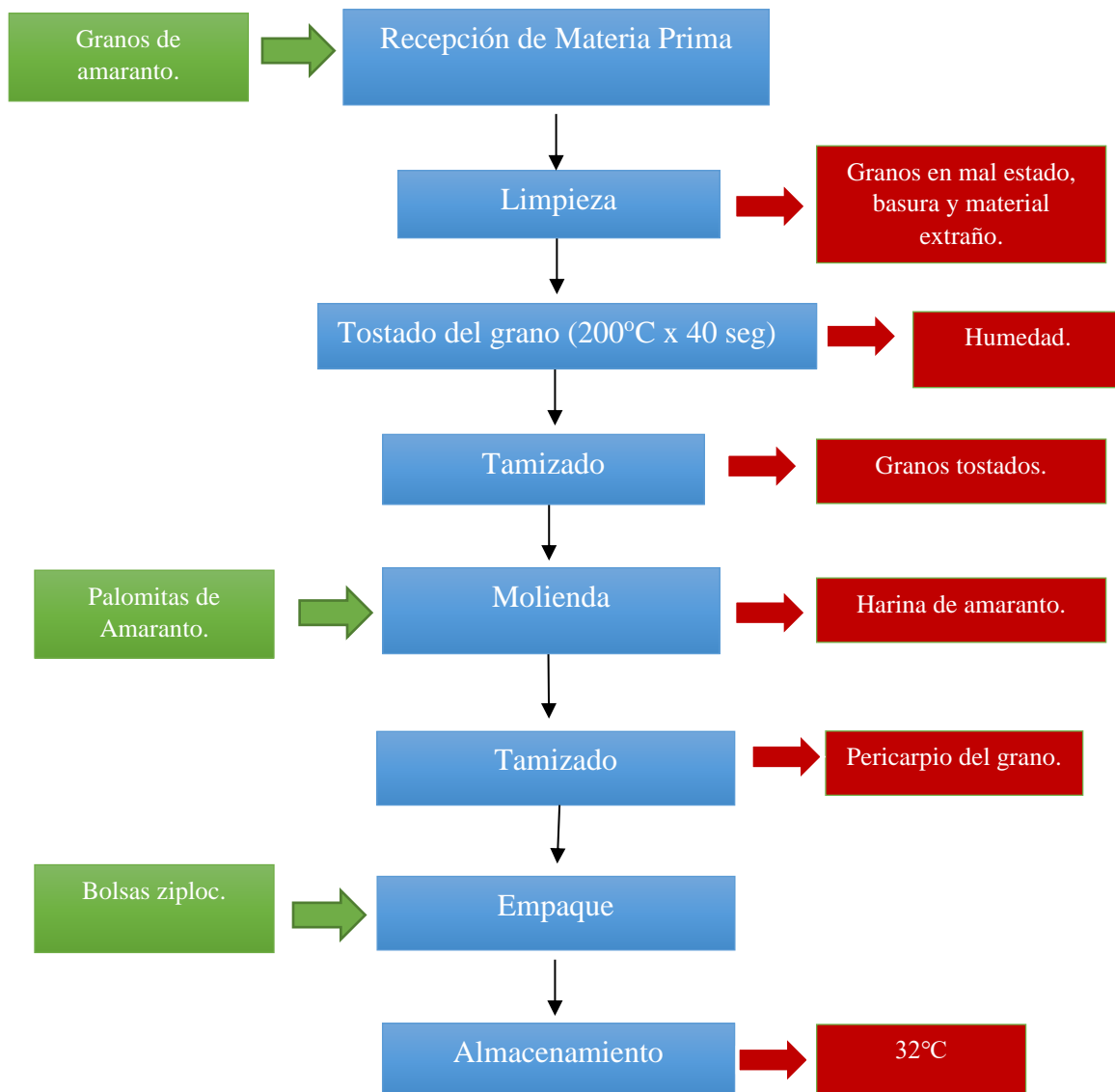


Figura 3. Diagrama de bloques de proceso.

### 4.3.1 Proceso de elaboración de harina de amaranto

El proceso de elaboración de la harina fue llevado de acuerdo a los procesos tecnológicos como: la recepción y selección del grano hasta el proceso final de empaque y almacenamiento. Se ha tomado en cuenta los estudios de parámetros puntuales en la harina, y se utilizó la Normativa Obligatoria Nicaragüense harina de maíz y sémola de maíz sin germen NTON 03 096-11. En las siguientes operaciones unitarias.

**Limpieza:** Para realizar la limpieza del grano, primero se pesaron 2.5 kg, luego fueron tamizados en la primera pasada se utilizó el tamiz con un diámetro de 0.58 mm, en la segunda se utilizó el tamiz de un mm de diámetro que se muestra en la figura 4 obteniendo un peso final del grano limpio de 1,875.7 g y un peso de 614.5 g de desecho (granos en mal estado y materiales extraños).



Figura 4. Limpieza del grano

**Estallado del grano:** el estallado fue una fase clave en la elaboración de la harina ya que determino en gran parte del rendimiento final.



Figura 5. Tostado del amaranto

Para la operación de estallado del grano se hicieron dos pruebas de temperatura, midiendo el fondo de la hoyo con un termómetro infrarrojo hasta alcanzar altas temperaturas, la primera fue de 150 °C y se observó que parte del grano no reventó y se tostó por lo que se incrementó la temperatura, luego de las dos pruebas se logró observar que entre menor cantidad y mayor temperatura el grano lograba reventar hasta

en un 65% por lo que se decidió hacer la operación del estallado con 10g del grano de amaranto a una temperatura de 200°C con un tiempo de 40 seg promedio.

Esta operación fue elaborada artesanalmente por medio de una cocina industrial donde se colocó una olla de aluminio anodizado, y la temperatura fue medida y controlada con un termómetro infrarrojo marca GM380 donde se evaluaron las variables que se reflejan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Resultado de variables a evaluar en la elaboración de harina.

Variables que se evaluaron	Cantidad
Peso inicial	2 kg
Humedad	12,4%
Temperatura de tostado	200°C
Proporciones de tostado	10g
Tiempo promedio	40 segundos

Los granos fueron agregados a la olla en proporciones de 10g a la temperatura antes mencionada, con el objetivo que estallaran y se convirtieran en palomitas, lo cual cada proporción tuvo una duración de 40 seg. En esta operación se evaluó: tiempo, temperatura y granos no estallados.

**Tamizado:** la realización de esta operación es con el fin de separar los granos reventado y no reventados haciendo uso de un tamiz de 0,5mm.

**Molienda:** Se agregaron las palomitas de amaranto al molino eléctrico marca waring, con la característica de cuchilla, para transformar las palomitas en harina.

**Tamizado:** En esta operación se utilizó el tamiz de 0,5mm para separar las partículas que no fueron desintegradas como los pericarpios del grano.

**Almacenado:** al finalizar la elaboración de harina es empacado en bolsa ziploc de una lb, donde fue almacenada a temperatura de 32 °C para su posterior proceso.

A continuación, en el cuadro 7, se muestran los pesos y sus salidas para realizar el cálculo del rendimiento de la harina de amaranto.

Cuadro 7. Pesaje para calcular el rendimiento de la harina

Pesaje de las etapas del proceso	Cantidad	Salida
Peso bruto	2,000g	—
Peso del tostado	1764,2g	Salida humedad
Peso de los granos estallados	1067,1g	Salida granos no estallados.
Peso de los granos que no estallaron	697,1g	Salida harina para cereal de granos no estallados.
Peso de pérdida en el tamizado de la harina	26,9g	Salida pericarpio del grano y partículas grandes.
Peso de la harina	1040,2g	—

A continuación, se detallan los resultados del rendimiento por etapas del proceso de elaboración de la harina en la cual se utilizó como referencia la siguiente fórmula de (Gastronomía Rentable). Donde el peso útil se útil representa el peso del producto final.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso útil}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Rendimiento del estallado del grano

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{pesoF}}{\text{PesoI}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1764,2\text{g}}{2000\text{g}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 88,2\%$$

Rendimiento de la merma

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{peso merma granos no estallados}}{\text{Peso tostado}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{697,1\text{g}}{1764,2\text{g}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 39,51\%$$

Porcentaje de perdida en la operación de molienda

$$\% \text{ de perdida} = \frac{\text{peso de merma molienda}}{\text{Peso granos estallados}} \times 100$$

$$\% \text{ de perdida} = \frac{26,9}{1067,1} \times 100$$

$$\% \text{ de perdida} = 2,5\%$$

Rendimiento final de la harina de amaranto

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{peso de granos estallados}}{\text{Peso bruto}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1040,2\text{g}}{2000\text{g}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 52,1\%$$

- El 88,2% indica el rendimiento de la operación del tostado, donde la salida es de 11,8% de humedad.
- El 39,51% indica el porcentaje de pérdida entre el grano reventado (palomitas) y el grano que no reventó por lo consiguiente el porcentaje de granos reventados en el proceso de tostado fue del 60,49%. donde la salida es el peso de los granos no estallados 697,1g.
- El 2,5% indica el porcentaje de pérdida en la operación de la molienda en donde la salida fue pericarpio del grano y partículas grandes.
- El 52,1% indica el porcentaje total de rendimiento de la harina de amaranto.

