UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIAS

INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL

TÍTULO

"REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL APORTE NUTRICIONAL DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES A BASE DE AMARANTO (*Amaranthus spp)*"

AUTOR

ERIKA CECILIA RODRIGUEZ MORA

WENDY PAOLA TONATO PINDUISACA

DIRECTOR DE PROYECTO / TRABAJO

MSc. VICENTE FABRICIO DOMÍNGUEZ NARVÁEZ

Puyo – Ecuador

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Quienes suscriben Erika Cecilia Rodriguez Mora con C.I 210057243-3; Wendy Paola Tonato Pinduisaca con C.I 150110775-7, hacen constar que son autores del Trabajo de Integración Curricular titulado: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL APORTE NUTRICIONAL DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES A BASE DE AMARANTO (*Amaranthus spp*) el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Msc. Vicente Fabricio Domínguez Narváez. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

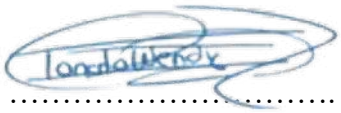
En el cantón Pastaza, a los 7 días del mes de julio del 2021.



…….

Erika Cecilia Rodriguez Mora

C.I: 210057243-3



…….

Wendy Paola Tonato Pinduisaca

C.I: 150110775-7

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del Trabajo de Integración Curricular aprueba el Trabajo de Integración Curricular titulado: "REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL APORTE NUTRICIONAL DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES A BASE DE AMARANTO (*Amaranthus spp*)".

_____

MSc. Franklin Rolando Villafuerte carrillo

Presidente del Tribunal

_____

MSc. Hiram Hernández Ramos

Miembro del tribunal

_____

MSc. Edwin Fernando Basantes Basantes

Miembro del tribunal

Certificado No. 114-SAU-UEA-2021

Puyo, 16 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a las estudiantes: Rodríguez Mora Erika Cecilia con C.I. 210057243-3 y Tonato Pinduisaca Wendy Paola con C.I. 150110775-7, con el Tema: **"REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL APORTE NUTRICIONAL DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES A BASE DE AMARANTO (Amaranthus spp)."**, de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Director de la investigación Ing. Vicente Domínguez Narváez MSc., ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 16 de julio de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ITALO MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

DERECHOS DE AUTOR

©2021, Nombre del o los autores: Erika Cecilia Rodriguez Mora; Wendy Paola Tonato Pinduisaca.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Erika Cecilia Rodriguez Mora, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



ERIKA CECILIA RODRIGUEZ MORA

No. Cédula: 210057243-3

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Wendy Paola Tonato Pinduisaca, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



WENDY PAOLA TONATO PINDUISACA

No. Cédula: 150110775-7

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por la vida y por permitirme cumplir una meta más, llenarme de bendiciones la cual ha permitido que no me pase cosas malas y ha puesto en mi alegría y paciencia.

A mis padres Hector Rodriguez y Ana Mora por ser mi motor fundamental, por darme amor, cariño, consejos, y su apoyo incondicional, sobre todo porque han depositado en mí la confianza a lo largo de estos años, a mis hermanas que han sido parte de este transcurso.

Mi profundo agradecimiento a la Universidad Estatal Amazonica, por darme la oportunidad de estudiar, y a los maestros que con sus enseñanzas y paciencia forman profesionales de bien.

Agradezco a mi tutor MSc. Vicente Domínguez por guiarnos durante este transcurso ya que con sus conocimientos y experiencia supo dirigirnos en este proyecto de investigación.

Agradezco a mi compañera Wendy Tonato, que gracias a su compresión, paciencia y apoyo hemos podido culminar con este proyecto.

A mi amiga Sol Garcés por su amistad, generosidad, paciencia y apoyo que he recibido durante esta etapa Universitaria.

Erika Cecilia Rodriguez Mora

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a mis familiares principalmente a mis padres, Bertha y Segundo que sin su apoyo este logro no sería posible, gracias por sus valores y por recalcar que el estudio siempre es importante.

A mis amigas que mediante sus ayudas compartíamos conocimientos que lográbamos culminar muchos trabajos en cada semestre, gracias por acompañarme en cada dificultad.

A los docentes que nos impartieron sus conocimientos en cada semestre, que mediante sus palabras, consejos y opiniones se pudo salir a delante en los estudios, gracias por su paciencia, dedicación y perseverancia.

A nuestro tutor MSc. Vicente Domínguez que nos guió en cada etapa de la elaboración de nuestro proyecto final, a la Universidad Estatal Amazónica por haberme abierto sus puertas para poder llevar a cabo mis estudios profesionales, el cual me ayudaran a fortalecer mis conocimientos en el ámbito laboral y a todas las demás personas que me acompañaron en este camino, que a pesar de las dificultades nunca se echaron para atrás, les estaré eternamente agradecidos.

Wendy Paola Tonato Pinduisaca

DEDICATORIA

A Dios, por iluminarme y guiarme durante este proceso de mi vida universitaria, por llenarme de fuerzas durante los momentos más difíciles, que con cada una de mis oraciones me hicieron sentir plena y segura de mi misma.

A mis padres, quienes me ayudaron incondicionalmente, por su amor, sus consejos, motivación, regaños y esfuerzo que han permitido cumplir uno de mis sueños.

A mis hermanas, por su amor, ocurrencias, que han hecho que tenga la fuerza y la valentía para seguir adelante y ser ejemplo para una de ellas.

Erika Cecilia Rodriguez Mora

DEDICATORIA

Dedico este gran logro a mis padres, Bertha y Segundo, que por muchos años me dieron todo lo que necesito, me inculcaron buenos valores para formarme profesionalmente, con sus consejos y regaños, logré salir adelante en mis estudios, me demostraron su apoyo incondicional cada día que recurría a la Universidad, todo esto sin nada a cambio, por ello dedico este y todos los demás triunfos que se vengan.

A mi hermana María del Carmen, que ha sido una gran persona conmigo y ha estado en las buenas y en las malas, brindándome su apoyo para salir adelante, este logro también es para ti.

