



Original Research Paper

OBTENCIÓN DE HARINA DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*) PARA LA ELABORACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL VALOR PROTEICO DE UN PAN ARTESANAL

OBTAINING CALIFORNIAN RED WORM FLOUR (*Eisenia foetida*) FOR THE PREPARATION AND IMPROVEMENT OF THE PROTEIN VALUE OF AN ARTISAN BREAD

Información de artículo

Camba Cortez Ariana Carolina

Estudiante de la carrera de Tecnología Superior en Procesamiento de Alimentos, Instituto Superior Tecnológico Juan Bautista Aguirre, Daule, Ecuador.

ORCID: 0000-0002-4488-8430

arianac.cambac.istjba@gmail.com

Torres Gallegos Fausto Xavier

Ingeniero Agropecuario, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

ORCID: 0000-0002-2218-1469

Revista Científica Aristas

Recibido: 17 de julio del 2021

Aceptado: 13 de agosto del 2021

Vol. 3, No. 2, noviembre 2021

ISSN: 2600-5662

Pág. 1-26

RESUMEN

Este trabajo pretende causar un impacto positivo en la nutrición, preparación y consumo de nuevas fuentes proteicas de alimentos como la lombriz *Eisenia foetida*, ya que, podría representar a largo plazo un aporte fundamental en el campo nutricional para la alimentación y el sector alimentario. Por eso, se elabora un pan artesanal de sal con un porcentaje de harina de lombriz *E. foetida* con el propósito mejorar el valor proteico del producto. La investigación posee un diseño de campo ejecutada in Situ en un sector de Daule y diseño documental con nivel descriptivo, ya que, se detalla la descripción del flujograma sobre la elaboración de harina de *Eisenia foetida*, la producción del pan artesanal con un porcentaje del 5 % de harina de lombriz y, se describe los resultados del análisis bromatológico que se realizó al producto artesanal; Se obtuvo 0,44 gramos de fibra alimentaria; ceniza de 1,47 %; 11,06 gramos de grasa; humedad de 30,92 %; de carbohidratos 43,37 g; y 13,18 gramos de proteínas que contiene el alimento fortificado. Además, se comparó los valores nutrimentales del pan artesanal con otros productos panificables, donde, alcanzó un incremento proteínico entre 8 % – 10 % a diferencia de los otros alimentos de origen panario; resultado de la incorporación de harina de lombriz a la formulación del pan, debido a que, con el empleo de la harina de lombriz le da un valor proteico agregado a partir de este alimento no convencional.

Palabras claves: *E. foetida*, proteínico, producto panificable, no convencional.

ABSTRACT

This work aims to cause a positive impact on the nutrition, preparation, and consumption of new protein sources of food such as the earthworm *Eisenia foetida*, since, in the long term, it could represent a fundamental contribution in the nutritional field for food and the food sector. For this reason, an artisanal salt bread is made with a percentage of worm flour *E. foetida* to improve the protein value of the product. The research has a field design carried out in situ in a sector of Daule and a descriptive documentary design, since the description of the flow chart on the elaboration of *Eisenia foetida* flour is detailed, the production of artisan bread with a percentage of 5 % of earthworm flour and, the results of the bromatological analysis carried out on the artisan product are described; 0.44 grams of dietary fiber were obtained; 1.47% ash; 11.06 grams of fat; humidity of 30.92%; of carbohydrates 43.37 g; and 13.18 grams of protein contained in the fortified food. In addition, the nutritional values of artisan bread were compared with other bakery products, where it reached a protein increase between 8% - 10% unlike other foods of bread origin; This is the result of the incorporation of earthworm flour into the bread formulation, because, with the use of earthworm flour, it gives an added protein value from this non-conventional food.

Keywords: *E. foetida*, protein, bakery product, unconventional.

INTRODUCCIÓN

La sociedad busca consumir alimentos que generen un aporte nutrimental a su salud, sean asequibles, y de características organolépticas aceptables, con el fin de beneficiar por medio de su ingesta los nutrientes que el ser humano necesita en su dieta diaria, por ende, la búsqueda de conseguir dichos alimentos que satisfagan las necesidades nutricionales del ser humano juega un papel importante y de gran relevancia en el sector alimentario (Echeverría, 2019).

A su vez, la alimentación debe ser saludable, suficiente y completa, esto significa que debe cubrir las necesidades de energía, macro y micronutrientes, agua y fibra. Para ello debe tener una característica básica: la de ser "equilibrada", esto se refiere a poder incluir alimentos de los diferentes grupos, en cantidades apropiadas, con el fin de que no representen ningún tipo de riesgo a la salud (Yepes, 2019).

Debido a que hoy en día el consumidor toma conciencia del beneficio de tener y llevar a cabo una alimentación saludable que aporte de nutrientes, vitaminas y minerales para la prevención de enfermedades (Izaurieta, 2018).

Es así cómo, ha evolucionado la manera de adaptar cambios en el consumo de la alimentación habitual, y, se ha introducido el consumo de alimentos poco convencionales como el caso de los anélidos, debido a que proporcionan proteínas y nutrientes de alta calidad lo cual, hace referencia a aquellos alimentos que no forman parte de nuestra cultura tradicional gastronómica, los mismos que pueden ser la respuesta a la búsqueda de una alimentación más sana (Pérez, 2008).

Los anélidos como la lombriz roja *Eisenia foetida*, poseen elevado contenido de proteínas lo que la hace una fuente no convencional de dicho macronutriente, además proporciona aminoácidos esenciales, ácidos grasos y minerales que necesita el cuerpo humano; además, este anélido, a nivel alimenticio es versátil, y puede ser utilizado como complemento alimenticio con otros productos, porque, posee niveles elevados de ácidos

grasos, fibra y micronutrientes como Hierro, Magnesio, Fósforo, Manganeseo, Selenio y Zinc, de alto valor proteico, y grandes contenidos de nutrimentos naturales que no se encuentran en ningún otro tipo de especie Lumbricidae utilizadas para el consumo humano (Pires, 2013).

En este sentido, la fortificación de alimentos tradicionales tal como el pan con alimentos pocos convencionales como la lombriz *Eisenia foetida*, resultaría ser una excelente técnica alimentaria para la transformación de productos nutritivos, ya que, podría reducir los problemas de salud pública relacionados con la deficiencia de nutrientes, constituyéndose esta como una posible medida de beneficio a una adecuada alimentación en el ser humano (Soares de Castro, Ohara, Gonçalves, & Fontenele, 2018).

Debido a que, a nivel global el pan ha sido instrumento de estudios de importancia en el sector alimentario, se han generado investigaciones que permitieron obtener nuevos productos panificables a partir de nuevas materias primas o aditivos naturales adicionadas a este alimento, esto es por su versatilidad elaboración, lo que hace que se pueda combinar su formulación habitual con ingredientes que fortifiquen el alimento, mejore las propiedades de la masa panaria, tenga aceptabilidad por los consumidores y aporten un valor agregado al producto final (Vega, 2015).

Por esta razón, se elaborará un pan artesanal de sal con un porcentaje de harina de lombriz *Eisenia foetida* con el propósito de fortificar el alimento e incrementar el contenido proteico del producto, esto se realizará mediante la determinación de un diagrama de proceso de elaboración de la harina de lombriz roja californiana, se realizará una revisión bibliográfica para la elaboración del pan artesanal con harina de lombriz y, posteriormente analizar la composición bromatológica del alimento para la determinación del valor proteico del producto final. Esto demostrará si el pan elaborado con lombriz es o no nutrimentalmente saludable, lo cual, representa una propuesta innovadora para el desarrollo de este estudio.

METODOLOGÍA

Esta investigación se ha desarrollado con un diseño de campo debido a que, se ha realizado este estudio *in situ* en un sector de la urbe Dauleña. Conjuntamente la investigación posee un diseño documental, ya que, se ha detallado información relevante, como la descripción de un diagrama de proceso sobre la elaboración de harina de lombriz roja californiana, la producción de pan fortificado con un porcentaje de harina *Eisenia foetida* (5 %) y, se ha descrito los resultados del análisis bromatológico que se realizó al producto final respectivamente.

Además, el estudio tiene un nivel descriptivo, y se ha elaborado conforme a un enfoque mixto: cualitativo, realizado mediante la recopilación de información de diversas fuentes como base de datos bibliográfica, documentos e investigaciones relacionadas con este estudio. A su vez, el enfoque cuantitativo se ha ejecutado mediante la cuantificación de datos sobre el análisis bromatológico de grasas, proteínas, humedad, carbohidratos, cenizas y fibra hechos al pan de *Eisenia foetida*. Adicionalmente se ha comparado los datos obtenidos con algunas normativas (nacional e internacionales) para la elaboración del pan y se analizó y cuantificó los valores nutrimentales del producto con harina de lombriz con otros productos panificables; se ha utilizado un análisis documental para la descripción de la información de este trabajo investigativo.

DESARROLLO

La seguridad alimentaria se ha convertido en un desafío global, para disminuir el hambre con la finalidad de satisfacer al ser humano con alimentos saludables, inocuos, seguros y cumplir con la demanda de alimentos en un futuro muy cercano (Patel, Rasul, & Rauf, 2019).

A fin de satisfacer la creciente demanda de alimentos, los sistemas alimentarios se enfrentan al reto de adaptarse al cambio actual; donde, se busca mitigar los efectos de sectores del medio ambiente, la agricultura, la alimentación y la salud, mediante la aplicación de prácticas de intensificación sostenibles, la reducción del desperdicio de alimentos, búsqueda de nuevas fuentes de alimentos e introducción de nuevos productos a nuestra dieta diaria (Pahlen & Mukherjee, 2019).