#### 4.3.2 Desarrollo de tres distintas mezclas de harina de amaranto y harina de trigo.

En esta etapa se realizaron dos repeticiones, la primera formulación que se realizó, el producto tenía mucho déficit en la textura color y sabor por lo que se determinó que había un pequeño error en la fórmula, y se procedió a reformular, realizándose la segunda repetición y mejorando los déficits encontrados, logrando así obtener la fórmula que cumpliera con las características deseadas según la Normativa Técnica Nicaragüense de panificación NTON 03 039-10 en el acápite 8.2 especificaciones físico-químicas; y se procedió a realizar los ensayos de los productos que se someterían a análisis.

En el primer ensayo por cada formulación se elaboraron 1,300g de galletas con un total de 62 unidades de un peso de 21g cada galleta, por formula; del mismo método se elaboraron 2,000g de pan simple, para realizar análisis proximal.

En el siguiente ensayo se procesó 200g de galletas por cada formula y 200 g de pan simple por cada formula, para realizarse el análisis sensorial.

#### 4.3.3 Materia prima, materiales y equipos para elaboración de pan y galleta.



Figura 6. Galletas con inclusión de harina de amaranto.



Cuadro 8. Materia prima, materiales y equipos para elaboración de subproductos de panificación.

<b>Materia prima</b>	<b>Materiales y equipos</b>
Harina de amaranto	Bol de acero inoxidable.
Harina de trigo	Bandeja para hornear.
Agua	Moldes de galleta.
Azúcar	Guantes para horno.
Polvo para hornear	Horno Adcraft COH-2670W de convección
Levadura	eléctrico de tamaño medio, acero
Sal	inoxidable, portátil, 220v.
Mantequilla	Rodillo de madera.
	Mesa de acero inoxidable

Para esta investigación se realizaron tres tipos de formulaciones, como se observa en el cuadro 3 de la pág. 20, para ser aplicada en dos productos de panificación, como lo es el pan simple y la galleta, en el cuadro se observa los tratamientos que serán aplicado a la harina para dicho objetivo.

De acuerdo a lo planteado en el cuadro 3, se estipulo que se requerirá proporciones de 10%,20% y 30% de inclusión de la harina de amaranto a la que será reformulada con la harina de trigo para la elaboración de los productos agroindustriales (pan simple y galletas).

#### 4.3.4 Elaboración de Galleta

Cuadro 9. Formulación de las galletas con inclusión de harina de amaranto

Ingredientes	10%	20%	30%
Harina de trigo	39,3	34,96	30,59
Mantequilla	30,7	30,67	30,67
Azúcar	24,5	24,54	24,54
Harina de Amaranto	4,4	8,74	13,11
Polvo para hornear	1,1	1,09	1,09
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Para realizar el proceso de elaboración de las galletas se utilizó la fórmula antes mencionada, donde se llevó a cabo lo siguiente:

- Se procedió al pesaje de los ingredientes, luego fueron añadidos en una batidora industrial en la cual se mezcló obteniendo así una masa homogénea.
- Posteriormente se colocó la masa en un bol de acero inoxidable dejándose reposar por cinco minutos, posterior se utilizó una tabla de amasar para colocar la masa y con un rodillo extenderla para luego ser cortada con los moldes de galletas.
- Una vez teniendo cortada la masa se ubicó en una bandeja con papel encerado y se introdujo al horno a Adcraft COH-2670W Horno de convección eléctrico de tamaño medio, acero inoxidable, portátil, 220v. A una temperatura de 148.8°C durante el periodo de 15 minutos.
- Pasado este tiempo el producto se sacó del horno y se dejó en enfriar hasta llegar a temperatura ambiente para su empaqueo en bolsas de ziploc para evitar la formación de vapor de agua y posible deterioro en el producto.

#### 4.3.5 Elaboración de Pan simple

En la preparación del pan simple se tomó en cuenta el formulario propuesto (Cuadro 3) de la página 20. y se utilizó la metodología de (Pandecarmen 2015). Elaboración de pan casero; el primer paso fue formular el producto incluyendo la harina de amaranto en las tres distintas mezclas como se logra apreciar en el cuadro 10.

Cuadro 10. Formulación de pan con inclusión de harina de amaranto

Ingredientes	10%	20%	30%
Harina de trigo	49,7	44,1	38,65
Harina de Amaranto	5,55	11,15	16,6
Levadura	1,65	1,65	1,65
Sal	1,1	1,1	1,1
Azúcar	1,1	1,1	1,1
Agua	36	36	36
Mantequilla	4,9	4,9	4,9
Total	100%	100%	100%

Durante el procedimiento los pasos a seguir fueron:

Se peso los ingredientes antes mencionados en la formula, luego se añadieron todos los ingredientes secos en la batidora. La mantequilla y el agua fue añadiendo de forma proporcional calculando la textura necesaria para la masa.

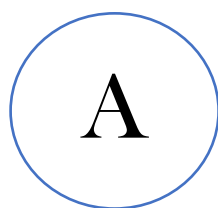
Cuando la masa no se adhiera en la batidora ni en el bol significa que estaba lista por lo que se sacó y se colocó en una tabla blanca industriales donde se dejó reposar la masa durante 15 minutos a temperatura ambiente para que la levadura haga efecto en la masa, Transcurrido el tiempo de reposo se esparció harina en la superficie de trabajo y se volcó la masa sobre ella.

Creando varias formas con la masa que se ubicaron sobre una bandeja de horno cubierta con papel encerado, en el siguiente procedimiento se llevó la masa al horno a 148.8°C con calor arriba y abajo, durante 45 minutos.

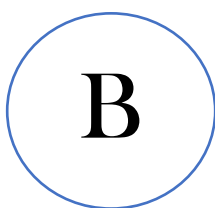
#### **4.3.6 Análisis sensorial a los productos**

Una vez obtenidos los productos de panificación se procedió a realizar el análisis sensorial, donde se evaluó las propiedades organolépticas de las mezclas utilizadas en la elaboración de productos panificables, evaluando los parámetros de la apariencia, aroma, textura, sabor y color, donde el objetivo es determinar su aceptación por el consumidor haciendo uso de una escala hedónica del uno al cinco, donde uno significaba me disgusta mucho y cinco significaba me gusta mucho, se utilizó la técnica de check list para la medida precisa de las respuestas humana a los alimentos y minimizar los principales efectos de desviación que la identidad de la marca y otras informaciones puedan ejercer juicio al consumidor.

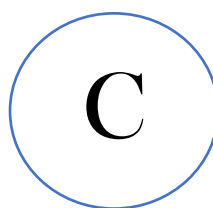
Se realizó un formato el cual se llenó por los evaluadores inexpertos de la universidad nacional agraria, en el formato se codificaron las muestras de la forma que se muestra a continuación.



Muestra 001  
10/90



Muestra002  
20/80



Muestra003  
30/70

Donde las muestras A, B, C fueron las tres distintas formulaciones, dando pauta al panel inexpertos los cuales fueron estudiantes y docentes de las cuatro facultades de la Universidad Nacional Agraria sede central. Con edades de 20 a 40 años. La evaluación sensorial se realizó en el laboratorio de fisiología vegetal. Este laboratorio contaba con buena iluminación y libre de olores extraños.

Este proceso se realizó en dos sesiones en la primera se realizó el análisis sensorial de la galleta, se aplicó a 54 panelistas de las diferentes carreras de la facultad de agronomía; se dividieron en bloques de cinco personas a los cuales se les indico la manera en que se llevaría a cabo la evaluación posterior se les entrego un vaso con agua, un lapicero, el formato de evaluación y las tres muestras previamente codificadas.



Figura 7. Análisis sensorial de la galleta

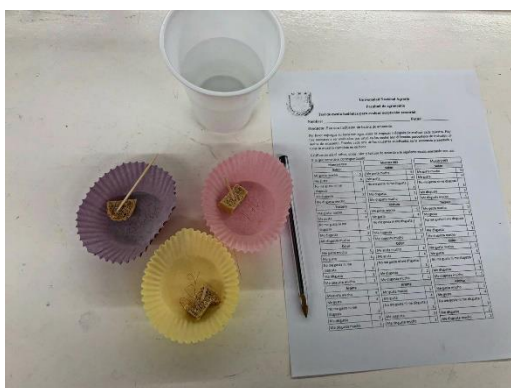


Figura 8. Análisis sensorial del pan

En la segunda sesión se realizó la evaluación organoléptica del pan simple, esta evaluación se le aplico a 45 estudiante y cinco docentes para un total de 50 panelistas de las diferentes carreras de la facultad de agronomía, esta evaluación fue aplicada a personas distintas que los de la galleta, se realizó en el laboratorio de fisiología vegetal ya que este laboratorio contaba con buena iluminación y libre de olores extraños, los estudiantes y docentes entraron de manera

aleatoria en grupos de cinco; se les indico como se realizaría la evaluación y se les entregaron las muestras codificadas, un vaso con agua, el formato y un lapicero.