Wendy Paola Tonato Pinduisaca

RESUMEN

El amaranto es un cereal que ha sido utilizado antiguamente por pueblos precolombinos, pero en la época colonial esta gramínea andina fue prohibida, generando así una caída en su producción y dejando de lado su alto valor nutricional en la dieta del campesino de la serranía. Este proyecto tiene como objetivo determinar bibliográficamente el aporte nutritivo del cereal y de productos agroindustriales elaborados a base del mismo. La metodología utilizada fue una investigación bibliográfica que se basó en la minería de datos con la cual se encontraron los siguientes resultados: el valor nutricional del amaranto que responde a los siguientes indicadores, proteína entre 13,75% y 17,90%, fibra entre 2,20% y 5,21%, carbohidratos entre 57,00% y 61,23%, grasa entre 6,46% y 8,10%, además este cereal es rico en micronutrientes como calcio, fósforo, potasio y hierro, también posee aminoácidos como la lisina, arginina, triptófano y leucina. Con la gramínea andina se puede elaborar algunos productos agroindustriales entre ellos se menciona: harina, galletas, cerveza artesanal, bebidas, barras energéticas, pastas, entre otros, las cuales tienen un valor nutricional comparable a productos similares hechos a base de otras materias primas. En conclusión, se determinó que el amaranto presenta un alto valor nutricional por lo tanto, debería ser introducido en la dieta de los ecuatorianos, para lo cual se propone la industrialización masiva de los productos alimenticios anteriormente mencionados, por el buen contenido nutricional, que permitirá bajar los niveles de desnutrición sobre todo en el campesinado de la serranía nacional.

Palabras clave: *amaranthus,* valor nutricional, productos agroindustriales, características fisicoquímicos.

ABSTRACT

Amaranth is a cereal that has been used in ancient times by pre-columbian peoples, but during the colonial era this Andean graminea was prohibited, thus generating a drop in its production and leaving aside its high nutritional value in the diet of the highland peasants. The project objective is to determine bibliographically the nutritional contribution of the cereal and of agroindustrial products made from it. The methodology used was a bibliographic research based on data mining with which the following results were found: the nutritional value of amaranth that responds to the following indicators, protein between 13.75% and 17.90%, fiber between 2.20% and 5.21%, carbohydrates between 57.00% and 61.23%, fat between 6.46% and 8.10%, also this cereal is rich in micronutrients such as calcium, phosphorus, potassium and iron, it also has amino acids such as lysine, arginine, tryptophan and leucine. With the Andean grass can be produced some agro-industrial products among them are mentioned: flour, cookies, craft beer, beverages, energy bars, noodle, among others, which have a nutritional value comparable to similar products made from other raw materials. In conclusion, it was determined that amaranth has a high nutritional value so it should be introduced in the diet of ecuadorians people, for which it is proposed the massive industrialization of the aforementioned food products that have a nutritional content that will lower the levels of malnutrition especially in the peasantry of the national highlands.

Keywords: *amaranthus*, nutritional value, agroindustrial products, physicochemical characteristics.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN 1
1.1 Planteamiento del problema 2
1.2 Objetivos 2
1.2.1 Objetivo general: 2
1.2.2 Objetivos específicos: 2
1.3 Justificación 3
CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 4
2.1 Amaranto (*Amaranthus spp*) 4
2.2 Clasificación Taxonómica del Amanto 5
2.3 Requerimientos de clima y suelo 5
2.4 Descripción botánica 6
2.5 Producción nacional de amaranto 6
2.6 Características nutricionales del amaranto 8
2.7 Productos agroindustriales a base del amaranto 10
2.7.1 Harina 10
2.7.1.1 Características fisicoquímicas 10
2.7.1.2 Obtención de la harina de amaranto 11
2.7.1.3 Diagrama del proceso 12
2.7.2 Galletas de amaranto 12
2.7.2.1 Características fisicoquímicas 13
2.7.2.2 Proceso de obtención de las galletas de amaranto 13
2.7.2.3 Diagrama del proceso 14
2.7.3. Cerveza a base de amaranto 14
2.7.3.1 Proceso de obtención 15
2.7.3.2 Diagrama del proceso 16
2.7.3.3 Características fisicoquímicas de la cerveza de amaranto 16

2.7.4. Barras energéticas 17
2.7.4.1 Características fisicoquímicas 17
2.7.4.2 Proceso de obtención 18
2.7.4.3 Diagrama del proceso 19
2.7.5. Bebida a base de Amaranto 19
2.7.5.1 Características fisicoquímicas 20
2.7.5.2 Proceso de Obtención 20
2.7.5.3 Diagrama del proceso 21
2.7.6. Pasta a base de harina de Amaranto 21
2.7.6.1 Características físico química de materias primas (Pasta) 22
2.7.6.2 Proceso de Obtención de la Elaboración de Pasta 22
2.7.6.3 Diagrama del proceso 23
CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 24
3.1 Tipo o Diseño de Investigación: 24
3.2 Métodos de Investigación: 24
CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 25
Conclusiones 38
Recomendaciones 39
REFERENCIAS 40
APENDICES Y/O ANEXOS 46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 *Taxonomía del Amaranthus Spp.* *5*
Tabla 2-2 *Zonas de cultivo del amaranto a nivel nacional.* *7*
Tabla 2-3..... *Comparación del valor nutritivo en base seca de los principales granos consumidos.* *8*
Tabla 2-4 Comparación del contenido de aminoácidos esenciales del grano de amaranto con otros cereales (mg AA/g N). *8*
Tabla 2-5 *Contenido de vitaminas en el amaranto (mg/100g, base seca)* *9*
Tabla 2-6 *Comparación proximal del amaranto (%)* *9*
Tabla 2-7*Composición de las hojas de amaranto comparadas con hojas de espinaca.* *10*
Tabla 2-8 *Características de calidad de la Harina de amaranto* *11*
Tabla 2-9 *Características fisicoquímicas de las galletas de amaranto* *13*
Tabla 2-10 *Características fisicoquímicas de la cerveza de amaranto.* *17*
Tabla 2-11 *Características fisicoquímicas (T4) de la barra energética* *18*
Tabla 2-12 *Composición g/100 ml de la bebida de amaranto y leche de soja.* *20*
Tabla 2-13 *Características fisicoquímicas de la pasta de amaranto con quinua.* *22*
Tabla 3-1 *Revisión Bibliográfica* *24*
Tabla 4-1 *Comparación nutricional del amaranto* *25*
Tabla 4-2 *Composición de minerales en mg/100g* *27*
Tabla 4-3.. *Composición de aminoácidos de amaranto por cada 100gramos de muestra seca.* *29*
Tabla 4-4 *Productos agroindustriales a base de amaranto.* *30*
Tabla 4-5 *Valor nutricional de la Harina de amaranto.* *31*
Tabla 4-6 *Valor nutricional de las galletas de amaranto.* *33*
Tabla 4-7 *Valor nutricional de la cerveza de amaranto.* *34*
Tabla 4-8 *Valor nutricional de la barra energética de amaranto.* *35*
Tabla 4-9 *Valor nutricional de la bebida de amaranto.* *36*
Tabla 4-10 *Valor nutricional de la pasta* *37*