A su vez, se debe lograr mantener un adecuado estado nutricional en la población, por ello es necesaria la interrelación de una serie de factores como son: la disponibilidad de alimentos, el acceso a ellos y su consumo, lo que significa que la salud dependerá, en gran medida, de los alimentos que se ingieren (Mariño, Núñez, & Gámez, 2015).

Adicionalmente, los requerimientos nutricionales juegan un papel fundamental en la alimentación y estado nutricional de las personas, ya que, este conjunto de valores de referencia de ingesta de energía y de los diferentes nutrientes (proteínas, carbohidratos y grasas), que son esenciales para mantener un buen estado de salud y prevenir la aparición de enfermedades (Oliveira & Marín, 2007).

El requerimiento de nutrientes del ser humano está influido por la esencialidad y función del nutriente, tal es el caso de las proteínas que constituyen uno de los nutrimentos de mayor trascendencia en los seres vivos; son muy importantes como sustancias nitrogenadas necesarias para el crecimiento y la reparación de los tejidos corporales del ser humano, por ello, es importante que se consuman proteínas de alto valor biológico en la dieta diaria (González, Téllez, & Nájera, 2007).

De tal manera, la búsqueda de encontrar nuevas materias primas con fuentes de proteína se torna tema de interés relevante, y se vuelve objeto de investigación en beneficio de la alimentación de la población; al mismo tiempo que aporte los nutrientes necesarios, lo que deja de lado la procedencia que dicho alimento sea o no convencional (Alcívar, 2016).

Es así que, una fuente no convencional para la obtención de proteínas es la lombriz *Eisenia foetida*, este anélido posee un alto contenido proteico (50 - 75 %); es por ello que actualmente es considerado como un recurso biotecnológico de elevado interés nutricional (Pires, 2013).

De manera general, se puede decir que la lombriz *Eisenia foetida* tiene la capacidad de concentrar nutrientes en sus tejidos como las proteínas, lo que hace que este anélido sea fuente y materia prima no convencional que puede ser empleada en la elaboración de productos alimenticios (Peña, Gómez, & B.de A.G, 2015).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), considera que la entomofagia podría cambiar la perspectiva en los hábitos nutricionales del ser humano (Lobato, 2016).

En los últimos años numerosas investigaciones, las cuales, han sido ampliamente estudiadas por su valor nutritivo y aporte nutricional a la dieta diaria, han demostrado que la ingesta de alimentos no convencionales como la entomofagia (consumo de insectos,

anélidos y productos derivados de éstos), logran resultados favorables a los obtenidos con la alimentación convencional (Pérez, 2008).

Conjuntamente, las tendencias y necesidades alimenticias actuales, impulsadas por el mercado, que proponen desarrollar productos saludables, fortificados y funcionales, que permitan un adecuado balance en los requerimientos nutricionales de la población (Ordóñez & Oviedo, 2016).

Sin duda alguna puede resultar una manera económica y muy aceptable de mejorar la calidad de los alimentos con el uso e implementación de la lombriz *Eisenia foetida* en forma de harina en la formulación y manufactura de productos artesanales como el pan.

Ya que, se ha establecido en diversos estudios que, la adición de harina de lombriz mejora la calidad nutrimental del alimento y, se mantienen las características físicas del producto, lo que podría ayudar al enriquecimiento de productos con base en cereales como el pan (Meza, Palacios, & Roque, 2015).

Obtención de harina de lombriz roja californiana

La lombricultura (crianza de lombriz), es una biotecnología que permite la obtención de proteínas a bajo costo con gran interés nutricional, ecológico, adicionalmente, bioacumulación de oligoelementos en el tejido de forma simple y barata, es así que, la lombriz más conocida y empleada en más del 80% de los criaderos del mundo es el anélido *Eisenia foetida* (Marcó, 2012).

Este tipo de anélido puede transformar una gran cantidad de desechos, si están presentes sus requerimientos básicos de temperatura, humedad y aireación; Los principios del cultivo *Eisenia foetida*, en general, son aplicables a todas las especies; sin embargo, según investigaciones realizadas, a la lombriz californiana es la que ha tenido mejor resultado en cuanto a densidad poblacional, lo que la otorga como la mejor alternativa de cultivo de lombriz (Morales, 2010).

El anélido *Eisenia foetida* es de color rojo oscuro, respira por medio de su piel ya que, no tienen pulmones; tienen cerebro, músculos e intestino, 5 corazones y 6 pares de riñones; comen una ración diaria de materia orgánica que tiende llegar a ser su propio peso en alimento; dicho invertebrado tiene un promedio de vida de 4 hasta 15 años, mide de 6 a 8 cm de largo, y de 3 a 5 mm de diámetro y pesa aproximadamente de 0,24 a 1,4 g; son criadas en cualquier lugar donde las temperaturas no superen los 40 °C, los climas templados (14 a 27 °C) son ideales para su reproducción y puede bajo ciertas condiciones llegar a producir hasta 1.300 lombrices al año (Argueta, 2013).

La lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, corresponde a la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la lombriz roja californiana

Lombriz Roja Californiana	
Reino	Animal
Subreino	Metazoo
División	Vermes
Tipo	Anélidos de cuerpo anillado
Orden	Oligoquetos u Oligochaeta
Género	Eisenia
Especie	Foetida

Familia

Lumbricidae

Fuente: (Guzmán & Somarriba, 2004)

Este tipo de lombriz tiene la capacidad de bio-concentrar elementos como Aluminio (Al), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Sodio (Na), Potasio (K) y Fósforo (P), además de poseer en su composición un gran nivel de proteínas, aminoácidos entre los que se destacan la Lisina, Cistina, Metionina, Fenilamina, Isoleucina, Leucina, vitaminas como Niacina, Riboflavina, Tiamina (B1), Ácido Pantoténico (Complejo B), Piridoxina (B6), Vitamina B12, Ácido Fólico, todos estos nutrientes esenciales que necesita el ser humano (Vielma, Carrero, Rondón, & Medina, 2007).

Cabe destacar que estos invertebrados no contraen ni transmiten enfermedades zoonóticas, razón por la cual, es una materia prima ideal en la creación de productos alimenticios (Argueta, 2013).

Adicionalmente, la carne de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), es utilizada como materia prima en la manufactura de harina de lombriz. Para el consumo de la lombriz *Eisenia foetida* como fuente de enriquecimiento no convencional de formulaciones alimentarias, es necesario convertir este material biológico en harina, mediante procesos de secado (liofilización o secado en estufa) y posterior molienda (Vielma, Carrero, Rondón, & Medina, 2007).

Cabe mencionar que la harina de lombriz como producto terminado contiene un balance natural de nutrientes que no se encuentran en otro alimento, esto se debe, a las proteínas de alto valor biológico, con un perfil balanceado de aminoácidos, ácidos grasos insaturados (linoleico, linolénico) entre otros nutrientes (Pires, 2013).

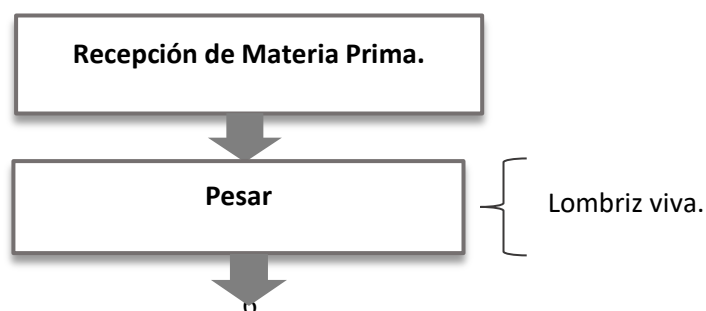
Con esta información se puede mencionar que la harina de lombriz es un alimento y una alternativa ideal como materia prima por su aporte nutrimental proteico, macronutriente esencial en una adecuada alimentación del ser humano.

Producción de harina de lombriz (Materia Prima)

Se ha utilizado como materia prima principal un total aproximado de 4.000 lombrices, conjuntamente, se ha empleado las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), en todas las etapas del proceso tanto en la recepción, limpieza, desinfección de los anélidos, purgado, secado, molienda y envasado del producto, se cumplió de manera adecuada la manufactura en todas las fases de producción del alimento, lo cual, permitió obtener un producto final seguro e inocuo.