Una vez que se obtuvieron los resultados de estos análisis se procedió a llenar la base de datos en Microsoft Excel, para luego hacer uso de la herramienta estadística Infostat versión estudiantil en la cual se realizó el análisis de la varianza ANDEVA para poder encontrar la aceptación del producto elaborado.

#### **4.3.7 Análisis Bromatológicos**

Para llevarse a cabo el cuarto objetivo se pesaron dos kilogramos de pan simple y 1,300g de galletas para ser enviados al centro de Investigación en Biotecnología de la UNAN-Managua de acuerdo al convenio institucional INTA-UNAN-MANAGUA. Con el fin de realizarse el análisis bromatológico, donde los parámetros a medir serán carbohidratos, proteínas, ceniza y lípidos.

#### **4.3.8 Recolección de datos**

Para la recolección de datos se utilizaron formatos de escala hedónica check list de cinco puntos, los cuales fueron elaborados en Microsoft Word, también se utilizó la herramienta estadística de ANDEVA, para determinar la varianza de los resultados obtenidos sobre los análisis sensoriales, esto a través del programa estadístico Infostat con el fin de obtener semejanza o diferencia entre las fórmulas desarrolladas de las galletas y el pan simple con inclusión de harina de amaranto.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Análisis sensorial de los productos

A continuación, se muestra a través del cuadro 11. Los resultados promedios que se obtuvieron de las evaluaciones, en los cuales se logra observar que no tienen mucha variabilidad lo que indica que no hay una diferencia significativa entre las características sensoriales del producto, pero sin embargo la mayor puntuación en la galleta es de la muestra 002 con un promedio de 4,01% y en el pan simple es la muestra 003 con un promedio de 3,73%.

Cuadro 11. Valoraciones promedio de los productos (pan y galleta)

Muestra	Sabor	Textura	Color	Aroma	Total
Galletas					
001 (10/90)	3,91	3,69	4,02	4,00	3,90
002 (20/80)	3,91	4,13	4,09	3,93	4,01
003 (30/70)	3,72	4,22	4,07	3,89	3,98
Pan simple					
001 (10/90)	3,32	3,3	3,56	3,56	3,43
002 (20/80)	3,1	3,6	3,84	3,74	3,57
003 (30/70)	3,58	3,56	3,84	3,94	3,73

Con los resultados obtenidos de las valoraciones se elaboró una base de datos en Microsoft Excel, para realizar el análisis estadístico de los resultados.

## 5.2 Análisis de la varianza en la galleta

El análisis de la varianza de la galleta refiere que no hay diferencias significativas en las tres distintas formulaciones, siendo el p-valor mayor al nivel de significancia de 0.05, por lo tanto, se toma la decisión de aceptar la hipótesis nula indicando que: las tres mezclas desarrolladas a partir de la harina de amaranto y harina de trigo no presentan diferencias significativas en sus características sensoriales. Y se rechaza la hipótesis alternativa la cual refiere que: se espera que al adicionar harina de amaranto con harina de trigo en las tres pruebas al menos en una se logre obtener productos de panificación que mejoren significativamente sus características sensoriales.

En el cuadro 12. Se puede observar a mayor detalle las valoraciones de las medias en la cual refleja una pequeña diferencia en la textura, debido a que las medias 003 y 002 no comparten letras en común con la media 001, diferenciando esta con la letra B, se utilizó como medio de comprobación el separador de medias de Fisher, y se comprueba que en el producto con la letra B es donde está la diferencia de los otros dos, pero la califica con una menor puntuación es decir es la muestra que menos le gusto a los evaluadores, y califica a la muestra 003 con mejor textura revelando que al agregar mayor cantidad de amaranto a la formula, la textura mejora su consistencia.

Cuadro 12. Valoraciones de media en la galleta

<b>Valoración de medias</b>				
<b>Media <math>\pm</math> D.E.<sup>1</sup></b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Mezcla 001</b>	<b>Mezcla 002</b>	<b>Mezcla 003</b>	<b>P-Valor</b>
	10 / 90	20 / 80	30 / 70	
Sabor	3.91 $\pm$ 0.90 (A)	3.91 $\pm$ 0.96 (A)	3.72 $\pm$ 1.00 (A)	0.5071
Textura	3.69 $\pm$ 1.06 (B)	4.13 $\pm$ 0.80 (A)	4.22 $\pm$ 0.84 (A)	0.0054
Color	4.02 $\pm$ 0.76 (A)	4.09 $\pm$ 0.87(A)	4.07 $\pm$ 0.75(A)	0.8817
Aroma	4.00 $\pm$ 0.67(A)	3.93 $\pm$ 0.75(A)	3.89 $\pm$ 0.86 (A)	0.7447

A-B =Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )  
 $\pm$  D.E.<sup>1</sup> = Desviación estándar.

### 5.3 Análisis de la varianza del pan simple

El análisis de la varianza del pan simple de manera general, refiere que no hay diferencias significativas en las tres distintas formulaciones, siendo el p-valor mayor al nivel de significancia de 0.05, por lo tanto, se toma la decisión de aceptar la hipótesis nula indicando que: las tres mezclas desarrolladas a partir de la harina de amaranto y harina de trigo no presentan diferencias significativas en sus características sensoriales. Y se rechaza la hipótesis alternativa la cual refiere que: se espera que al adicionar harina de amaranto con harina de trigo en las tres pruebas al menos en una se logre obtener productos de panificación que mejoren significativamente sus características sensoriales. Lo que significa que los evaluadores perciben las mezclas similares en un rango de aceptación del producto, es decir no les gusta ni les disgusta.

En el cuadro 13. Se observan las valoraciones de las medias y la desviación estándar, en la cual muestra una pequeña diferencia en el sabor del pan, como medio de comprobación se utilizó el separador de medias de Fisher, reflejando que la mezcla 003 y 002 no comparten letra en común por lo que se comprueba que la diferencia está entre estas mezclas, sin embargo la mezcla 001 tiene ambas letra (A y B), lo que significa que esta mezcla se encuentra intermedio de las valoraciones por las otras dos, y califica a la mezcla 003 con mejor sabor.

Detectando a través de los evaluadores que a mayor cantidad de amaranto en la fórmula el pan tiene un mejor sabor, en otro parámetro que se observa una mínima diferencia es en el aroma, puesto que la mezcla 001 y 003 no comparten letras en común indicando que en ellas está la diferencia, y al igual que en el sabor los evaluadores califican la mezcla 003 con mejor aroma por lo que confirma que la fórmula con mayor contenido de amaranto es la que presentó las mejores características sensoriales.



Cuadro 13. Valoraciones de media del pan simple.

<b>Valoración de medias</b>				
<b>Media <math>\pm</math> D.E.<sup>1</sup></b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Mezcla 001</b> 10 / 90	<b>Mezcla 002</b> 20 / 80	<b>Mezcla 003</b> 30 / 70	<b>P-Valor</b>
Sabor	3.32 $\pm$ 0.87(AB)	3.10 $\pm$ 0.95 (B)	3.58 $\pm$ 1.13 (A)	0.0551
Textura	3.30 $\pm$ 0.79 (A)	3.60 $\pm$ 0.93 (A)	3.56 $\pm$ 1.13 (A)	0.2387
Color	3.56 $\pm$ 0.86 (A)	3.84 $\pm$ 0.77 (A)	3.84 $\pm$ 0.74 (A)	0.1269
Aroma	3.56 $\pm$ 0.95(B)	3.74 $\pm$ 0.88(AB)	3.94 $\pm$ 0.82 (A)	0.1024

A-B =Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

$\pm$  D.E.<sup>1</sup> = Desviación estándar.

## 5.4 Gráficos de resultados

La figura 9 muestra los resultados obtenidos del análisis sensorial, mediante un gráfico de barra, en las que se observa las diferencias de las valoraciones en las fórmulas, mostrando que la muestra 003 presenta la mayor puntuación en cuanto a la textura, sin embargo, es la que tiene menor valoración en cuanto a sabor, en cambio la muestra 002 muestra mejor puntuación en color, aroma y sabor, por lo que la hace una fórmula más completa con un valor promedio de 4,01%. Lo que indica que los evaluadores les gusto más la fórmula que contiene un 20% de inclusión de la harina de amaranto.