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 2-1. Amaranthus Spp..... 4
Figura 2-3 Diagrama del proceso de producción de harina de amaranto..... 12
Figura 2-4 Diagrama de flujo de la elaboración de galletas..... 14
Figura 2-5 Diagrama de flujo de la cerveza artesanal de amaranto 16
Figura 2-6 Diagrama de flujo de barras energéticas..... 19
Figura 2-7 Diagrama de flujo de bebida de amaranto..... 21
Figura 2-8 Diagrama de flujo de la elaboración de pasta a partir Quinua y Amaranto 23

ÍNDICE DE ANEXOS

Glosario 1 ..... *46*

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

Históricamente el amaranto es un grano o cereal que ha sido utilizado por grupos precolombinos hace más de 4.000 años, incluso durante el incario para ritos ancestrales y ceremonias religiosas, por esta razón con el pasar de los años especialmente en la época colonial esta gramínea andina fue prohibida por el clero generando un descenso en su producción, dejando de lado su valor alimenticio, lesionando así las necesidades nutricionales de la población indígena que era quien lo consumía regularmente.

En épocas de sequía intraestival se observa la importancia del amaranto en países como México, ya que era una de las plantas que durante su cosecha se obtenía tanto el granos como las hojas para mejorar la calidad nutricional de la comida de los pueblos de la región, esto se debe a que el *Amaranthus spp* es adaptable a soportar luz solar intensa y sequía (Burgos & Castro, 2017).

Actualmente debido al análisis minucioso y sistemático se puede evidenciar el nivel de nutrientes presente en el amaranto, además el cambio en la matriz alimentaria y el rescate de costumbres ancestrales han permitido reintroducir a la gramínea andina dentro de la dieta de los ecuatorianos especialmente de aquellos habitantes del altiplano de nuestro país, sin embargo, aún existe un consumo bajo de este cereal por consiguiente su industrialización, sin tener en cuenta el valor nutritivo del grano siendo similar o superior que otros granos de consumo masivo como el arroz, trigo, maíz.

Es por esto que el presente trabajo de investigación pretende determinar por medio de una revisión bibliográfica el aporte nutricional de productos agroindustriales a base del amaranto, así como describir el valor nutricional del *Amaranthus spp*, con el propósito de incrementar su producción, procesamiento y consumo.

1.1 Planteamiento del problema

El amaranto es considerado una de las gramíneas andinas que posee alto contenido de proteínas, sin embargo, no se ha hecho un estudio más amplio acerca de este cereal en relación a los productos alimenticios obtenidos a base de esta materia prima, por esto en los últimos años se ha intentado aumentar la producción y por ende el consumo para mejorar los niveles de nutrición de la población, considerando que en el Ecuador la cosecha anual es de 1,5 a 3 toneladas por hectárea, (Yugcha, 2014), una cifra baja a comparación de otros granos secos, esto se debe fundamentalmente a la falta de emprendimientos que permitan una mayor venta con un margen de utilidad aceptable.

El *Amaranthus spp* posee un buen porcentaje de proteínas y carbohidratos, presenta aminoácidos esenciales como la lisina, arginina y triptófano, además contiene, fibra, vitaminas C, E, y minerales, entre ellos destaca el hierro con 15,0 mg, calcio 250 mg, y porcentajes de 6 a 8 en grasas saludables, por ende es un alimento con alto valor nutritivo para los consumidores e incluso más que otros granos del consumo tradicional en la dieta de las personas (Cumbal, 2016).

Existen investigaciones sobre desarrollos de productos a base de amaranto que constituyen un aporte nutricional importante, los productos de repostería, bebidas, harinas, barras nutricionales entre otros, permiten tener una alternativa para elaborar alimentos procesados a base de este cereal.

Por lo antes mencionado se establece el siguiente problema investigativo:

¿Cuánto influye el uso del amaranto sobre el aporte nutricional de distintos productos agroindustriales elaborados a base de este cereal?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

- Determinar bibliográficamente el aporte nutricional de productos agroindustriales a base de amaranto.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Describir documentalmente el valor nutricional del amaranto
- Identificar productos agroindustriales a base de amaranto
- Establecer el aporte nutricional de diferentes productos a base de amaranto

1.3 Justificación

Desde el punto de vista social, el amaranto constituye una riqueza cultural ancestral de la región andina por ser uno de los primeros granos encontrados por los españoles, lo consumían casi desde la siembra en forma de germinado y sus hojas tiernas en ensalada, otro de los usos era como pago de tributos o impuestos, hoy en día se pretende incluir en la dieta de las personas logrando así incentivar su cultivo.

En los últimos años varios autores han argumentado o reconocido el aporte nutricional de la gramínea, especialmente su alto contenido proteico que oscila entre el 15% y 17% y de vitaminas E y B, teniendo una fuente importante de niacina y lisina, presente en el grano, el contenido de lípidos define de 7 a 8 %, la composición nutricional del amaranto que se asemeja a la leche (Peña, 2018).

Al incentivar el consumo de productos agroindustriales a base de amaranto se pretende un incremento del cultivo de esta gramínea, esto significara una mejora en la economía para aquellos agricultores de la zona andina del Ecuador.

CAPITULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Amaranto (*Amaranthus spp*)

El amaranto es una planta herbácea, es decir que es anual ya que la germinación y el florecimiento se producen en el mismo año, presenta diversos colores desde el verde al morado o púrpura (figura 2-1), predomina principalmente en regiones templadas y el desarrollo hasta tener la semilla madura es de 5 a 6 meses. Tanto los granos como las hojas son comestibles por el alto contenido de proteínas y el buen balance en aminoácidos, además ha sido empleado como planta forrajera y por su forma y color como plantas de ornato (Illescas, 2014).



Figura 2-1. *Amaranthus Spp.*
Fuente: Realizado por (Mapes, 2015)

En el Ecuador es conocido como ataco, sangorache o quinua de castilla, se originó en el continente Americano hace aproximadamente 4.000 años, han sido utilizados para pago de tributos, ritos religiosos o impuestos que realizaban algunos grupos precolombinos como los aztecas e incas que regían en América (Equipo de Nutrición y educación alimentaria, 2016).

El motivo por el cual el amaranto ha sido ignorado como cultivo en América Latina, aun teniendo un alto valor alimenticio, se debe a que fue empleado en actos religiosos ancestrales y por ende las autoridades de la época colonial prohibieron su uso en aquel entonces, a consecuencia de esto el amaranto desapareció como fuente alimenticia en algunas regiones pero en otros continentes es distinguido para la alimentación humana y expandido notablemente en China, Indonesia, Nepal, Filipinas y la India (Pantanelli, 2001).