Diagrama de proceso de elaboración de la harina *Eisenia foetida*

La obtención de la harina de lombriz roja californiana se ha realizado mediante el siguiente flujograma de elaboración como se muestra en la figura 1:



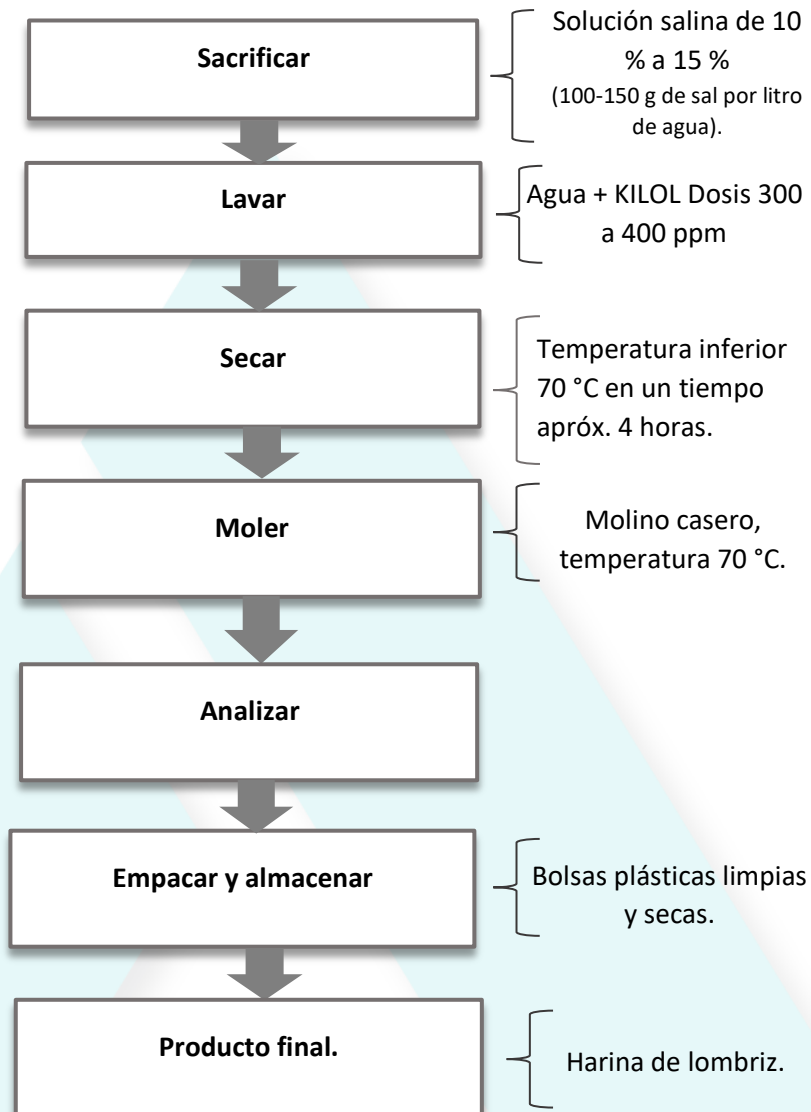


Figura 1. Flujograma de la elaboración de harina de lombriz Eisenia foetida. Fuente: (Atom, 2011)

A continuación, se describe cada una de las fases de producción de la elaboración de la harina de lombriz roja californiana:

- ❖ **Pesado:** Se procedió a pesar la lombriz viva, donde se obtuvo un peso aproximado de 2,2 kilogramos.
- ❖ **Sacrificio:** Se preparó un recipiente de boca ancha, una solución salina de 10 o 15% (100 a 150 gramos de sal por litro de agua) y en él se sumergieron las 4.000 lombrices; lo cual, provocó en la Materia Prima (MP) movimientos violentos en las lombrices generándose el purgado, lo que hizo que el agua se torne a un color verde.
- ❖ **Lavado:** Se llevó a cabo con agua abundante con el propósito de retirar todos los desechos de la purga, hasta que el agua quedó completamente clara. Se dejó escurrir el exceso de agua con una malla que evitó que las lombrices se derramen. Se finaliza el lavado con una solución de KILOL en Dosis 300 a 400 ppm.
- ❖ **Secado:** Se utilizó una lámina metálica, en la cual, se extendieron las lombrices uniformemente y se expusieron al secado a una temperatura de 70 grados centígrados

para evitar que se desnaturalice la proteína. La pasta que se formó en esta fase se removió con facilidad, obtuvo un aspecto vidrioso, frágil y quebradiza; lo cual, ocurre en un intervalo de 4 horas.

- ❖ **Molido:** Se realizó el molido de la masa en un molino casero ajustado según el tamaño de las partículas que se ha deseado obtener en el producto final. Fue de vital importancia el control de la temperatura, ya que, no sobrepasó los 70 grados centígrados, así se evitó daños por desnaturalización temperatura a la proteína.
- ❖ **Empaque y almacenamiento:** Se realizó el empaque al vacío de la cantidad obtenida de harina de lombriz (39 gramos); se utilizó bolsas plásticas limpias y secas, las cuales, se cerraron herméticamente para prevenir exceso de humedad, posterior a ello se ubicó la funda con el producto final en un frasco de vidrio con el fin de evitar posibles riesgos de contaminación e ingreso de humedad al producto elaborado.

El empacado de la harina se lo realizó de esta manera, debido a que, según estudios realizados sobre el proceso de producción de harina de *E. foetida* por Atom (2011), menciona que no es recomendable el uso de las bolsas de papel por cuanto la harina de lombriz se humedece muy fácilmente con la humedad ambiental o atmosférica, lo cual puede facilitar el ataque de hongos u otros patógenos, que la contaminan y degradan rápidamente.

Análisis de las características organolépticas del producto

Este análisis sensorial se llevó a cabo mediante la realización cualitativa de los siguientes parámetros sensoriales: color, olor, sabor y textura.

La información fue obtenida a partir del análisis a 3 gramos muestra de la Materia Prima (harina de *E. foetida*), donde las características organolépticas de la harina de lombriz fueron las siguientes:

Tabla 2. Características organolépticas de la harina de lombriz *Eisenia foetida*

Características Sensoriales	Resultado
Color	Café oscuro
Olor	Parecido a productos del mar
Sabor	Pescado
Textura	Polvo granulado

Las características sensoriales del producto tienen similitud a la harina de pescado, con la única diferencia en el color del alimento, debido a que, la harina de pescado es de tono café claro y la harina de lombriz *Eisenia foetida* es de un tono café oscuro.

Cabe destacar que, no se realizó análisis fisicoquímico a la harina de lombriz, sin embargo, se empleó una adecuada manipulación higiénica a la Materia Prima en todas las fases del proceso productivo y se cumplió con las normas de Buenas Prácticas de Manufactura antes, durante y después del proceso de elaboración, con la finalidad de obtener un producto inocuo.

Formulación empleada en la adición de harina de lombriz *E. Foetida* a una receta de pan artesanal (sal)

Se realizaron las respectivas investigaciones para la elaboración de un pan fortificado a base de harina de lombriz *Eisenia foetida*, donde se estableció que el porcentaje a emplear

en la formulación para la elaboración del pan fortificado es del 5 % de sustitución, dicho porcentaje está basado de diversos estudios e investigaciones que han realizado anteriormente productos alimenticios a partir de harina de anélido roja californiana, como los que se describen a continuación:

- ❖ La investigación denominada “Adición de harina de *Eisenia foetida* a pan dulce para mejorar el contenido proteico” fue realizada por Roblero (2011) en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el objetivo de aumentar el contenido proteico de quequitos a base de harina de trigo y harina de lombriz. Se evaluaron tres concentraciones de harina de lombriz 5 %; 7 %; y 10 %, y los resultados obtenidos mostraron que las muestras preferidas fueron las elaboradas con la formulación de 7 % de harina de lombriz y la de 5 % en todos los atributos, en tercer lugar, la formulación 10 % de harina de lombriz.
- ❖ El trabajo investigativo llamado “Evaluación sensorial de galletas enriquecidas con harina de lombriz (*Eisenia foetida*), obtenidas en diversos sustratos alimenticios” ejecutada en la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia; realizó una prueba sensorial, con el objeto de establecer el grado de aceptación del sabor de galletas dulces, enriquecidas con harina de lombrices provenientes de diversos sustratos alimenticios. Se evaluaron muestras de galletas: no enriquecidas con harina de Lombriz G 1, enriquecidas con 5 % de harina de lombriz mantenida en: estiércol de equinos G 2, hojas de Neem G 3, y fibra de palma aceitera G 4 y se detectó diferencias en cuanto a las galletas sin harina de lombriz G 1, fueron las más aceptadas, seguidas por las galletas enriquecidas con hojas de Neem G 3, y las menos aceptadas fueron aquellas enriquecidas con fibra de palma aceitera y de estiércol equino. Estos resultados sugieren que el sustrato utilizado en la alimentación de las lombrices atribuye y define el sabor de las galletas y por tanto su aceptación (Sánchez et al., 2005).
- ❖ El estudio realizado por Meza, Palacios, & Roque (2015), denominado “Pasta artesanal enriquecida con harina de lombriz (*Eisenia foetida*) para consumo humano” Para la elaboración de la pasta se utilizaron dos formulaciones de 5 % y 10 % de harina de lombriz; la composición nutrimental de la pasta obtuvo cantidades significativas de kilocalorías, proteínas, lípidos y carbohidratos, la cual, la convierte en una buena opción para el consumo humano, ya que, cubre en pocas porciones una parte de los porcentajes de los nutrimentos requeridos en la alimentación humana.

Es así como, el rango recomendable para utilizar harina de lombriz en la fortificación y producción de alimentos de origen panario es del 5 % al 10 %; por ser parámetros porcentuales antes empleados por personal e investigadores con experiencia en el ámbito alimentario (Torres, 2020).

Para la manufactura del pan fortificado a base de harina de lombriz *Eisenia foetida* objeto de estudio, se estableció una formulación del 5 % de sustitución de harina de trigo con este producto no convencional a una receta básica de pan de sal, porcentaje adecuadamente óptimo a la producción del alimento.

Además, se utilizó como Materia Prima (MP), los siguientes ingredientes para la preparación de 40 panes artesanales fortificado con el 5 % de harina de *Eisenia foetida*:

Tabla 3. Formulación para elaborar 40 panes artesanales con harina de *Eisenia foetida*

Ingredientes	Cantidad de producto para elaborar 40 panes (g)
95 % Harina De Trigo	724,28
5 % de Harina de <i>Eisenia foetida</i>	38,12
Agua	333,33
Manteca	83,33
Azúcar	25
Levadura	15
Sal	5
Huevo	30
Gramos totales de producto	1170, 73 gramos

Cálculo de la cantidad de harina a utilizar

A continuación, se describe la fórmula que determinó los valores correspondientes de la cantidad de harina de lombriz, de trigo y su respectivo porcentaje para producir el pan artesanal con *Eisenia foetida*:

$$\%HL = \frac{100 * HL}{G.T.H.F}$$

Donde:

- **X**= Gramos de harina de lombriz.
- **% HL** = Porcentaje a utilizar de harina de lombriz.
- **G.T.H.F** = Gramos totales de harina fortificada.

$$X = \frac{G.T.H.F. * \% H.L}{100} \quad \Rightarrow \quad X = \frac{762,4 \text{ gr} * 5}{100} = 38,12 \text{ gr}$$

Figura 2. Fórmula para obtener la cantidad a utilizar de Harina de Eisenia foetida

Mediante esta fórmula se obtuvo como resultado que 38,12 gramos de harina de anélido equivalente al 5 % se debe usar en el proceso de elaboración del pan artesanal.