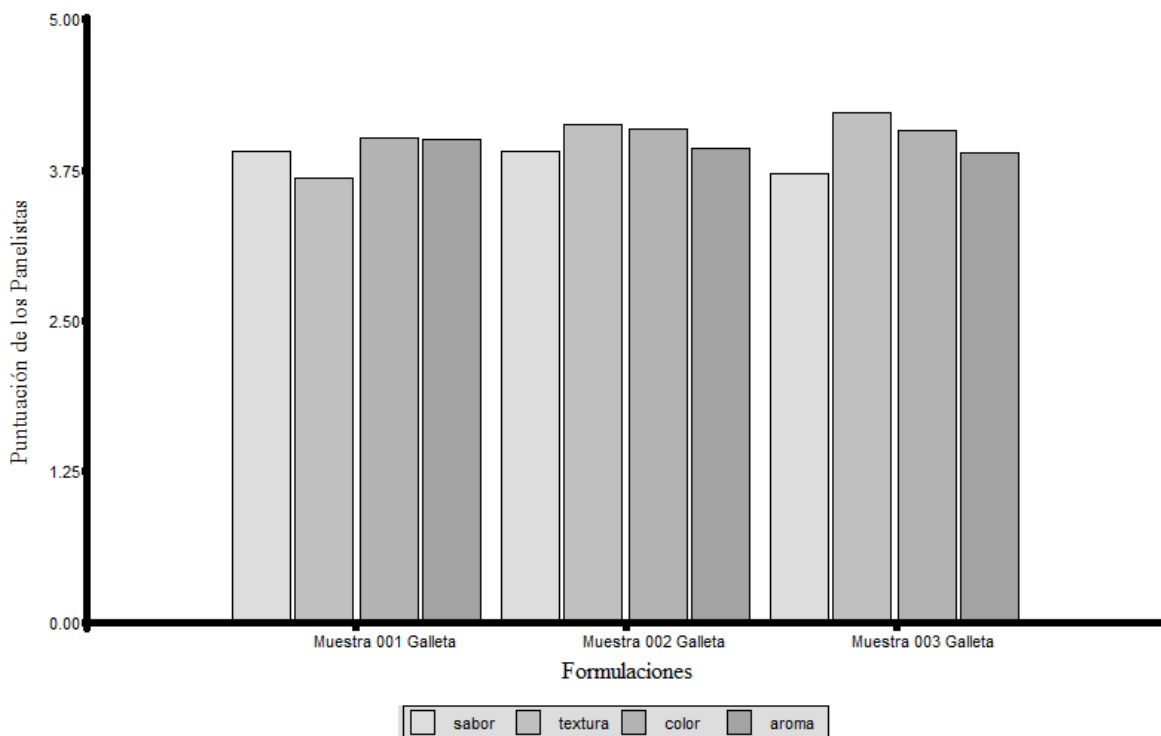


Figura 9. Diferencias obtenidas de las tres mezclas de la galleta en análisis sensorial.

La figura 10 muestra los resultados obtenidos de la base de datos sobre el análisis sensorial del pan simple en la que refleja a través de un diagrama de barras las valoraciones de las tres fórmulas, indicando las diferencias entre cada una. La muestra 001 al igual que las muestra 002 presentan un menor valor en la textura y el sabor, sin embargo, la muestra 003 tiene las mejores puntuaciones en cuanto a sabor, aroma y textura por lo que es considerada con mayor aceptación de los evaluadores con un valor promedio de 3,73%

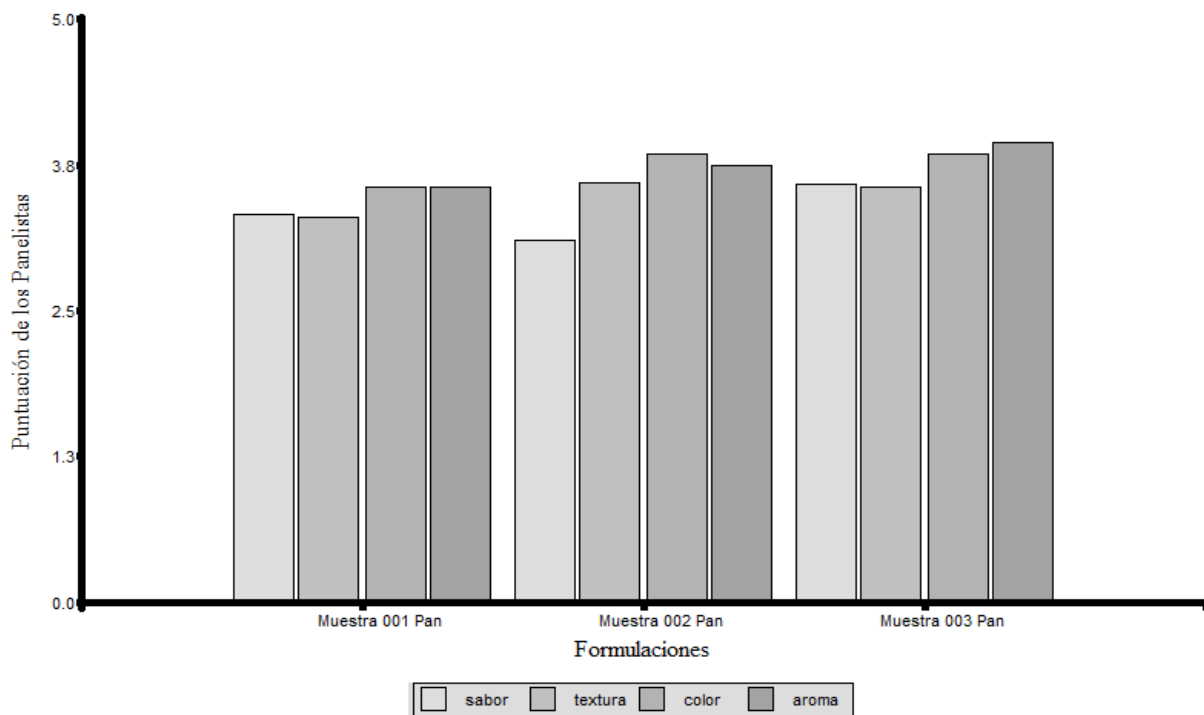


Figura 10. Gráfico de las valoraciones obtenidas del análisis sensorial del pan simple

## 5.5 Resultados proximales (nutricional) de pan fortificado con amaranto (g/100g)

Según lo que se observa en el cuadro 14 y como era de esperar, se obtuvo mejor contenido proteico en la formulación que fue elaborado al 30%, siendo así también como mejor contenido de grasa y de cenizas tomando en cuenta que también fue la formula con mayor aceptación de los resultados sensoriales, cabe recalcar que la diferencia es mínima, entre el porcentaje del contenido nutricional y de la puntuación promedio del análisis sensorial del pan que fue elaborado al 20%.

Según los datos brindados por el INTA el amaranto tiene un costo elevado debido a que es un producto que no es producido a nivel industrial, debido a esto tiene un costo elevado en el mercado por lo que entre más se incluya en la formula incrementarían los costos del producto final, debido a esto se determina que la fórmula más completa en cuanto al contenido nutricional, características organolépticas y costos de producción es la del 20%.

Cuadro 14. Resultados proximales del Pan simple

Productos	Humedad %	Cenizas (minerales totales) %	Grasa %	Proteína %	Carbohidratos %
Pan fortificado con amaranto 10 %	31.2023	2.6580	7.2302	13.220	45.453
Pan fortificado con amaranto 20%	31.7090	2.8945	7.5277	13.8147	44.0591
Pan fortificado con amaranto 30%	32.2020	3.4065	9.2137	14.3287	40.8491

Es de suma importancia de la inclusión de nuevos productos al mercado que contengan calidad y sean nutritivos para el consumidor, a través de esta investigación se probó que, si se pueden elaborar productos de panificación con harina de amaranto, que no tienen diferencias significativas en sus características sensoriales y brindan un aporte nutricional significativamente bueno para la salud del consumidor. Aun siendo el amaranto un grano poco conocido en el país se puede aprovechar dándole un valor agregado y sobre todo promoviendo el cultivo de este en todos los departamentos de Nicaragua.

En el cuadro 15 se puede observar que el pan con inclusión de harina de amaranto presenta las mejores características nutricionales que al pan de harina de trigo en cuanto a la proteína cenizas y lípidos.

Cuadro 15. Comparación de los valores nutricionales.

Pan con harina de trigo		Pan con inclusión de harina de Amaranto	
Contenido	Porcentaje	Contenido	Porcentaje
Humedad	31%	Humedad	31.7%
Proteína	8%	Proteína	13.8%
Cenizas	1.9%	Cenizas	2.8%
Lípidos	3.6%	Lípidos	7.5%
Carbohidratos	58%	Carbohidratos	44%

Para realizar el cuadro comparativo de la composición nutricional del pan con inclusión de harina de amaranto y el pan blanco de harina común el cual se encuentra descrito en la tabla de valores para alimentos de Centro América según la Oficina Panamericana de la Salud (OPS) y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

El análisis proximal de la galleta se enviaron las muestras al laboratorio de biotecnología de la UNAN, en la que se indicó que no se pudieron realizar los análisis a este producto debido a falta de presupuesto. Es importante mencionar que al no tener los resultados de la composición nutricional de la galleta se toman como referencia los resultados del análisis al pan.