En la actualidad existe un auge en la explotación de este grano debido a que posee una gran calidad nutritiva además de una buena adaptación a diversos pisos climáticos de naturaleza templada, los países que destacan en explotar el amaranto

como grano seco son: Perú, Bolivia, México, Guatemala, India, China; en Malasia e Indonesia explotan esta materia prima tanto como en grano y como en verdura, es decir para consumirlas por completo tanto hojas como tallos (Nieto, 1989).

2.2 Clasificación Taxonómica del Amanto

El amaranto es una planta muy estudiada en Latinoamérica y pertenece a la familia Amarantaceae.

Tabla 2-1

Taxonomía del Amaranthus Spp.

Nombre científico	*Amaranthus Spp*
Nombre vulgar	Ataco, Sangorache o quinua de Castilla
Reino	Plantae (Vegetal)
Sub Reyno	Antofita (Fanerógamas)
División	Spermatofhyta (espermatofita)
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledónea
Orden	Centrospermas
Familia	Amarantaceae
Genero	*Amaranthus*
Especie	Spp

Fuente: (Cruz, 2012).

2.3 Requerimientos de clima y suelo

El amaranto tiene una adaptación entre 1.500 y 2.800 msnm, esto quiere decir que puede ser cultivada en valles bajos de la serranía, siendo las localidades que están situadas entre 2.000 a 2.600 msnm las más aptas para el cultivo, no se recomienda sembrar en altitudes superiores a los 3.000 msnm, ya que las bajas temperaturas pueden afectar al cultivo (Monteros, 1994).

Al ser el amaranto una planta con metabolismo C4 (plantas que incorporan el CO2 en otros compuestos como una adaptación para soportar la luz solar intensa y la sequía) (Prado, 2010), es adaptable en los valles que poseen alta luminosidad y temperaturas promedio que se presentan anualmente superiores a los 15ºC, siendo de 18ºC a 24ºC las más óptimas para el cultivo. Esta especie no exige humedad, considerando que con 400 a 600 mm de precipitación anual, se obtienen cultivos rentables, aun así las épocas

fisiológicas que requieren de humedad son: entre la siembra y aparición de las dos primeras hojas, durante la formación de los granos y entre el panojamiento y floración (Monteros, 1994). De acuerdo con Saavedra (2013), *Amaranthus spp* se adapta a suelos con buen drenaje y pH entre 6 a 7,5.

2.4 Descripción botánica

El amaranto es una planta anual, se desarrolla en suelos fértiles, alcanza a los 2 metros de altura, presenta un color verde a morado o púrpura. Posee múltiples raicillas delgadas, una vez que el tallo comienza a ramificarse facilita la absorción de agua y nutrientes, el tallo es cilíndrico con líneas sinuosas entre 0,4 a 3 m de longitud. Las hojas son pecioladas, sin apéndice de forma oval, alternas u opuestas con nerviación, el color de las hojas pueden ser de color verde amarillento, presentando el tamaño del borde entre 6,5 a 15 cm (Cruz, 2012).

La inflorescencia son de forma colgante esférica y otras de formas churritas, las flores encontradas en la inflorescencia son numerosas de comportamiento autógamo, son unisexuales con características: gineceo aquellas con ovario esférico de una sola semilla, 3 estigmas y el androceo de 5 estambres. El fruto es utrículo, también dominado pixidio unilocular, cuando alcanza su madurez presenta dehiscencia trasversal ayudando a la caída de la semilla siendo esta redonda, pequeña, menos dura al moler y fácil de reventar a altas temperaturas (Guapi, 2014).

2.5 Producción nacional de amaranto

De acuerdo al resumen ejecutivo realizado por el equipo técnico del MAGAP en el 2014, sobre la Zonificación agroecológica económica del cultivo del amaranto en el Ecuador, existen alrededor de 50 hectáreas de cultivo, que a su vez en semilla seca rinde entre 1.5 a 2 toneladas por cada hectárea. Además justifica que las provincias en el que existe un mayor terreno potencial para realizar el cultivo de amaranto son: Imbabura, específicamente las zonas de Cotacachi, Ibarra y Antonio Ante, en Pichincha en el cantón Quito y en Chimborazo cantón Riobamba pero con una menor proporción (Yugcha, 2014).

A continuación se reflejan resultados obtenidos por los miembros del MAGAP (tabla 2-2) donde se puede observar las zonas de cultivo del amaranto, el cual está dividido por categorías alta, media, baja y sin potencialidad, esto quiere decir, en

aquellas zonas agroecológicamente óptimas para el cultivo, infraestructuras de apoyo a la producción y accesibilidad a servicios (vial, centros de comercio y aeropuertos).

Tabla 2-2

Zonas de cultivo del amaranto a nivel nacional.

Categoría de Potencialidad	Descripción	Superficie y % del total nacional	Superficie y % provincial por categoría de potencialidad		
			Provincia	**(ha)**	**%**
Alta	Zonas agroecológicamente óptimas con alta y media accesibilidad a servicios e infraestructura de apoyo a la producción.	25.416 ha 0,25%	Pichincha	9.967,41	39,22
			Imbabura	9.535,46	37,52
			Chimborazo	4.286,66	16,87
			Carchi	1.531,87	6,03
			Tungurahua	94,47	0,37
Media	Zonas agroecológicamente óptimas y moderadas con restringida y moderada accesibilidad a servicios e infraestructura de apoyo a la producción.	25.167 ha 0.25%	Tungurahua	6.135,06	24,38
			Loja	5.282,61	20,99
			Cotopaxi	5.276,97	20,97
			Imbabura	3.769,13	14,98
			Pichincha	2.051,00	8,15
			Carchi	2.036,59	8,09
			Chimborazo	375,12	1,49
			Cañar	240,07	0,95
Baja	Zonas agroecológicamente moderadas con restringida accesibilidad a servicios e infraestructura de apoyo a la producción; también se incluyen zonas agroecológicamente marginales con alta accesibilidad a servicios e infraestructura	96.113 ha 0.96%	Pichincha	32.898,60	34,23
			Imbabura	21.551,96	22,42
			Loja	9.533,65	9,92
			Chimborazo	9.336,52	9,71
			Carchi	7.602,92	7,91
			Azuay	6.491,02	6,75
			Tungurahua	5.336,35	5,55
			Cotopaxi	1.366,34	1,42
			El Oro	873,25	0,91
			Cañar	659,25	0,69
			Bolívar	463,59	0,48
Sin Potencialidad	Son todas las zonas agroecológicas marginales y no aptas con restringida o nula accesibilidad a servicios e infraestructura de apoyo a la producción	9.909,892 ha 98,54%	Resto del Territorio		
Total de Área Agrícola en Ecuador continental		10.056,588 ha 100%			-

Fuente (Yugcha, 2014).