Una vez adquirida la formulación del porcentaje de harina de lombriz, se detalló en la tabla 4, los datos sobre la adición de la harina de trigo más la harina de lombriz, lo que da como producto una harina fortificada:

Tabla 4. Cantidad de harina fortificada (H. de trigo + H. de lombriz)

Harina de trigo (g)	Porcentaje de H. de lombriz a utilizar	Harina de lombriz (g)	Harina total (g)
724,28 g	5 %	38,12 g	762,4 g

Diagrama de proceso del pan artesanal fortificado con harina *Eisenia foetida*

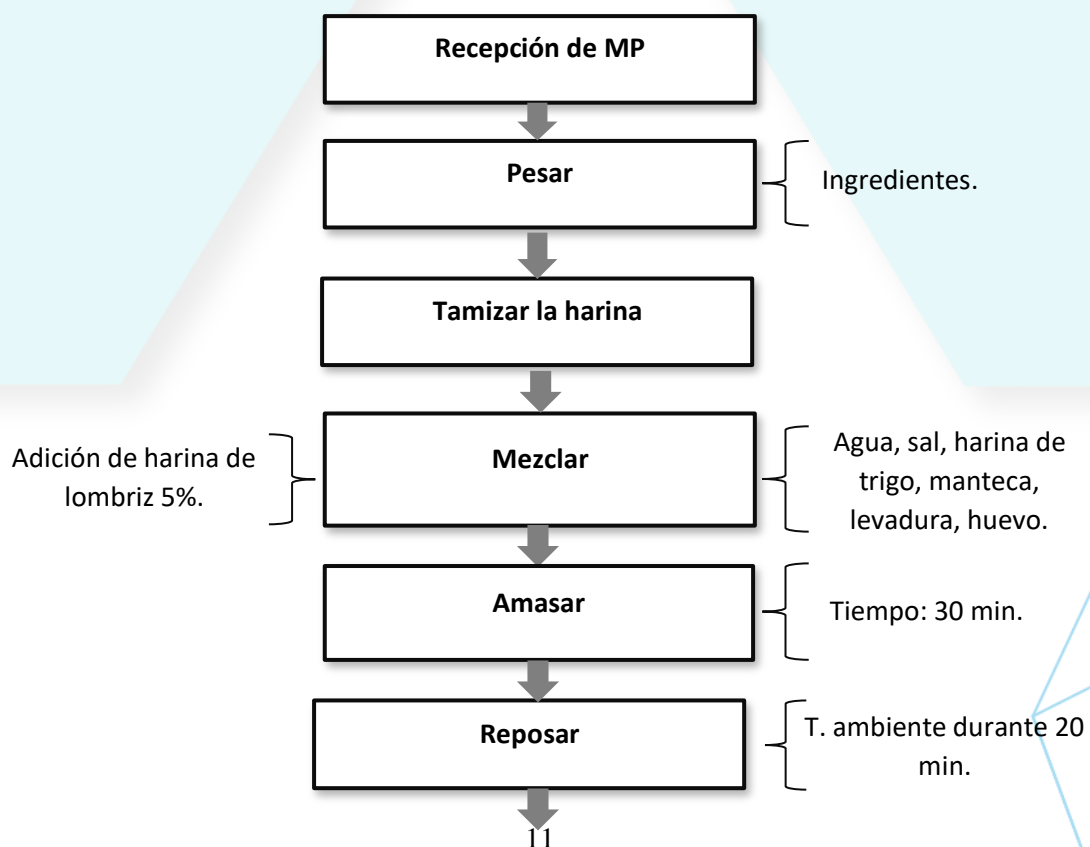
De acuerdo al Codex Alimentarius (2015), los alimentos fortificados son aquellos productos que han recibido un aporte adicional de proteínas, aminoácidos, minerales, ácidos grasos y/o vitaminas a su composición natural, con la finalidad de agregar parte de esos nutrientes que se han perdido en su procesamiento, con el propósito de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de personas, constituyéndose como una estrategia alimentaria para prevenir y controlar la deficiencia de nutrientes (Martínez & Mazariegos, 2013).

Según la reglamentación técnico-sanitaria para la fabricación, circulación y comercio del pan y panes especiales (1984), el pan es un producto perecedero que resulta de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible, agua y levadura (Roblero, 2011).

La inclusión de algún componente en especial conlleva a la transformación del pan común a un pan especial, entre los ingredientes que se le pueden añadir al pan están los aditivos y los coadyuvantes tecnológicos que se emplean en baja proporción, el objetivo principal es aumentar el valor nutritivo o determinar el sabor del producto (Mesas & Alegre, 2002).

Para la producción del pan se tomó como base la Norma Técnica Ecuatoriana Requisitos del Pan (NTE INEN 2945, 2016), además se realizó la manufactura del alimento bajo las normas de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Buenas Prácticas de Higiene (BPH); se hizo una correcta manipulación en la fabricación del alimento desde la recepción de la materia prima hasta el producto final, lo que garantiza que el producto se encuentra libre de cualquier contaminante que altere la composición del pan, lo que asegura la inocuidad del producto final.

La manufactura del pan artesanal (sal) fortificado con harina de lombriz roja californiana *Eisenia foetida* constó de las siguientes fases productivas:



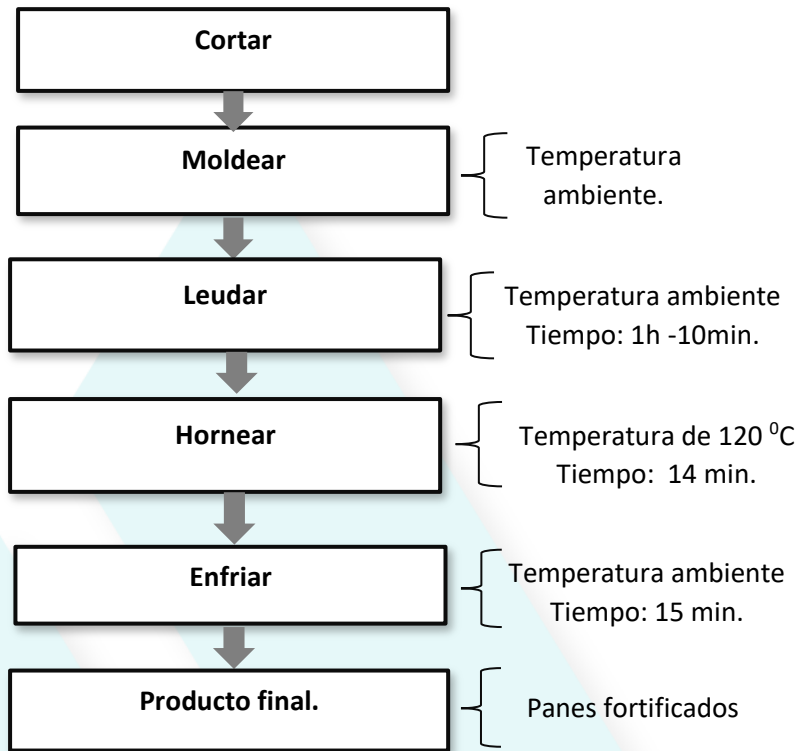


Figura 3. Flujograma del pan artesanal fortificado con harina *Eisenia foetida*

A continuación, se describe cada una de las fases de producción del pan artesanal con harina de *Eisenia foetida*:

- ❖ **Pesar:** Se realizó el pesado de los ingredientes para obtener la cantidad exacta de 40 panes fortificados.
- ❖ **Tamizar:** El tamizado evitó la presencia de materiales extraños en la materia prima y grumos en el proceso del amasado.
- ❖ **Mezclar:** En esta etapa del proceso se incorporaron todos los ingredientes para la elaboración del pan (sal) con la harina de lombriz.
- ❖ **Amasar:** Con el amasado se logró obtener una mezcla homogénea de los ingredientes, por medio del trabajo físico efectuado al amasado se añadió resistencia al producto final.
- ❖ **Reposar:** Se dejó reposar durante 20 minutos a temperatura ambiente, con el fin de que se recupere la masa de la desgasificación sufrida durante el amasado.
- ❖ **Cortar y moldear:** Se realizó el cortado de la masa para obtener el mismo peso y la misma forma de los bolillos al momento de realizar el pan.
- ❖ **Leudar:** El reposo de la masa tuvo un tiempo aproximado de 1 hora con 10 minutos; tiempo determinado para la activación de la levadura y mejora de las características organolépticas del alimento.
- ❖ **Hornear:** El horneado se llevó a cabo en un horno industrial con una temperatura de 120 °C durante 14 minutos.
- ❖ **Enfriar:** El enfriado del pan se realizó a temperatura ambiente durante un tiempo de 15 minutos, y se obtuvo el producto final. Se obtuvieron 40 panes fortificados con la formulación de pan empleada en este estudio.