## VI. CONCLUSIONES

A través de esta investigación se determinó que el amaranto es uno de los cereales más completos en cuanto a sus características sensoriales y nutricionales. Los resultados obtenidos de la harina de amaranto cumplieron con las características deseadas para realizarse la inclusión con la harina de trigo por lo que el desarrollo de esta investigación demuestra que es posible la elaboración de productos panificables con la harina de amaranto estallado.

Los resultados obtenidos de las tres mezclas de ambos productos fueron satisfactorios ya que el pan y la galleta presentaba buenos aspectos organolépticos, durante el desarrollo de este objetivo se tomaron en cuenta los parámetros de calidad e inocuidad para asegurar productos que no le hicieran daño al consumidor.

El análisis general de datos obtenidos sobre la evaluación sensorial mostró que las personas no encontraron diferencias significativas en las tres distintas mezclas de ambos productos, por lo consiguiente se aceptó la hipótesis nula y se rechazó la hipótesis alternativa, según los porcentajes promedios se calificó a la muestra de galleta 002 como la mejor y la muestra del pan 003 tuvo una mejor puntuación que las muestras 001 y 002.

Según los resultados obtenidos del análisis proximal la fórmula del pan simple que presentó las mejores características nutricionales es la muestra 003 (30/70). Con un 14.3% de proteína. Colocándola en la muestra de mejor aceptación por la población en estudio y la mejor muestra de contenido nutricional.

Cabe recalcar que, por falta de presupuesto, la aplicación del análisis proximal a la galleta no se pudo llevar a cabo, pero se puede tomar como referencia los resultados de las formulaciones del pan simple.

## VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere incluir estos productos de amaranto en la dieta, como complemento ya que brindan un buen aporte nutricional y previenen enfermedades. Se puede incluir tanto en meriendas escolares para que los niños vayan nutriéndose de pequeños, como en el día a día de adultos de todas las edades.

Promover el cultivo de amaranto en nuestro país ya que es una planta que se adapta a las condiciones ambientales tanto a la sequía, como a mucha humedad, y la cual aporta muchos beneficios para la salud desde la planta, el tallo las hojas hasta el grano, con el objetivo que este producto logre estar al alcance de las familias nicaragüenses.

Realizar más estudios sobre el amaranto ya que es un grano completo en cuanto a su contenido nutricional, el cual debe ser aprovechado al máximo, a través de una gama de subproductos elaborados a partir de este grano, con el fin de obtener todos los beneficios nutricionales que aporta al consumidor, cabe recalcar que nuestro país es rico en materia prima la cual muchas veces no es procesada, solo se exporta para luego ser importada a un precio más alto, es por esto que se sugiere darle un valor agregado a los productos que se cultivan en Nicaragua a través del procesamiento de nuestra materia prima como lo es en este estudio el amaranto.

Realizar estudios posteriores donde se determinen las cantidades nutricionales completas que brindan productos con inclusión de harina de amaranto, como lo son el hierro, magnesio, potasio entre otros; llevar un análisis nutraceútico más completo para tener visión más amplio de este grano.

Ampliar la investigación a nivel industrial para ofrecer una gama de productos derivados del amaranto como snack, tortas, panes entre otros para tener muchas opciones y así empezar a incluir más el amaranto en la alimentación diaria de las personas.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Ayala-Garay, A. V., González-González, M., y Limón-Ortega, A. (2016) Mecanización del proceso de producción de maíz y amaranto en la región centro de México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(4), 1–6.  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36250.85449>.  
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=123044144&lang=es&site=ehost-live>
- Cáceres, A., Martínez-Arévalo, V., Mérida-Reyes, M. S., Sacbajá, A., López, A., y Cruz, S. M. (2019). Contenido de oligoelementos y factores antinutricionales de hojas comestibles nativas de Mesoamérica. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 6(2), 42–58.  
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=141180744&lang=es&site=ehost-live>
- Cárdenas, A. (2012). Composición química, características de calidad y actividad antioxidante de pasta enriquecida con harina de amaranto y hoja de amaranto deshidratado [Tesis Maestría]. Universidad Autónoma de Querétaro México.
- Choque-Quispe, D., Ligarda-Samanez, C.A., Ramos-Pacheco, B.S., Taípe-Pardo, F., Peralta-Guevara, D.E., y Solano Reynoso, A.M. (2018). Evaluación de las isoterms de sorción de granos y harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Revista ION*, 31(2), 67–81.  
<https://doi.org/10.18273/revion.v31n2-2018005>
- Escobar, J. M. (2009). *Estudio de factibilidad técnica para la producción de harina de amaranto*.  
[http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2006/1/Estudio de factibilidad tecnica para la produccion de harina de amaranto %28Amaranthus spp.%29.pdf](http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2006/1/Estudio%20de%20factibilidad%20tecnic%20para%20la%20produccion%20de%20harina%20de%20amaranto%20Amaranthus%20spp.%29.pdf)  
<http://ufe-perou.com/es/cultura/la-gran-historia-del-pan/>  
<https://mas-mexico.com.mx/el-amaranto-y-su-importancia-como-alimento-de-la-canastabasica/#:~:text=El%20amaranto%20es%20un%20pseudocereal,m%C3%A1s%20fibra%20que%20la%20avena>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2015). *Departamento de fito mejoramiento. protocolo de investigación selección y caracterización de una variedad adaptada de amaranto*.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria; La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2014). *UNA, INTA e IPSA con el acompañamiento técnico de la FAO, concluyen Primer Diplomado en Desarrollo de Sistemas Sostenibles de Semillas para la Agricultura Familiar*. <https://www.fao.org/3/i4105s/i4105s.pdf>
- La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). *Perfiles Nutricionales por Países: Nicaragua resumen*.  
[https://www.fao.org/ag/agn/nutrition/nic\\_es.stm](https://www.fao.org/ag/agn/nutrition/nic_es.stm)



- Manfug, J. E. (2007). *Evaluación Sensorial de los alimentos* [Tesis de Ingeniero]. Universidad de la Habana.
- Matías Luis, G., Hernández Hernández, B. R., Peña Caballero, V., Torres López, N. G., Espinoza Martínez, V. A., y Ramírez Pacheco, L. (2018). Conceptos básicos programa especial para la seguridad alimentaria (Pesa) Centroamérica. *Journal of Negative*, 3(6), 423-436. <https://www.jonnpr.com/PDF/2410.pdf>
- Mejía, L. R., y Herrera Ramírez, D. A. (2012). *Utilización de plantas de amaranto como alternativa de fitorremediación en suelos contaminados con plaguicidas organoclorados en la comunidad de Tejana, Municipio el Viejo, Departamento de Chinandega en el periodo 2007-2009* [Tesis Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unan.edu.ni/4927/1/93537.pdf>
- Navarro, R. M. (2021). *Amaranto: Propiedades y beneficios del alimento vegetal*. <https://nutricionfarmacia.es/blog/nutricion/amaranto-propiedades/>
- Pandecarmen. (2015) Pan casero (tu primer pan). Pan casero (tu primer pan)- Pan de Carmen. <http://pandecarmen.blogspot.com/2015/05/pan-casero-tu-primer-pan.html>
- Paredes López O., Barba de la Rosa, A. P., Hernández López, D., y Carabez Trejo, A. (1990). *Amaranto: características y aprovechamiento industrial. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, DC.*
- Pavón Muñoz, K.C (2020) *Análisis de la composición proximal y actividad antioxidante de la harina cruda y tostada de cuatro variedades de Amaranthus cruentus cultivados en Managua, agosto 2019-marzo 2020* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/14634/1/14634.pdf>
- Pérez Porto, A. G. (2017). Definición de bromatología. <https://definicion.de/bromatologia/>
- Recalde, F. (2013). *El amaranto como alternativa alimentaria para el mejoramiento nutricional*. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2837/1/06%20NUT%20143%20TESIS.pdf>
- Sampieri, R. (2014) *Metodología de la investigación* (6. Ed.) <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Sánchez, E (17 de mayo de 2009). Soñadores tras la siembra de trigo en Nicaragua. *Nuevo Diario*. <https://www.elnuevodiario.com.ni/especiales/47877-sonadores-siembra-trigo-harinero-nicaragua/>

Sánchez, E. C. (2015). El Amaranto.