2.6 Características nutricionales del amaranto

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), representa el valor nutritivo del grano de amaranto (tabla 2-3) expresados en base seca y comparada con otros granos de uso común:

Tabla 2-3

Comparación del valor nutritivo en base seca de los principales granos consumidos.

Características	Amaranto	Arroz	Maiz	Trigo	Frejol
Proteína (%)	15,54	7,60	7,68	13,00	21,48
Fibra cruda (%)	5,21	6,40	2,16	2,90	5,70
Cenizas (%)	3,61	3,40	1,65	1,50	4,61
Grasa (%)	7,31	2,20	5,00	1,70	1,96
Calcio (%)	0,14	0,02	0,01	0,02	0,15
Fosforo (%)	0,54	0,18	0,27	0,41	0,41
Magnesio (%)	0,22	0,08	0,13	0,10	0,19
Potasio (%)	0,57	0,12	0,48	0,40	1,30
Sodio (%)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02

Fuente: (Monteros, 1994).

Otras de las principales características fisicoquímicas del grano de amaranto es el alto contenido en aminoácidos, en la tabla 2-4 se puede evidenciar que presenta valores altos en lisina, arginina y triptófano comparados con otros cereales, debido a esto presenta un eficiente valor nutritivo de la proteína de este grano (Bressani, 2006).

Tabla 2-4

Comparación del contenido de aminoácidos g/100g de proteína cruda.

Características	Amaranto	Quinua	Arroz	Maíz
Triptófano	1,50	1,10	1,20	0,70
Lisina	8,00	6,10	3,80	2,90
Arginina	10,00	7,4	6,90	4,20
Leucina	5,70	6,6	8,20	12,50
Valina	4,30	4,50	6,10	4,60
Histidina	2,50	3,20	2,10	2,60

Fuente: (Ocaña, 2012)

Prado (2019), señala que los granos andinos como el amaranto, además de poseer niveles altos en proteína, aminoácidos y minerales, también incluye valores eficientes en vitaminas, en la siguiente tabla 2-5 se observa el contenido de las mismas:

Tabla 2-5

Contenido de vitaminas en el amaranto (mg/100g, base seca)

Vitaminas	**Amaranto**
Tiamina (B1)	0,09-0,12
Riboflavina (B2)	0,18-0,20
Niacina (B3)	0,92-1,58
Piridoxina(B6)	0,59
Vitamina C	1,3-4,2
Vitamin E	12,8-15,4

Fuente: (Prado, 2019)

En el artículo publicado por Gabriel (2018), da a conocer las características nutricionales aproxímales del amaranto (tabla 2-6), comparado con el maíz, arroz y trigo.

Tabla 2-6

Comparación proximal del amaranto (%)

Composiciòn	**Amaranto**	**Maìz**	**Arroz**	**Trigo**
Humedad	11,1	13,8	11,7	12,5
Proteína	17,9	10,3	8,5	14,0
Grasa	7,7	4,5	2,1	2,1
Fibra	2,2	2,3	0,9	2,6
Cenizas	4,1	1,4	1,4	1,9
Carbohidratos	57,0	67,7	75,4	66,9

Fuente: (Gabriel, 2018)

El principal motivo por el cual en otros países consumen las hojas de amaranto es porque también poseen una importante cantidad en fuentes nutricionales, esto se puede evidenciar en la tabla 2-7 que comparado con las hojas de espinaca, presenta valores más altos en calcio, fósforo y hierro.

Tabla 2-7

Composición de las hojas de amaranto comparadas con hojas de espinaca.

Componentes	Unidades	Amaranto	Espinaca
Cenizas	g	2,9	1,5
Calcio	mg	198,7	93
Fósforo	mg	73	51
Hierro	mg	3,2	3,1
Potasio	mg	398,7	470

Fuente: (Buñay, 2009)

2.7 Productos agroindustriales a base del amaranto

Los granos de amaranto pueden ser procesados de manera tradicional o mediante una industrialización más compleja, hoy en día existen empresas que se dedican a la venta de dicho producto, llevando a cabo sus diferentes etapas de procesamiento, hasta obtener granos de buena calidad para su venta. Así también han investigado la obtención de diferentes productos agroindustriales a base del amaranto para dar a conocer la descripción del alimento, sus características nutricionales y diagrama de procesos.

2.7.1 Harina

Se entiende como un producto que es obtenido de la molienda, el cual puede ser a partir del grano de trigo, habas, quinua, amaranto, cebada entre otras, cada una de ellas con diferente valor nutricional (Martinez, 2017).

2.7.1.1 Características fisicoquímicas

En la siguiente tabla 2-8 se puede apreciar los resultados en cuanto a las características fisicoquímicas que se obtuvieron en la investigación de la obtención de la harina con especificaciones establecidas para su comparación.

Tabla 2-8

Características de calidad de la Harina de amaranto

Características	Especificación	Resultado
Granulometría	100% atraviesa malla 80	85% pasa malla 80
Proteína	No menor a 14% p/p	16.42 % p/p
Carbohidratos	No menor al 60% p/p	61% p/p
Humedad	No mayor a 7%	7.7% p/p
Ceniza	No mayor a 2.8% p/p	2.98 % p/p

Fuente: (Martinez, 2017).

2.7.1.2 Obtención de la harina de amaranto

Mediante un estudio de factibilidad realizado como proyecto final en la Universidad Tecnológica Nacional-Argentina, dice que la elaboración de harina de amaranto surge tras la necesidad de crear un producto que contenga alta calidad nutritiva, utilizando materias primas que no son tan tradicionales pero que contienen beneficios para la salud, ya que no posee gluten, ni cafeína y brinda un contenido alto de carbohidratos, minerales, proteínas y vitaminas. Para obtener la harina de amaranto conlleva los siguientes procesos:

Se parte desde la recepción de la materia prima que son los granos de amaranto y posteriormente la limpieza respectiva para eliminar impurezas o cuerpos extraños, regularmente se lava con una solución de bicarbonato de sodio y agua por 5 a 7 minutos, seguidamente se vuelve a lavar en agua limpia y se coloca en lienzos de tela para secarlos al sol. Cuando los granos estecen lo suficientemente secas, se procede a reventarlos en un teflón caliente para seguir con el proceso de molienda donde se trituran los granos hasta obtener la harina, para obtener un tamaño uniforme de las partículas de la harina se realiza un tamizado y por último el empacado del producto que se realiza en bolsas de polietileno, el proceso está representado en la figura 2-3.