RESULTADOS

Técnicas de Análisis empleadas en el producto final

Se realizó el análisis bromatológico al pan fortificado con *Eisenia foetida*, la muestra que se tomó como referencia fue la cantidad de 200 gramos de producto, dicha muestra tenía una temperatura ambiente entre los 22 °C y 33 °C, además poseía una humedad relativa de alrededor de 24 % a 62 %.

Los parámetros que analizar del producto fueron: carbohidratos totales, ceniza, fibra, humedad, grasa y proteínas; realizados mediante las siguientes técnicas de análisis y su respectivo método de referencia:

Tabla 5. Técnicas de Análisis de alimentos y Métodos analíticos de referencia

Parámetros	Técnicas	Método de Referencia
Fibra	Gravimétrico	MMQ - 12 NTE INEN 522 Modificado
Cenizas	Gravimétrico	AOAC 21TH 2019, 930.22 Modificado
Grasa	Gravimétrico	MMQ - AOAC. 21TH 2019, 935.38 Modificado
Proteínas (N x 6,25)	Kjeldahl	MMQ - 331 AOAC 21TH 2019, 950.36 Modificado
Humedad	Gravimétrico	AOAC 21TH 2019, 926.05 Modificado
Carbohidratos totales por diferencia	Cálculo	MMQ – 198

Fuente: Laboratorio AVVE, (2021)

Análisis bromatológico del pan artesanal con *Eisenia foetida*

Como se refleja en la tabla 5, los valores de cada parámetro están bajo la misma unidad que es el gramo, lo que significa: Por cada 100 gramos de muestra de pan fortificado la cantidad que se obtiene se describe en gramos:

Tabla 6. Resultado del análisis bromatológico del pan artesanal con *Eisenia foetida*

Parámetros	Unidad	Resultados
Fibra	g / 100 g	0,44
Cenizas	g / 100 g	1,47
Grasa	g / 100 g	11,06
Proteínas (N x 6,25)	g / 100 g	13,18
Humedad	g / 100 g	30,92
Carbohidratos totales	g / 100 g	43,37

Fuente: Laboratorio AVVE, (2021)

Se obtuvo 0,44 gramos de fibra alimentaria; un porcentaje de ceniza de 1,47; asimismo la grasa presente en la muestra fue 11,06 gramos; en Humedad se tuvo un valor de 30,92; los carbohidratos poseen un número relativamente adecuado de 43,37 g; y finalmente el valor de proteínas que contiene el alimento es de 13,18 gramos lo que lo hace a simple vista un resultado favorable, ya que, si ha incrementado su valor proteico.

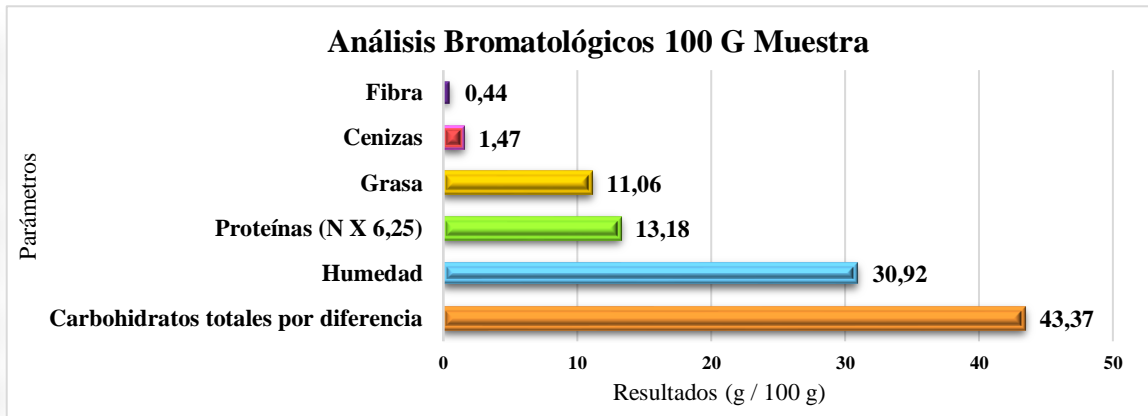


Figura 4. Análisis bromatológico del pan artesanal con Eisenia foetida

Determinación de los resultados obtenidos del pan artesanal de lombriz según las normativas vigentes sobre la elaboración del pan

Tabla 7. Normativas vigentes sobre la elaboración del pan y valores del pan artesanal con *Eisenia foetida*

Requisitos Físicoquímicos del pan según la normativa	Grasa (%)		Carbohidratos (%)		Proteína (%)		Fibra (%)		Humedad (% m/m)		Ceniza (%)	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2945: 2016	----	----	----	----	----	----	----	----	----	45 %	----	----
Norma Técnica Colombiana NTC 1363:2005	6 %	18 %	----	----	9 %	----	----	----	20 %	40 %	----	----
Norma Venezolana COVENIN 226 - 88			----	----	7,5 %	----	0,15 %	----	----	38 %	----	2 %
Norma Dominicana NORDOM 197 (1ra. Rev.)	6 %	18 %	----	----	9 %	----	----	----	20 %	40 %	----	1,3 %
Norma Mexicana NMX-F-159-1983	0,8 %	4 %	----	----	7 %	----	0,2 %	0,4 %	30 %	38 %	----	2,5 %
PAN <i>Eisenia foetida</i>	11,6 %		43,37 %		13,18 %		0,44 %		30,92 %		1,47 %	

Fuente: Normas Internacionales (NTE INEN 2945, 2016); (NTC 1363, 2005); (COVENIN 226, 88); (NORDOM, 197); (NMX-F-159, 1983)

Como se muestra en la tabla 7, se ha utilizado como referencia las siguientes normativas (nacional e internacionales) sobre elaboración del pan, debido a que, la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2945:2016 solo especifica los parámetros que debe cumplir el alimento en cuanto al porcentaje de humedad.

Es por ello, que se emplearon las normativas de los países de Colombia, Venezuela, República Dominicana y México, ya que, los países antes mencionados poseen los requisitos que debe cumplir el producto panario y, por ende, se puede hacer una adecuada determinación con los valores obtenidos y los rangos que establecen dichas normas internacionales:

- ❖ Norma Técnica Colombiana: NTC 1363:2005
- ❖ Norma Venezolana COVENIN 226 – 88
- ❖ Norma Dominicana NORDOM 197
- ❖ Norma Mexicana NMX-F-159-1983

Comparación de los resultados obtenidos del pan artesanal con los parámetros establecidos según las normativas vigentes objeto de estudio

Se puede identificar mediante los parámetros de Grasa que poseen la Norma Técnica Colombiana y la Norma Dominicana que el valor de 11,6 % de lípidos del pan de lombriz, está dentro de los rangos establecidos por estas normativas, lo que lo convierte al producto de *Eisenia foetida* aceptable en este nutriente.

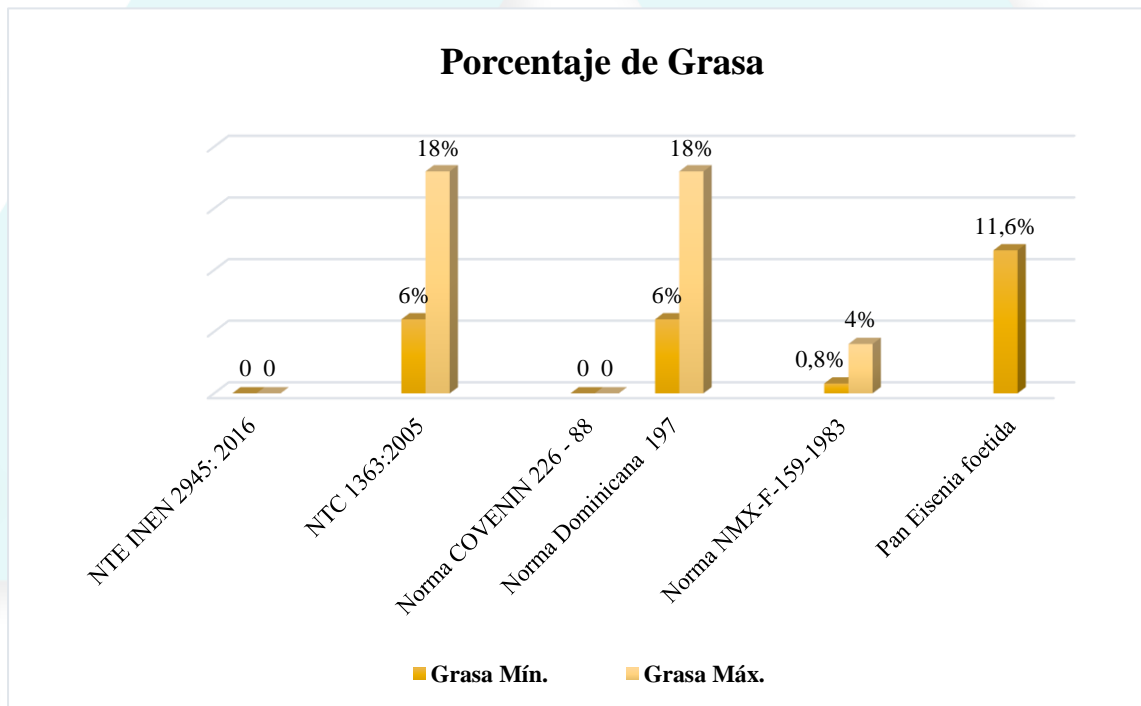


Figura 5. Porcentaje de Grasa

A nivel de los carbohidratos ninguna normativa de las que son objeto de análisis ha establecido un porcentaje en el producto panario. Cabe mencionar que se analizó este parámetro con el fin de conocer el valor que contenía en su composición el pan fortificado y dio como resultado el 43,37 % de Hidratos de Carbono presentes en el alimento.