[http://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66\\_3/PDF/Amaranto.pdf](http://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Amaranto.pdf)

Semilla de amaranto. (s. f.). La Salmantina. Recuperado 30 de marzo de 2022, de

<https://www.lasalmantina.com/productos/categoria-superalimentos-chocolate/semilla-de-amarantokiwicha/>

Silva Sánchez, C. (2007). *Caracterización fisicoquímica y nutracéutica de amaranto (Amaranthus hypochondriacus) cultivado en San Luis Potosí* [Tesis Doctoral, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.]. Repositorio Institucional.

<https://ipicyt.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1010/767/3/TDIPICYTS5C32007.pdf>

Soriano C., I. (2015). *Trece cereales esenciales en su dieta*. Recuperado el 28 de marzo de 2022.

<https://www.elmundo.es/vida-sana/2015/11/30/5656f3a4ca47411f3c8b4577>

Ufe P. (2018). *La gran historia del Pan*.

Uviarco, P. (2020). *El Amaranto y su importancia como alimento de la canasta básica*.

Vizueté, A. H. (agosto, 2015). *Obtención de harinas de amaranto (Amaranthus caudatus) crudo y lavado y su utilización en la elaboración de pan*. Repositorio institucional.

[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14306/1/63801\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14306/1/63801_1.pdf)

Zelaya Morales, M. Y. (2015). *Evaluación agronómica de la variedad adaptada de amaranto (Amaranthus spp) bajo las condiciones climáticas en el Centro de Desarrollo Tecnológico CDT-INTA San Isidro, del departamento de Matagalpa, año 2015* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio institucional.

<https://repositorio.unan.edu.ni/1888/1/5353.pdf>

## IX. ANEXOS

### Anexo 1. Recepción y limpieza de la materia prima.



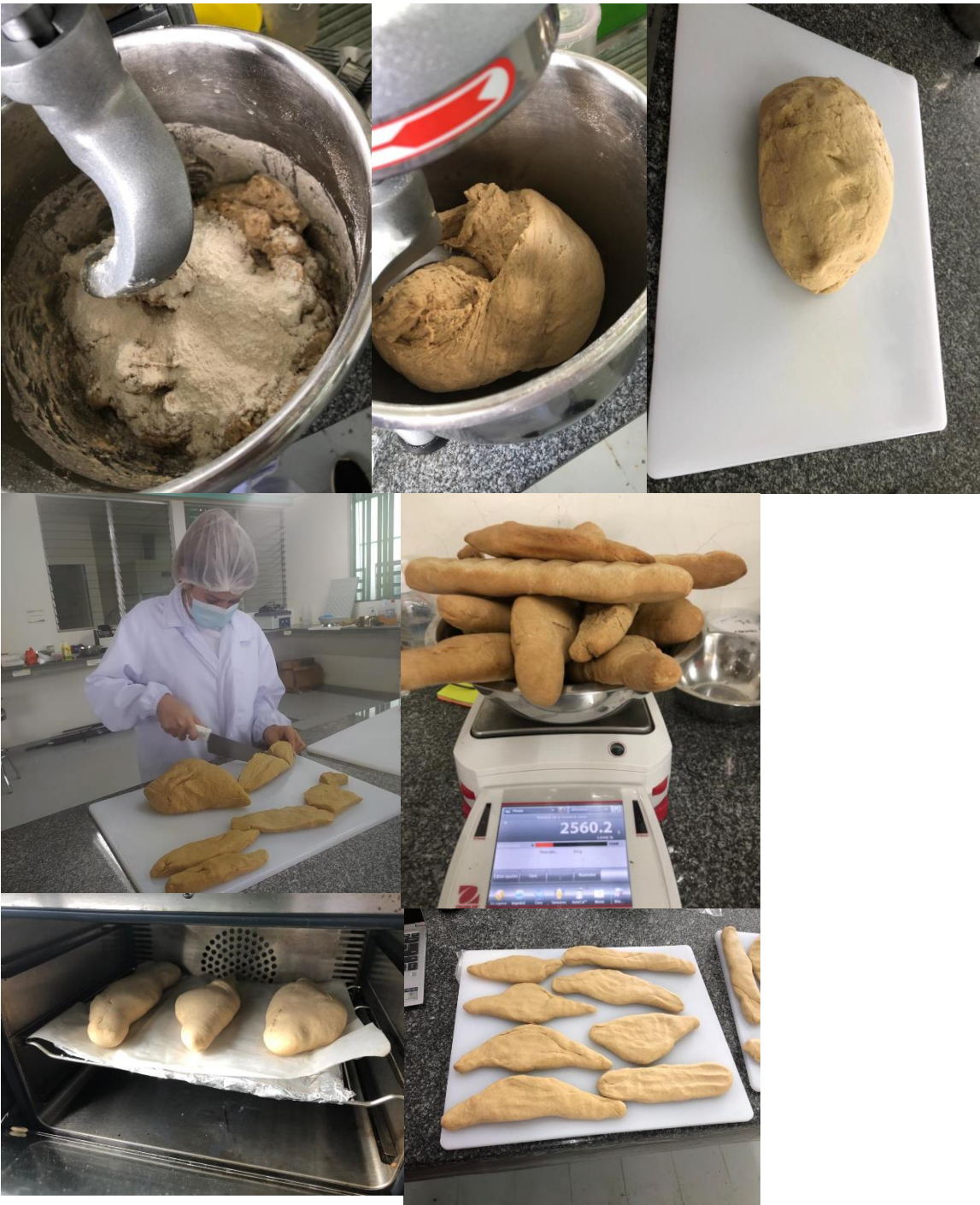
### Anexo 2. Elaboración de harina de amaranto



Anexo 3. Elaboración de galleta con inclusión de harina de amaranto



Anexo 4. Elaboración de pan simple con inclusión de harina de Amaranto.



Anexo 5. Formato de Análisis sensorial producto de galleta.



Universidad Nacional Agraria

Facultad de agronomía

Test de escala hedónica para evaluar aceptación sensorial

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Producto:** Galletas con inclusión de harina de amaranto.

Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar y después de analizar cada muestra. Hay tres muestras a ser evaluadas por usted en las cuales hay diferentes porcentajes de inclusión de harina de amaranto. Pruebe cada una de las muestras codificadas en la secuencia presentada y tome la muestra completa en su boca.

Calificando así el sabor, color, olor y textura de acuerdo a la siguiente escala marcando con una X la que considere correspondiente:

Muestra 001 de inclusión		Muestra 002 de inclusión		Muestra 003 de inclusión	
<b>Sabor</b>		<b>Sabor</b>		<b>Sabor</b>	
Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5
Me gusta	4	Me gusta	4	Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2	Me disgusta	2	Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1
<b>Textura</b>		<b>Textura</b>		<b>Textura</b>	
Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5
Me gusta	4	Me gusta	4	Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2	Me disgusta	2	Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1
<b>Color</b>		<b>Color</b>		<b>Color</b>	
Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5
Me gusta	4	Me gusta	4	Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2	Me disgusta	2	Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1
<b>Aroma</b>		<b>Aroma</b>		<b>Aroma</b>	
Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5
Me gusta	4	Me gusta	4	Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2	Me disgusta	2	Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1

## Anexo 6. Formato de Análisis sensorial del producto pan simple



Universidad Nacional Agraria

Facultad de agronomía

### Test de escala hedónica para evaluar aceptación sensorial

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Producto:** Pan Simple con inclusión de harina de amaranto.

Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar y después de analizar cada muestra. Hay tres muestras a ser evaluadas por usted en las cuales hay diferentes porcentajes de inclusión de harina de amaranto. Pruebe cada una de las muestras codificadas en la secuencia presentada y tome la muestra completa en su boca.

Calificando así el sabor, color, olor y textura de acuerdo a la siguiente escala marcando con una X la que considere correspondiente:

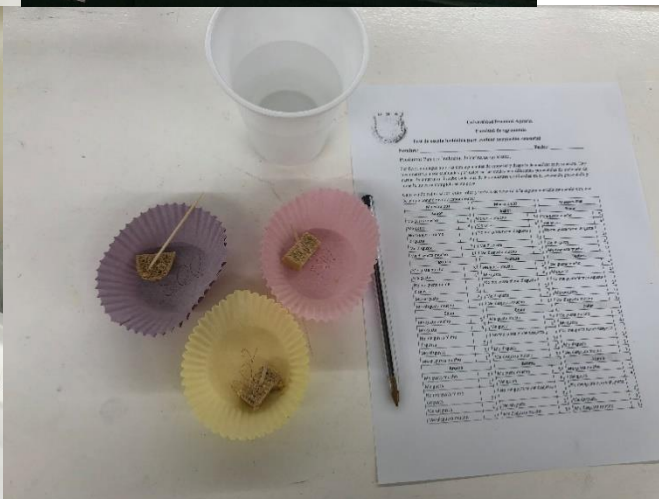
Muestra 001 de inclusión		Muestra 002 de inclusión		Muestra 003 de inclusión	
<b>Sabor</b>		<b>Sabor</b>		<b>Sabor</b>	
Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5
Me gusta	4	Me gusta	4	Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2	Me disgusta	2	Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1
<b>Textura</b>		<b>Textura</b>		<b>Textura</b>	
Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5
Me gusta	4	Me gusta	4	Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2	Me disgusta	2	Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1
<b>Color</b>		<b>Color</b>		<b>Color</b>	
Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5
Me gusta	4	Me gusta	4	Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2	Me disgusta	2	Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1
<b>Aroma</b>		<b>Aroma</b>		<b>Aroma</b>	
Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5	Me gusta mucho	5
Me gusta	4	Me gusta	4	Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3	No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2	Me disgusta	2	Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1	Me disgusta mucho	1

Anexo 7. Análisis sensorial del producto de la galleta





# Anexo 8. Análisis sensorial del pan simple



Anexo 9. Galletas de las tres fórmulas de inclusión de harina de Amaranto para análisis proximal.