2.7.1.3 Diagrama del proceso

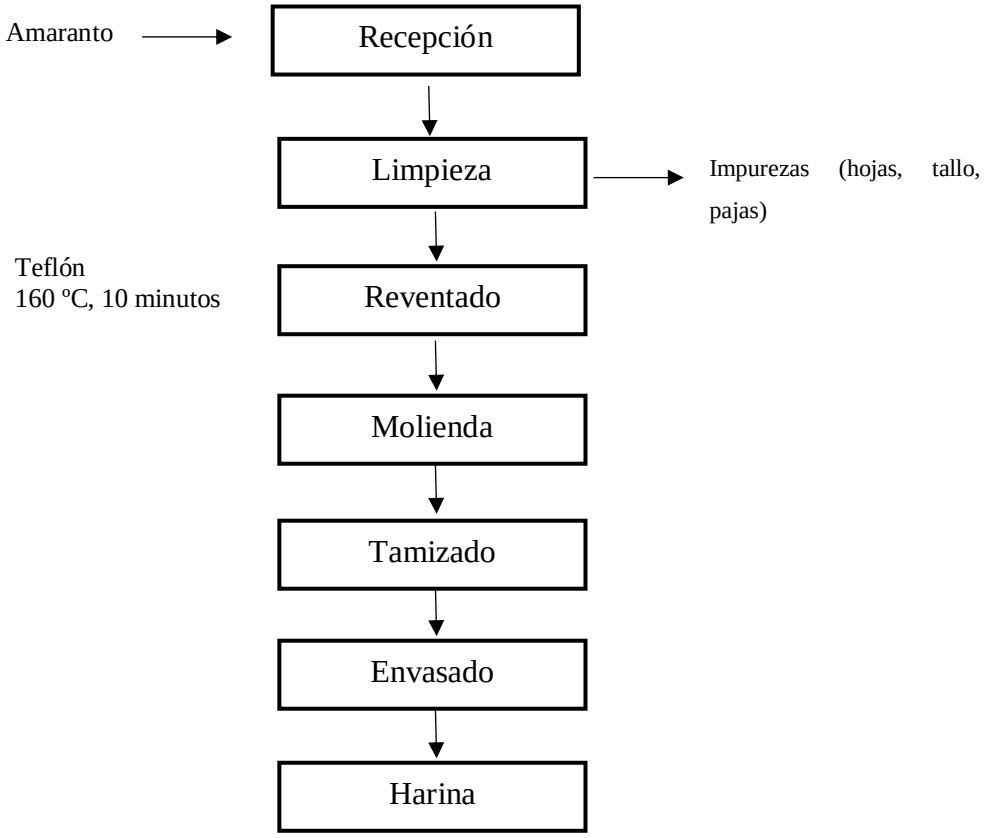


Figura 2-2 Diagrama del proceso de producción de harina de amaranto

Fuente: (Martinez, 2017).
Realizado por: (Erika Rodriguez, Wendy Tonato, 2021)

2.7.2 Galletas de amaranto

Según la norma INNEN 2 085:2005 las galletas son productos alimenticios que se obtiene mediante el apropiado horneo de las distintas figuras formadas en el amasado de trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano (INEN, 2005).

Tomando en consideración un trabajo de investigación realizado por estudiantes en la Universidad Técnica de Ambato, llevaron a cabo la elaboración de galletas con sustitución parcial de amaranto y panela. Teniendo como mejor resultado las galletas que fueron sustituidas por 25% de harina de amaranto INIAP-Alegría; 75% harina de trigo y 35% de panela, con el fin de cubrir tendencias y las necesidades alimenticias que actualmente se necesita, proponiendo productos saludables, fortificados y funcionales, para así permitir un balance nutritivo en la población (Toaquisa, 2012).

2.7.2.1 Características fisicoquímicas

En la siguiente tabla 2-9 muestra el contenido de proteína, humedad y cenizas que presenta el mejor tratamiento de galleta.

Tabla 2-9

Características fisicoquímicas de las galletas de amaranto

Análisis	Mejor tratamiento (%)
Proteína	10,07
Cenizas	1,80
Humedad	2,36

Fuente: (Toaquisa, 2012).

2.7.2.2 Proceso de obtención de las galletas de amaranto

En la elaboración de galletas con harina de amaranto se comienza con la recepción de las materias primas que son: las harinas de amaranto y trigo y panela, es muy importante comprobar la calidad del mismo para que el producto final garantice la inocuidad, luego se pesa para determinar rendimientos, antes de proceder a los demás procesos se realizan dos tipos de mezclas, en el cual, para obtener la mezcla uno se realiza la operación de cremado donde consiste en formar una emulsión de grasa con los siguientes ingredientes: margarina, panela, huevos y esencia de vainilla, durante diez minutos para que se forme el cremado y para la mezcla dos se realiza un homogenizado entre las harinas que se van a ocupar incluido el polvo para hornear. Tanto el cremado como el homogenizado se mezclan para obtener la masa final que se somete a reposo en refrigeración por 20 minutos, por consiguiente se realiza el laminado que radica en extender la masa con un bolillo.

Ya para realizar la forma característica de las galletas se moldea y se corta de manera redonda en porciones de 10 g, estos deben ser colocadas en bandejas para horneo, luego de un determinado tiempo de reposos para que el polvo de hornear actué sobre la masa y se hornea para formar las galletas durante 15 a 20 minutos a una temperatura de 165 ºC, por último se empaca el producto final en envases termo formados y se almacena a temperatura ambiente para no alterar sus características físicas, el proceso está representado en la figura 2-4.