Porcentaje de Carbohidratos

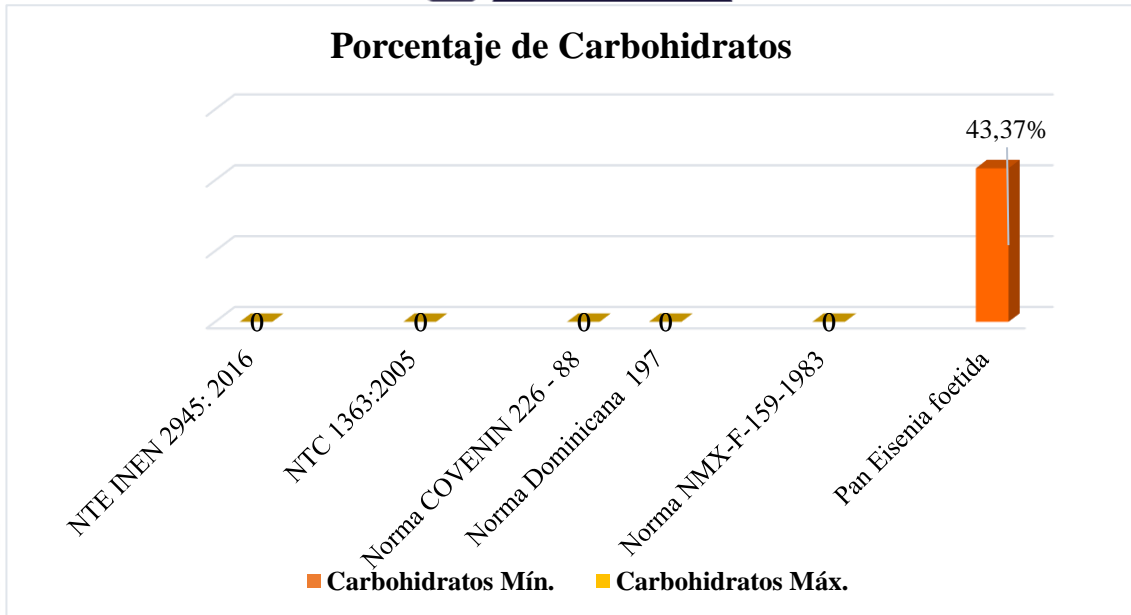


Figura 6. Porcentaje de Carbohidratos

Asimismo, los datos obtenidos en cuanto a las proteínas muestran que el pan de lombriz *Eisenia foetida* tiene un incremento significativo en el valor proteico de 4,18 % si se toma como referencia la norma Colombiana y Dominicana y de 5,68 % a 6,18 %, si se compara con el rango que oscila entre el 7 % a 7,5 % de las normas reglamentarias de Venezuela y México; se muestra que el incremento de proteínas que posee el pan fortificado determina que el uso de la harina de lombriz permitió el aumento y mejoramiento del valor proteico en el alimento.

Cabe recalcar que, la normativa nacional Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2945:2016 ni las internacionales han establecido un valor máximo de porcentaje proteico que se deba registrar para la fabricación del pan.

A su vez, se puede garantizar que el pan de *Eisenia foetida* es un alimento fortificado, ya que, aumentó en proporción los componentes proteicos del producto al agregar harina de lombriz roja californiana a su formulación básica, lo que da como resultado un producto nutricionalmente saludable por su contenido proteínico.

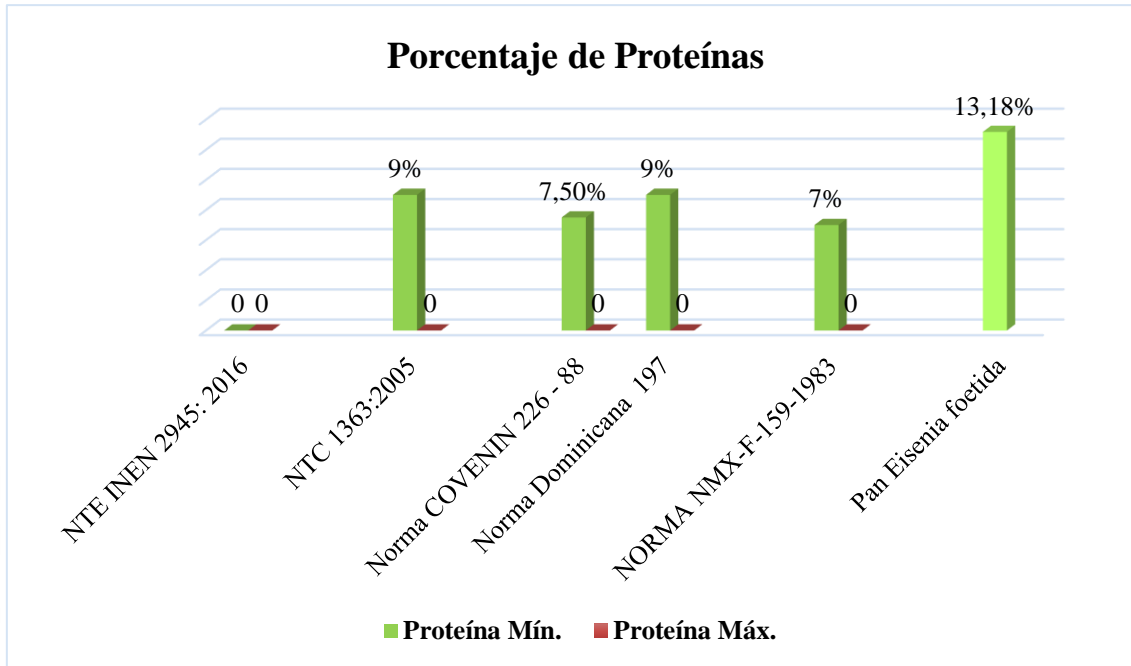


Figura 7. Porcentaje de Proteínas

Por consiguiente, la fibra no tiene un valor descrito que deba cumplirse por normativas de países como Ecuador, Colombia y R. Dominicana. No obstante, se ha tomado en cuenta que la normativa venezolana que indica un porcentaje mínimo que debe tener en su composición el pan (0,15 %) al igual que la normativa mexicana define que el valor fijo es 0,20 % a 0,40 % de fibra alimentaria.

El dato obtenido de fibra en el pan de *Eisenia foetida* es de 0,44 %, esto significa que al igual que las proteínas, este parámetro posee un incremento de 0,04 %, debido a la composición fisiológica de la lombriz roja californiana en componentes y nutrientes que dan origen a la fibra que está proporcionada en el producto final. Adicionalmente, la fibra a nivel nutricional ha mostrado ser un componente de la dieta esencial para un estado óptimo de salud, por lo que es de suma importancia su consumo.

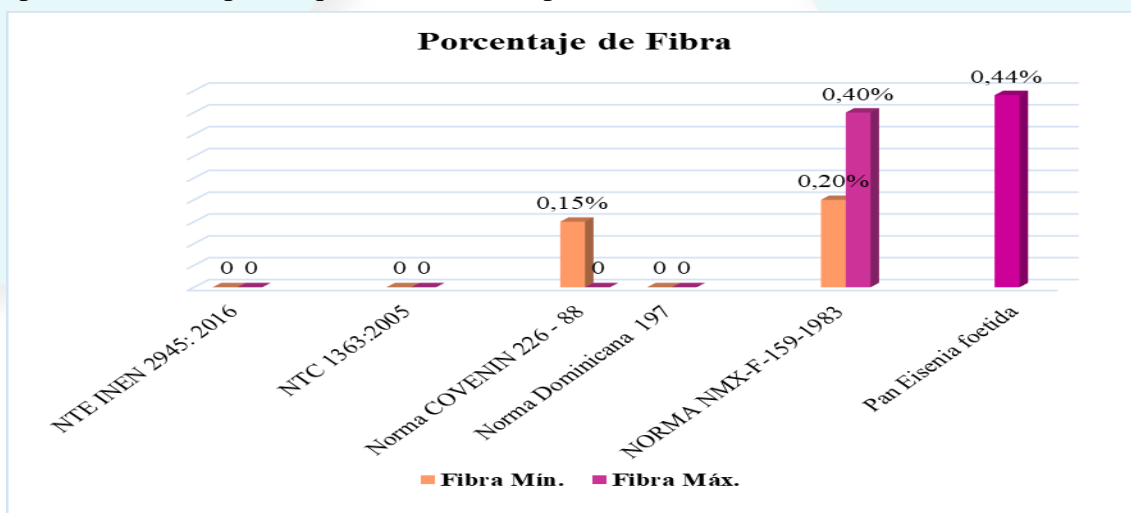


Figura 8. Porcentaje de Fibra

La Humedad es el único requisito de análisis que está presente en todas las normativas de elaboración del pan antes descritas; los rangos máximos permisibles de humedad oscilan de 20 a 45 %, se puede observar que la humedad del pan de lombriz *Eisenia foetida* está dentro del rango de todas las normas legales con un valor de 30,92 % y cumple tanto nacional como internacionalmente este requerimiento.