10% de inclusión

20% de inclusión



30% de inclusión

Anexo 10. Cuadro de valoraciones del análisis sensorial de la galleta.

Valoración	Sabor	Textura	Color	Aroma
muestra 001	3	3	4	4
muestra 002	4	4	5	4
muestra 003	4	4	4	4
muestra 001	3	4	4	3
muestra 002	5	4	3	4
muestra 003	3	4	3	3
muestra 001	2	2	3	3
muestra 002	4	4	3	3
muestra 003	4	4	3	3
muestra 001	3	3	4	4
muestra 002	3	4	4	3
muestra 003	4	5	3	4
muestra 001	4	3	4	5
muestra 002	3	3	5	4
muestra 003	2	1	4	2
muestra 001	4	3	4	4
muestra 002	5	4	5	4
muestra 003	2	3	4	4
muestra 001	4	4	4	4
muestra 002	3	4	3	3
muestra 003	3	4	4	4
muestra 001	4	4	5	3
muestra 002	4	3	1	2
muestra 003	3	5	4	2
muestra 001	5	4	5	4
muestra 002	4	5	4	4
muestra 003	3	4	5	4
muestra 001	4	3	2	4
muestra 002	3	3	4	4
muestra 003	2	5	3	4
muestra 001	4	4	4	4
muestra 002	3	3	5	4
muestra 003	2	3	4	3
muestra 001	4	5	4	5
muestra 002	3	4	4	4
muestra 003	2	4	4	3
muestra 001	3	3	3	4
muestra 002	4	3	5	4
muestra 003	5	4	4	5
muestra 001	3	3	3	3

muestra 002	4	3	5	4
muestra 003	5	4	4	4
muestra 001	4	4	5	5
muestra 002	5	5	5	4
muestra 003	3	3	3	4
muestra 001	5	4	5	4
muestra 002	2	4	4	4
muestra 003	3	4	4	4
muestra 001	5	4	5	4
muestra 002	5	5	5	5
muestra 003	4	4	3	4
muestra 001	5	4	5	5
muestra 002	3	5	5	5
muestra 003	4	5	5	5
muestra 001	3	2	4	3
muestra 002	4	4	4	4
muestra 003	3	4	4	3
muestra 001	3	3	4	3
muestra 002	5	5	5	5
muestra 003	3	4	4	4
muestra 001	2	3	3	4
muestra 002	5	4	4	4
muestra 003	5	5	5	5
muestra 001	5	4	4	5
muestra 002	4	3	4	3
muestra 003	4	4	4	3
muestra 001	4	2	4	4
muestra 002	5	5	4	4
muestra 003	3	4	3	3
muestra 001	2	2	4	3
muestra 002	4	4	4	4
muestra 003	2	3	2	2
muestra 001	5	4	4	4
muestra 002	5	5	4	4
muestra 003	5	5	4	4
muestra 001	4	5	5	4
muestra 002	3	5	4	4
muestra 003	4	5	5	4
muestra 001	4	5	4	5
muestra 002	4	3	4	4
muestra 003	5	4	4	4
muestra 001	5	5	5	4
muestra 002	5	4	5	4

muestra 003	5	3	4	4
muestra 001	5	5	5	5
muestra 002	4	5	5	5
muestra 003	3	4	5	5
muestra 001	4	5	4	4
muestra 002	5	5	4	4
muestra 003	5	5	5	5
muestra 001	3	3	4	4
muestra 002	4	3	3	4
muestra 003	4	5	5	4
muestra 001	4	3	4	4
muestra 002	5	5	4	3
muestra 003	5	4	4	3
muestra 001	5	5	4	4
muestra 002	4	3	4	4
muestra 003	4	3	4	4
muestra 001	4	3	4	3
muestra 002	5	4	5	5
muestra 003	4	4	5	5
muestra 001	4	5	4	3
muestra 002	2	3	4	4
muestra 003	5	5	4	4
muestra 001	5	5	5	5
muestra 002	3	5	4	4
muestra 003	4	5	5	5
muestra 001	4	4	4	5
muestra 002	3	5	4	5
muestra 003	4	5	4	5
muestra 001	4	4	4	4
muestra 002	3	3	3	3
muestra 003	5	5	5	5
muestra 001	4	4	3	4
muestra 002	4	5	3	3
muestra 003	4	5	4	3
muestra 001	4	5	3	4
muestra 002	5	4	3	5
muestra 003	4	5	4	4
muestra 001	5	5	5	4
muestra 002	3	4	4	4
muestra 003	4	5	5	5
muestra 001	5	4	4	4
muestra 002	5	5	4	4
muestra 003	5	5	4	5

muestra 001	5	5	4	5
muestra 002	4	5	5	5
muestra 003	5	5	5	5
muestra 001	5	3	4	5
muestra 002	5	5	5	5
muestra 003	4	4	4	4
muestra 001	4	4	5	5
muestra 002	5	5	5	5
muestra 003	5	5	5	5
muestra 001	2	2	4	4
muestra 002	3	4	4	3
muestra 003	2	3	4	2
muestra 001	3	2	3	3
muestra 002	4	5	4	3
muestra 003	4	3	5	4
muestra 001	2	2	3	3
muestra 002	4	4	4	4
muestra 003	3	4	3	4
muestra 001	4	5	5	3
muestra 002	5	5	5	3
muestra 003	5	5	5	3
muestra 001	4	2	4	4
muestra 002	2	3	2	2
muestra 003	3	4	4	3
muestra 001	4	5	4	4
muestra 002	5	4	5	5
muestra 003	3	5	4	4
muestra 001	4	2	3	4
muestra 002	2	4	3	3
muestra 003	3	5	3	4
muestra 001	4	3	2	4
muestra 002	3	3	3	4
muestra 003	3	4	3	4
muestra 001	4	5	5	4
muestra 002	3	5	5	4
muestra 003	4	5	5	4

Anexo 11. Cuadro de las valoraciones sensoriales del pan simple

Valoración	Sabor	Textura	Color	Aroma
Muestra 001	3	2	2	2
Muestra 002	4	3	2	3
Muestra 003	5	4	4	4
Muestra 001	2	3	4	3
Muestra 002	2	2	3	4
Muestra 003	3	3	3	3
Muestra 001	4	4	3	4
Muestra 002	3	2	3	3
Muestra 003	2	2	4	3
Muestra 001	2	4	4	4
Muestra 002	5	5	5	4
Muestra 003	5	2	4	4
Muestra 001	4	4	4	5
Muestra 002	5	5	5	5
Muestra 003	5	5	5	5
Muestra 001	3	3	3	3
Muestra 002	3	4	3	3
Muestra 003	3	2	3	3
Muestra 001	3	2	3	3
Muestra 002	3	3	3	2
Muestra 003	4	4	3	4
Muestra 001	3	4	4	4
Muestra 002	4	4	3	4
Muestra 003	3	4	3	4
Muestra 001	3	3	3	1
Muestra 002	2	4	3	2
Muestra 003	3	3	4	2
Muestra 001	3	3	3	4
Muestra 002	2	3	3	2
Muestra 003	2	2	3	4
Muestra 001	3	5	5	3
Muestra 002	3	2	5	5
Muestra 003	3	2	5	5
Muestra 001	4	3	4	5
Muestra 002	2	4	3	5
Muestra 003	2	2	4	5
Muestra 001	4	3	3	4
Muestra 002	4	4	3	3
Muestra 003	5	5	3	3
Muestra 001	3	3	4	3