2.7.2.3 Diagrama del proceso

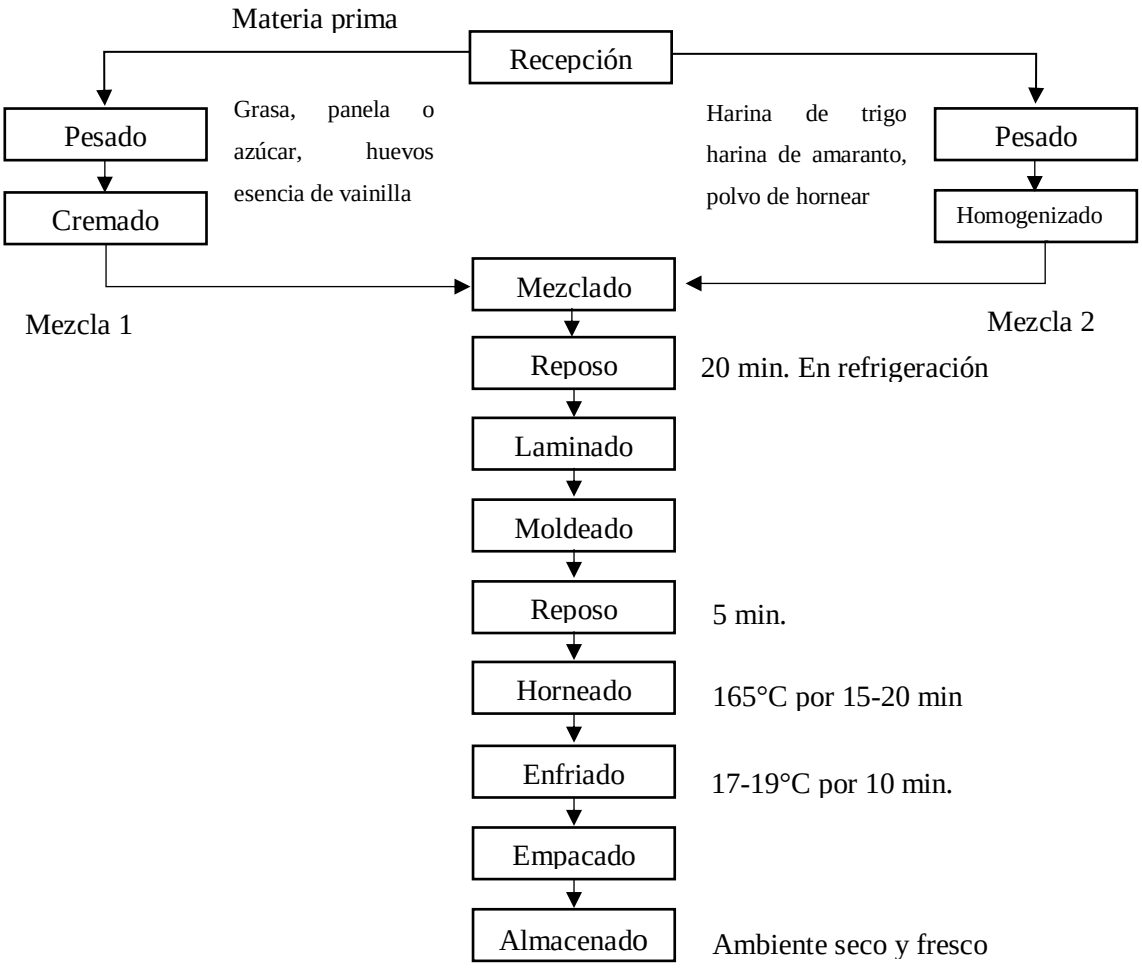


Figura 2-3 Diagrama de flujo de la elaboración de galletas
Fuente: (Toaquisa, 2012)
Realizado por:(Erika Rodriguez, Wendy Tonato, 2021)

2.7.3. Cerveza a base de amaranto

La cerveza en general es una bebida alcohólica que está elaborada a partir de la cebada, lúpulo, agua y su respectiva adición de levadura. El proceso de elaboración de la cerveza viene dándose hace miles de años y hasta la actualidad ocupan el mismo procedimiento.

Se han realizado estudios en las que se puede elaborar la cerveza a partir de distintos granos ya sea de maíz, arroz, sorgo, cebada, obteniendo excelentes características, actualmente existe muy poca información científica de la cerveza a partir del amaranto, sin embargo en la Universidad Tecnológica Equinoccial se realizó un trabajo para la obtención del título de ingeniería en alimentos, el cual consta la

elaboración cerveza a base de amaranto según Montenegro (2016), se elaboró distintas formulaciones para esta bebida alcohólica dando como mejor resultado, tanto en características fisicoquímicas y sensoriales, aquella que está preparada con 50% de malta de cebada y 50% de grano de amaranto sin germinar.

2.7.3.1 Proceso de obtención

Para empezar con la elaboración de la cerveza a base de amaranto, se realiza una limpieza del grano para eliminar impurezas, posteriormente se somete a hidratación, es decir remojar las semillas de amaranto con agua potable, realizando tres cambios de agua cada ocho horas a 22 ºC, después se seca a 15ºC para reducir la humedad y se realiza el tostado de 10 – 15 minutos a 60ºC, luego se pesa los granos que se va a utilizar, en este caso 3Kg de malta de cebada y 3Kg de amaranto sin germinar, para posteriormente a través de un molino casero se realiza la respectiva molienda de los granos, en caso del amaranto recomiendan triturar en una licuadora durante 25 segundos, seguido de este proceso viene el macerado, en el que se sumergen los granos molidos en agua con temperatura de 62 a 65ºC por el lapso de una hora, luego de haber transcurrido el tiempo que se necesita para el macerado viene el filtrado, donde se separa la fase liquida de la sólida, para obtener el mosto que será aquel liquido rico en azúcares fermentables y proteínas, luego el mosto se hierve de 30 a 90 minutos, en esta etapa se agrega el lúpulo para intensificar aromas y obtener un adecuado amargor característicos de la cerveza, por consiguiente se enfría el mosto para realizar la siembra de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (10g*)* mezclándola en el mosto durante 15 min.

Se procede realizar las fermentaciones: la primera reposando en un botellón con trampa de agua durante 5 - 7 días a una temperatura de 18 a 25 ºC, la segunda cambiar de botellón evitando que entre oxígeno a la cerveza, durante 5 a 7 días de 8 de 12 ºC, por último se procede a el envasado en botellas ámbar y un tratamiento térmico, el proceso está representado en la figura 2-5.