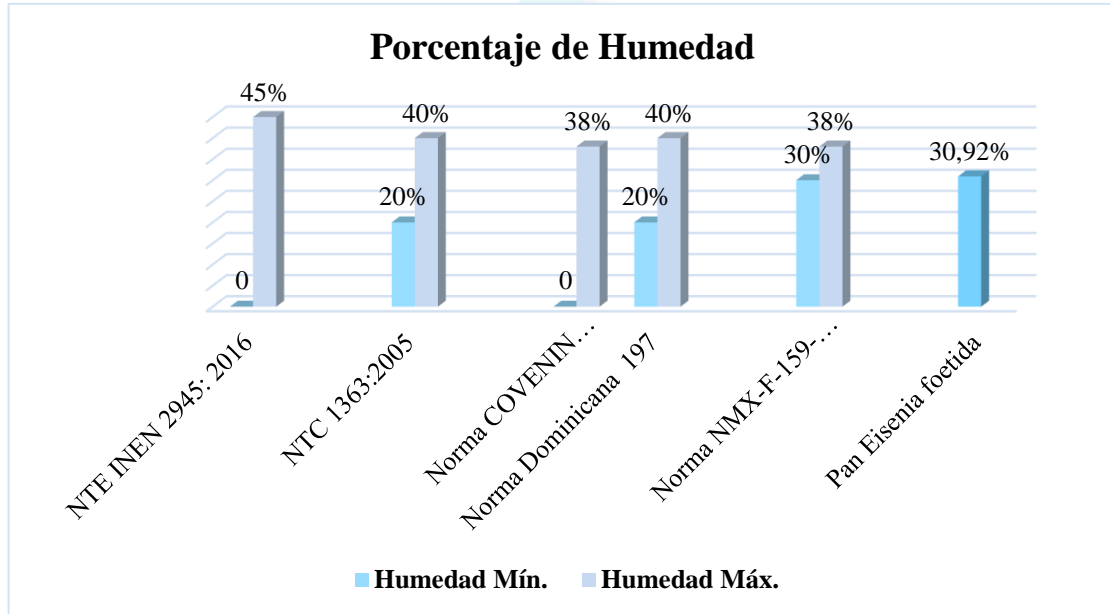


Figura 9. Porcentaje de Humedad

Las cenizas obtenidas del producto final fueron de 1,47 %, dicho valor es aceptable en la normativa venezolana y mexicana; cabe mencionar que las normas legales de Ecuador y Colombia no tienen un porcentaje establecido para la medición de este requerimiento.

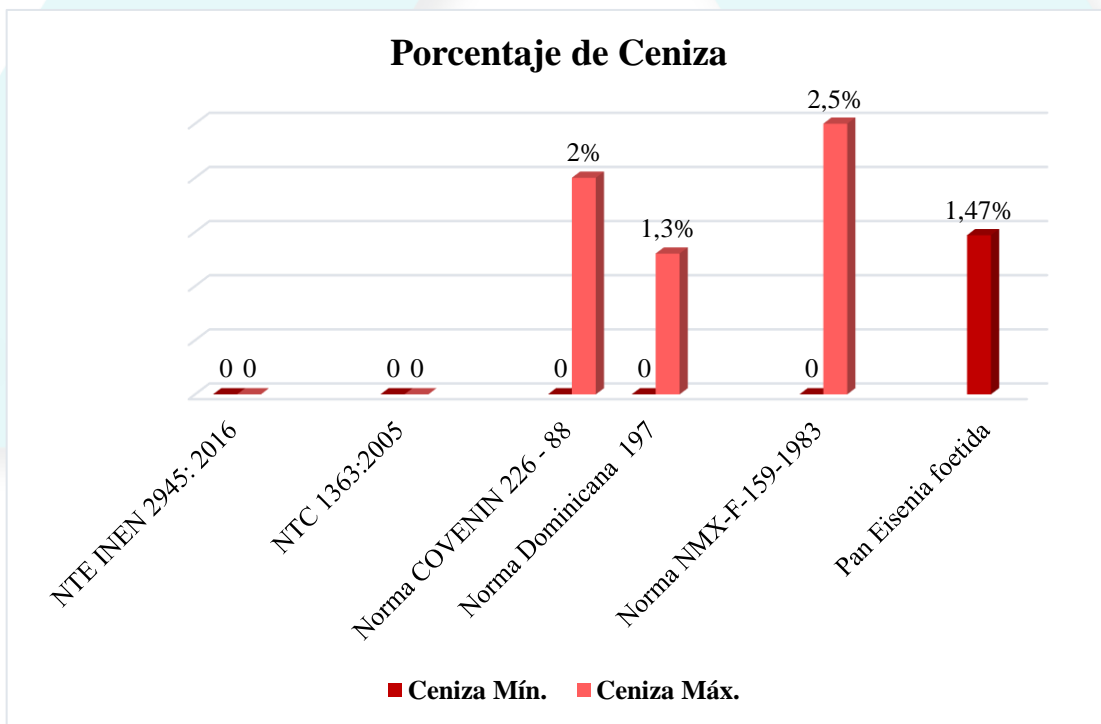


Figura 10. Porcentaje de Ceniza

Determinación del porcentaje de nutrientes según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2: 2011 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano.

Esta norma establece los requisitos mínimos que debe cumplir el rotulado nutricional de los alimentos procesados, envasados y empaquetados; y en su alcance comprende la declaración de nutrientes.

De acuerdo, a los requisitos de esta normativa la tabla a continuación presenta los nutrientes de declaración obligatoria, así como los valores de Valor Diario Recomendada (VDR).

Tabla 8. Nutrientes de declaración obligatoria y Valor Diario Recomendado (VDR)

Nutrientes a Declararse	Unidad	Niños mayores de 4 años y adultos
Valor energético, energía (calorías)	kJ	8 380
	kcal	2 000
Grasa total	g	65
Carbohidratos totales	g	300
Proteína	g	50
Fibra	g	25

Fuente: (NTE INEN 1334-2, 2011)

A continuación, se describen los cálculos que se realizaron a cada nutriente del pan fortificado para la obtención del porcentaje según su Valor Diario Recomendado (VDR) por la normativa vigente:

Tabla 9. Cálculo de porcentaje de nutrientes basado en el resultado obtenido del análisis del producto

Nutriente	Valor Diario Recomendado (g)	Resultado Obtenido del análisis del producto (g)	Porcentaje Obtenido (%)
Grasa total	65	11,06	17
Carbohidratos totales	300	43,37	14
Proteína	50	13,18	26
Fibra	25	0,44	2

Comparación del valor nutrimental proteico del pan fortificado con harina de lombriz roja californiana con la información nutricional de tres panes comerciales.

Se realizó la comparación de los valores nutricionales que poseen tres panes procesados de acuerdo con su información nutricional del rotulado con los valores del pan artesanal de lombriz *Eisenia foetida*, esto con el propósito de conocer la cantidad de proteínas que poseen los distintos productos panarios y determinar si existe o no algún incremento en el valor proteico del pan artesanal que contiene harina de anélido.

Cabe mencionar que, los datos objeto de análisis descritos en la siguiente tabla 10 corresponden a 100 gramos de producto panario:

Tabla 10. Comparación del valor nutricional del pan de lombriz con otros panes por cada 100 g de producto

Tipo De Pan	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL									
	Proteínas		Grasa Total		Hidratos de Carbono		Fibra		Valor Energético	
	Cantidad (g/100g)	V D (%)	Cantidad (g/100g)	V D (%)	Cantidad (g/100g)	V D (%)	Cantidad (g/100g)	VD (%)	Kilojulio (Kj)	Kilocaloría (Kcal)
Pan de Lombriz	13,18	26 %	11,06	17 %	43,37	14 %	0,44	2 %	1363 Kj	326 Kcal
Pan de Sal	8	16 %	4,8	7 %	58	19 %	N/A	N/A	1326 Kj	316 Kcal
Pan Enrollado	9	18 %	5	8 %	52	17 %	N/A	N/A	1397 Kj	367 Kcal
Pan Mixto	8	16 %	6	10 %	58	20 %	N/A	N/A	1340 Kj	320 Kcal

Como se muestra en la tabla 10, el valor proteico del pan de lombriz es mayor entre un 8 % en el pan enrollado y 10 % en el pan de sal y el pan mixto, esto se debe a que, la harina de *Eisenia foetida* le proporcionó al pan fortificado un incremento proteico por la composición nutrimental del anélido y se refleja detalladamente en la figura 11.

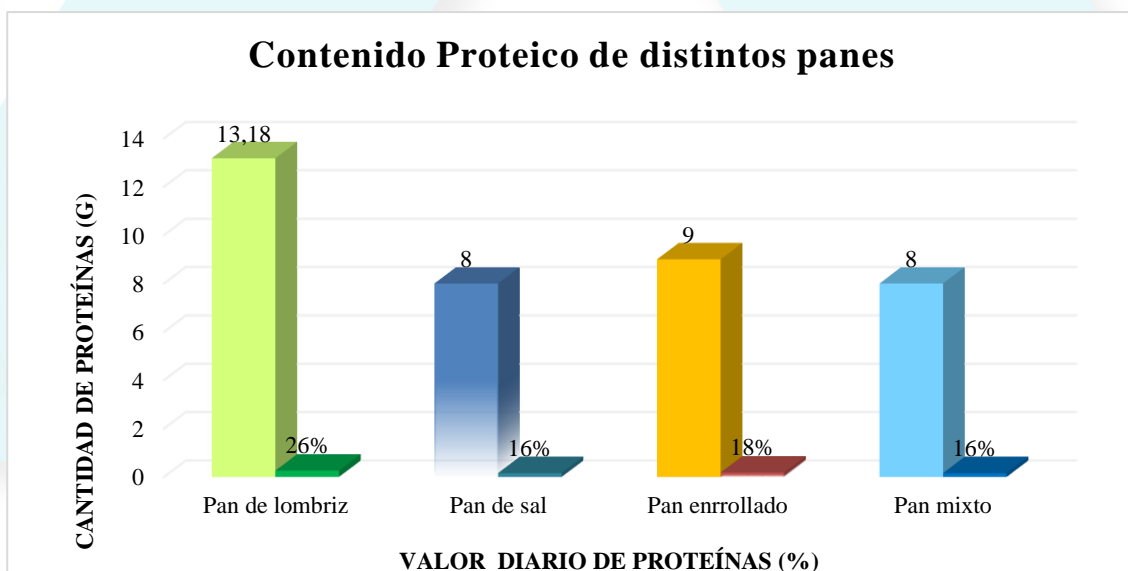


Figura 11. Contenido proteico de diferentes panes

Adicionalmente, el contenido de carbohidratos en el pan de lombriz es menor entre 3 % a 6 %, en comparación de los otros tipos de panes, asimismo se puede observar que el pan fortificado con *E. foetida* es el único que posee fibra en su composición nutrimental con una cantidad de 0,44 gramos equivalentes al 2 % según el Valor Diario Recomendado (VDR).