Muestra 002	3	4	3	3
Muestra 003	4	4	4	4
Muestra 001	2	4	4	4
Muestra 002	3	4	4	4
Muestra 003	5	4	4	4
Muestra 001	4	2	3	4
Muestra 002	2	1	4	4
Muestra 003	3	3	3	3
Muestra 001	4	3	4	3
Muestra 002	3	4	4	3
Muestra 003	5	4	4	4
Muestra 001	3	4	4	4
Muestra 002	4	5	5	4
Muestra 003	5	5	5	5
Muestra 001	4	4	4	3
Muestra 002	3	4	4	4
Muestra 003	5	4	5	5
Muestra 001	4	2	4	3
Muestra 002	2	2	4	2
Muestra 003	3	1	2	4
Muestra 001	3	4	2	3
Muestra 002	4	4	3	5
Muestra 003	3	3	3	4
Muestra 001	1	2	1	2
Muestra 002	1	4	4	2
Muestra 003	1	1	4	4
Muestra 001	2	2	3	3
Muestra 002	3	4	4	4
Muestra 003	3	4	3	3
Muestra 001	5	4	4	5
Muestra 002	3	2	4	4
Muestra 003	5	5	5	4
Muestra 001	3	4	5	4
Muestra 002	2	4	5	5
Muestra 003	4	3	3	5
Muestra 001	3	3	3	3
Muestra 002	3	3	3	4
Muestra 003	3	3	3	4
Muestra 001	5	3	4	4
Muestra 002	5	5	4	5
Muestra 003	3	3	4	5
Muestra 001	4	4	3	4
Muestra 002	4	2	4	5



Muestra 003	4	4	3	2
Muestra 001	3	4	4	5
Muestra 002	4	5	5	4
Muestra 003	3	4	5	5
Muestra 001	3	3	4	4
Muestra 002	2	4	4	4
Muestra 003	5	5	4	4
Muestra 001	5	4	4	4
Muestra 002	3	4	5	5
Muestra 003	3	4	4	4
Muestra 001	2	2	3	3
Muestra 002	3	4	4	4
Muestra 003	4	4	4	4
Muestra 001	3	4	4	4
Muestra 002	4	3	4	4
Muestra 003	3	5	5	5
Muestra 001	2	3	4	5
Muestra 002	3	3	3	4
Muestra 003	4	2	3	4
Muestra 001	3	4	4	4
Muestra 002	3	4	4	4
Muestra 003	4	4	4	4
Muestra 001	4	3	4	5
Muestra 002	2	3	3	3
Muestra 003	3	3	3	4
Muestra 001	3	3	3	3
Muestra 002	4	4	4	4
Muestra 003	5	5	4	3
Muestra 001	3	4	3	2
Muestra 002	4	4	4	4
Muestra 003	3	4	4	3
Muestra 001	4	3	4	3
Muestra 002	4	4	4	4
Muestra 003	5	5	4	4
Muestra 001	4	2	4	2
Muestra 002	3	4	4	4
Muestra 003	3	3	4	3
Muestra 001	4	4	2	5
Muestra 002	3	3	5	3
Muestra 003	3	4	4	3
Muestra 001	5	4	4	4
Muestra 002	4	4	5	4
Muestra 003	4	5	4	5

Muestra 001	3	4	2	3
Muestra 002	2	2	4	3
Muestra 003	2	4	4	4
Muestra 001	3	4	5	5
Muestra 002	3	4	5	5
Muestra 003	4	5	5	5
Muestra 001	4	4	5	3
Muestra 002	2	4	4	4
Muestra 003	4	4	4	4
Muestra 001	3	2	3	2
Muestra 002	1	4	4	3
Muestra 003	1	4	3	5
Muestra 001	3	4	3	4
Muestra 002	4	4	3	3
Muestra 003	5	5	4	4
Muestra 001	4	3	4	3
Muestra 002	3	4	4	3
Muestra 003	2	3	4	3
Muestra 001	4	3	5	4
Muestra 002	4	4	4	4
Muestra 003	5	3	5	5
Muestra 001	3	3	3	4
Muestra 002	3	4	3	4
Muestra 003	3	2	4	3

Anexo 12. Resultados enviados por el laboratorio de biotecnología UNAN Managua.

Resultados proximales (nutricional) de pan fortificado con amaranto (g/100g)

Productos	Humedad g	Cenizas (minerales totales) g	Grasa g	Proteína g	Carbohidratos g
Pan fortificado con amaranto 10 %	31.2023	2.6580	7.2302	13.220	45.453
Pan fortificado con amaranto 20%	31.7090	2.8945	7.5277	13.8147	44.0591
Pan fortificado con amaranto 30%	32.2020	3.4065	9.2137	14.3287	40.8491

Como se observa en la tabla, como es de esperar, se obtuvo mejor contenido proteico en la formulación que fue elaborado al 30%, siendo así también como mejor contenido de grasa y de cenizas, siguiéndole el pan que fue elaborado al 20%. Recalcando la importancia de la fortificación a base de el gran Pseudocereal como lo es el amaranto. Muchos estudios internacionales recalcan la importancia de la fortificación de un alimento, ya que garantiza una nutrición saludable y puede ser una alternativa a la seguridad alimentaria nutricional (SAN) nicaragüenses. La proteína es la base fundamental para ejemplificar, la nutrición.

De acuerdo a varios estudios internacionales como el INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 2012) , han establecidos que un pan fortificado y no fortificado, varia en cuanto a su contenido nutricional, debido a que depende con que rubro los quieras fortalecer. Otras ha descrito que un pan para ser considerado fortificado, debe como mínimo de aportar proteína un 10%, teniendo a nuestros 3 panes dentro del rango establecido.

Anexo 13. Separador de medias de Fisher en el “color” del análisis de la varianza de la galleta.

Color		
Formulas (tratamiento)	Calificación MEDIA±DE	Separación de medias de Fisher**
001 (10% harina de amaranto)	4.02±0.76	A
002 (20% de harina de amaranto)	4.09±0.87	A
003 (30% de harina de amaranto)	4.07±0.75	A

DE: Desviación Estándar

\*\* Medias seguidas de letras distintas son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Anexo 14. Separador de medias de Fisher en el “aroma” del análisis de la varianza de la galleta.

Aroma		
Formulas (tratamiento)	Calificación MEDIA±DE	Separación de medias de Fisher**
001 (10% harina de amaranto)	4.00±0.67	A
002 (20% de harina de amaranto)	3.93±0.75	A
003 (30% de harina de amaranto)	3.89±0.86	A

DE: Desviación Estándar

\*\* Medias seguidas de letras distintas son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Anexo 15. Separador de medias de Fisher en el “sabor” del análisis de la varianza de la galleta.

Sabor		
Formulas (tratamiento)	Calificación MEDIA±DE	Separación de medias de Fisher**
001 (10% harina de amaranto)	3.91±0.90	A
002 (20% de harina de amaranto)	3.91±0.96	A
003 (30% de harina de amaranto)	3.72±1.00	A

DE: Desviación Estándar

\*\* Medias seguidas de letras distintas son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Anexo 16. Separador de medias de Fisher en el “textura” del análisis de la varianza de la galleta.

Textura		
Formulas (tratamiento)	Calificación MEDIA±DE	Separación de medias de Fisher**
001 (10% harina de amaranto)	3.69±1.06	B
002 (20% de harina de amaranto)	4.13±0.80	A
003 (30% de harina de amaranto)	4.22±0.84	A

DE: Desviación Estándar

\*\* Medias seguidas de letras distintas son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Anexo 17. Separador de medias de Fisher en el “Sabor” del análisis de la varianza del pan simple.

Sabor		
Formulas (tratamiento)	Calificación MEDIA±DE	Separación de medias de Fisher**
001 (10% harina de amaranto)	3.32±0.87	AB
002 (20% de harina de amaranto)	3.10±0.95	B
003 (30% de harina de amaranto)	3.58±1.13	A

DE: Desviación Estándar

\*\* Medias seguidas de letras distintas son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Anexo 18. Separador de medias de Fisher en el “textura” del análisis de la varianza del pan simple.

Textura		
Formulas (tratamiento)	Calificación MEDIA±DE	Separación de medias de Fisher**
001 (10% harina de amaranto)	3.30±0.79	A
002 (20% de harina de amaranto)	3.60±0.93	A
003 (30% de harina de amaranto)	3.56±1.13	A

DE: Desviación Estándar

\*\* Medias seguidas de letras distintas son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Anexo 19. Separador de medias de Fisher en el “Color” del análisis de la varianza del pan simple.

Color		
Formulas (tratamiento)	Calificación MEDIA±DE	Separación de medias de Fisher**
001 (10% harina de amaranto)	3.56±0.86	A
002 (20% de harina de amaranto)	3.84±0.77	A
003 (30% de harina de amaranto)	3.84±0.74	A

DE: Desviación Estándar

\*\* Medias seguidas de letras distintas son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Anexo 20. Separador de medias de Fisher en el “aroma” del análisis de la varianza del pan simple.

Aroma		
Formulas (tratamiento)	Calificación MEDIA±DE	Separación de medias de Fisher**
001 (10% harina de amaranto)	3.56±0.95	B
002 (20% de harina de amaranto)	3.74±0.88	AB
003 (30% de harina de amaranto)	3.94±0.82	A

DE: Desviación Estándar

\*\* Medias seguidas de letras distintas son estadísticamente diferentes (P<0.05)