CONCLUSIONES

Se elaboró un pan artesanal con el 5% de adición de harina *Eisenia foetida*, posteriormente se realizó el análisis bromatológico al producto, donde, se obtuvo 0,44 gramos de fibra alimentaria; ceniza de 1,47 %; 11,06 gramos de grasa presente en el alimento, Humedad de 30,92 %; de carbohidratos 43,37 g; y 13,18 gramos de proteínas que contiene el alimento fortificado. Conjuntamente, se ha comparado los datos obtenidos del análisis realizado al producto con los parámetros y rangos a cumplir según normativas nacionales e internacionales para la elaboración del pan, donde, se pudo corroborar que los valores del pan de lombriz están dentro del rango de ciertos parámetros (grasa, humedad y ceniza), lo que lo convierte en un producto fisicoquímicamente aceptable.

Además, se comparó los valores nutrimentales del pan de lombriz con tres productos comerciales panificables, donde, se obtuvo un incremento proteico entre 8 % – 10 % a diferencia de los otros alimentos de origen panario; de 8 % en el pan enrollado y 10 % de valor proteico más en el pan artesanal con *E. foetida* que en el pan de sal y el pan mixto, es decir, que si existió un mejoramiento en el valor nutreico del producto; resultado de la incorporación de harina de lombriz a la formulación del pan, composición nutrimental del anélido y fortificamiento del producto final en este nutriente.

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que la harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), es un alimento no convencional que contiene una buena fuente de proteínas, lo que mejora el contenido proteico mediante su adición en la producción de alimentos como el que fue objeto de este estudio.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcívar, U. (2016). Influencia de los tipos de secado para la obtención de harina de Lombriz Roja californiana (*Eisenia foetida*) a escala piloto. *SciELO*, 36(2), 187-196. doi:ISSN 2224-6185
- Argueta, A. (25 de Mayo de 2013). Uso de harina de coqueta roja (*Eisenia foetida*) como suplemento proteico en dietas para pollos de engorde”. *Uso de harina de coqueta roja (Eisenia foetida) como suplemento proteico en dietas para pollos de engorde*”, 1-41. (A. Argueta, Ed.) San Carlos, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado el 28 de Mayo de 2021, de Repositorio del sistema bibliotecario de la Universidad de San Carlos de Guatemala.: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/2226>
- Atom. (Junio de 2011). *Elaboración de la harina de lombriz*. Recuperado el 30 de Mayo de 2021, de <http://lombricultura-en.blogspot.com/2011/06/elaboracion-de-la-harina-de-lombriz.html>
- Codex Alimentarius. (2015). *Alimentos Fortificados*. Recuperado el 16 de Mayo de 2021, de INCAP: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.: <http://www.incap.int/index.php/es/alimentos-fortificados4>
- COVENIN 226. (88). *Norma Venezolana COVENIN 226 - 88*. Recuperado el 25 de Julio de 2021, de Pan: 1era Revisión: <http://www.sencamer.gov.ve/sencamer/normas/226-88.pdf>
- Echeverría, E. (26 de Junio de 2019). *Formas no convencionales de alimentación*. Recuperado el 12 de Mayo de 2021, de <https://es.scribd.com/document/414530431/Formas-No-Convencionales-de-Alimentacion>
- FAO. (2018). *Entendiendo LOS PROBLEMAS DE MALNUTRICION*. Recuperado el 21 de Mayo de 2021, de FAO: <http://www.fao.org/3/i3261s/i3261s04.pdf>
- González, L., Téllez, A., & Nájera, H. (Abril-Junio de 2007). Las proteínas en la Nutrición. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 8(2), 1-7. Recuperado el 28 de Julio de 2021, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2007/spn072g.pdf>
- Guzmán, F., & Somarriba, R. (2004). *Guía de Lombricultura*. Recuperado el 12 de Junio de 2021, de Universidad Nacional Agraria: <https://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>
- Izaurieta, M. (2018). *La importancia de la suplementación de nutrientes al iniciar la tercera edad*. Recuperado el 14 de Mayo de 2021, de Artículo de Granotec: <https://www.granotec.com/articulos-granotec/185-la-importancia-de-la-suplementacion-de-nutrientes-al-iniciar-la-tercera-edad>
- Laboratorio AVVE. (2021). *Resultados de los análisis realizados al pan fortificado con Eisenia Foetida*. Informe de Ensayos, Guayaquil. Recuperado el 17 de Julio de 2021

- 28 de Julio de 2021, de Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.: <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-2-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf>
- NTE INEN 2945. (Octubre de 2016). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 2945:2016*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2020, de Requisitos del Pan: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2945.pdf
- Olveira, F., & Marín, G. (2007). Actualización en requerimientos nutricionales. *Endocrinol Nutr.*, 54(2), 17-29. Recuperado el 28 de Julio de 2021, de <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-pdf-S1575092207715231>
- Ordóñez, G., & Oviedo, R. (13 de Enero de 2016). Alternativas de Aprovechamiento de Harinas no Tradicionales para la Elaboración de Pan Artesanal. *Alternativas de Aprovechamiento de Harinas no Tradicionales para la Elaboración de Pan Artesanal.*, 110, 1-149. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Repositorio DSpace, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el 20 de Mayo de 2021, de Space - Red de Repositorios de Acceso Abierto del Ecuador: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/31640>
- Pahlen, C., & Mukherjee, K. (12-13 de Febrero de 2019). *Primera Conferencia Internacional FAO/OMS/UA sobre Inocuidad Alimentaria: El cambio climático y sus repercusiones sobre la inocuidad alimentaria*. Recuperado el 26 de Julio de 2021, de FAO: <http://www.fao.org/3/CA2963ES/ca2963es.pdf>
- Patel, S., Rasul, H., & Rauf, A. (Abril de 2019). Tendencias en Ciencia y Tecnología de Alimentos. *ScienceDirect*, 86, 352-359.
- Peña, E., Gómez, J., & B.de A.G, T. (2015). *Harina de lombriz: suplemento proteico para consumo animal y humano*. Recuperado el Septiembre de 2020, de <https://www.grupoagricoladecuba.gag.cu/media/Agrotecnia/pdf/2007/Revista1/12.pdf>
- Pérez, J. M. (1 de Diciembre de 2008). *Alimentos no convencional*. Recuperado el 14 de Mayo de 2021, de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/15487985/Alimentos-no-Convencionales-bromatologia>
- Pires, M. (2013). *Harina de lombriz: Una alternativa saludable para nuestra alimentación*. Recuperado el 26 de Mayo de 2021, de http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/299/2013_N_328.pdf?sequence=1
- Roblero, B. B. (Abril de 2011). Adición de harina de Eisenia foetida a pan dulce para mejorar el contenido proteico. *Adición de harina de Eisenia foetida a pan dulce para mejorar el contenido proteico.*, 1-63. (B. B. Roblero, Ed.) Buenavista, Saltillo, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Recuperado el 1 de Junio de 2021, de Departamento de ciencia y tecnología de alimentos: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/471/61783s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sánchez et al. (2005). “Evaluación sensorial de galletas enriquecidas con harina de lombriz (*Eisenia*), obtenidas en diversos sustratos alimenticios”: Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. Recuperado el 18 de Julio de 2021, de Animal Products: <http://www.bioline.org.br/pdf?la05018>
- Soares de Castro, R., Ohara, A., Gonçalves, J., & Fontenele, M. (Junio de 2018). Propiedades nutricionales, funcionales y biológicas de las proteínas de los insectos: procesos de obtención, consumo y desafíos futuros. *ScienceDirect*, 76, 82-89. Recuperado el 23 de Mayo de 2021, de <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/tag/beneficios-de-comer-insectos/>
- Torres, F. (2020). Elaboración de un pan fortificado con harina de lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*) con características sensoriales aceptables para personas con malnutrición. 1-90. Daule, Guayas, Ecuador. Recuperado el Mayo de 2021
- Vega, d. M. (Julio-Diciembre de 2015). Propiedades físicas y sensoriales de un pan fresco, con la adición de las enzimas, lacasa, xilanasas y lipasa. *Revista EIA - Escuela de ingeniería de Antioquia*, 12(24), 87-100. Recuperado el 20 de Mayo de 2021, de <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n24/n24a06.pdf>
- Vielma, R., Carrero, P., Rondón, C., & Medina, A. (Enero-Junio de 2007). Comparación del contenido de minerales y elementos traza en la harina de lombriz de tierra *Eisenia Foetida* utilizando dos métodos de secado. *ABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 19(1), 83-89. doi:1315-0162
- Yepes, T. A. (Junio de 2019). Dieta saludable. *Scielo*, 21(1), 9-14. Recuperado el 13 de Mayo de 2021, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082019000100009