2.7.3.2 Diagrama del proceso

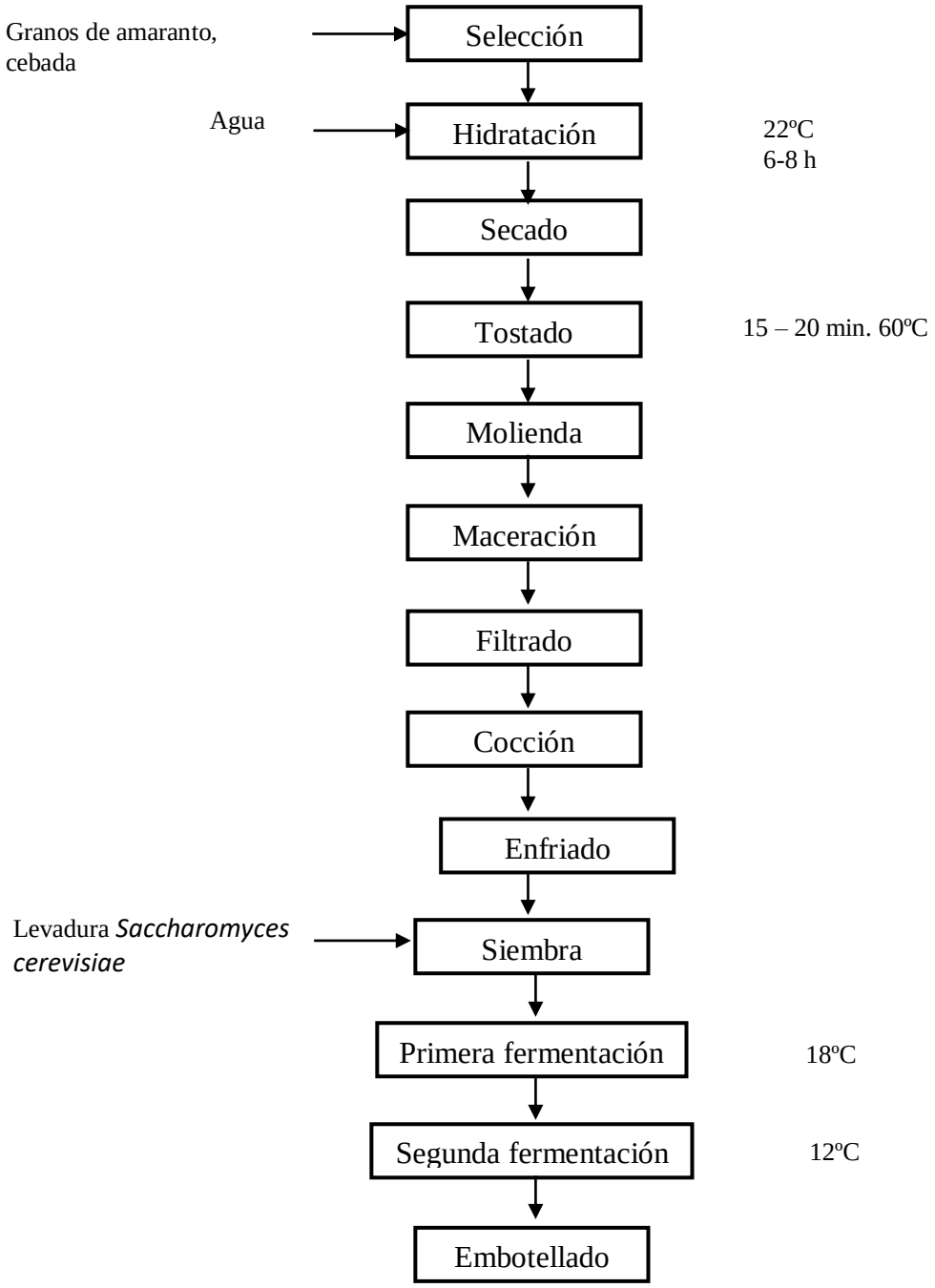


Figura 2-4 Diagrama de flujo de la cerveza artesanal de amaranto
Fuente: (Montenegro, 2016)
Realizado por: (Erika Rodriguez, Wendy Tonato, 2021)

2.7.3.3 Características fisicoquímicas de la cerveza de amaranto

De acuerdo con los resultados obtenidos por Montenegro (2016), la cerveza CMASG que es aquella que posee 50% de malata de cebada y 50% de granos de amaranto sin germinar, fue el mejor tratamiento con buen contenido fisicoquímico

(tabla 2-10) y además menciona que en el porcentaje de proteínas se asocia e que posee una buena concentración calórica.

Tabla 2-10

Características fisicoquímicas de la cerveza de amaranto.

Parametros	**Porcentaje**
Humedad (%)	99.78
Cenizas (%)	0.16
Proteína Cruda (%)	0.95
Grasa Total (%)	0.00
Fibra Cruda (%)	0.03
Carbohidratos Totales (%)	2.15
Energía (Cal/100 g)	10.39

Fuente: (Montenegro, 2016)

2.7.4. Barras energéticas

Son alimentos obtenidos a partir de la opresión de distintos cereales, en los cuales se pueden incluir frutos secos, semillas o jarabe de azúcar y son considerados como productos saludables (Zentero , 2014). Aportan alto contenido de proteínas, además, elaboradas para deportistas ya que ayuda a recuperar energías que se pierden con las actividades diarias, también mantienen el calor corporal en condiciones adversas (Yenque, 2016).

En la Universidad Politécnica Estatal del Carchi se realizó una investigación que consistía en una evaluación de barras energéticas enriquecidas con gandul (Cajanus cajan) y amaranto (*Amaranthus caudatus*) con otras materias primas (avena, higos, glucosa, mantequilla, miel y nuez que presentan el 56.36%), en el cual se elaboraron diferentes tratamientos para conocer cual presentan una aceptación al consumidor y su evaluación fisicoquímica. Dando a conocer que el T4 que consistía en 10,91% de guandul + 32,73% de amaranto fue la que mayor tubo aceptabilidad. (Yimbal, 2017).

2.7.4.1 Características fisicoquímicas

Mediante los resultados reflejados en esta investigación se consideró que el tratamiento 4 (10,91% de guandul + 32,73% de amaranto) es la barra energética con los

valores más altos de nutrientes y la que más aceptación tuvo en los consumidores. En la tabla 2-11 se observa las características fisicoquímicas de la barra energética elaborada con 10,91% de guandul + 32,73% de amaranto.

Tabla 2-11

Características fisicoquímicas (T4) de la barra energética

NUTRIENTES	PORCENTAJE
Carbohidratos totales	61,53 %;
Proteína	8,12 %
Grasa	7, 77 %;
Cenizas	1,10 %
Humedad	9,33%
Energía	348,53 kcal/100g
Fibra	12,15 %

Fuente: (Gonzales, 2013).

2.7.4.2 Proceso de obtención

Para iniciar con el proceso de obtención de las barras energéticas, se preparan las materias primas a utilizar, el guandul entra a un remojo durante 24 horas, luego se somete a cocción con azúcar por 55 minutos y la avena se revuelve sobre un teflón a 75ºC por 10 minutos. Posteriormente se mezclan de forma uniforme en un recipiente con todos los demás ingredientes (nueces, trozos de higo, amaranto), por otro lado en un teflón a 60ºC se derrite la mantequilla, miel y glucosa para incorporar en ella la primera mezcla obtenida, formando así una pasta homogénea que pueda amasarse hasta que quede de forma compacta para moldearlo y colocar en una prensa por una hora, una vez transcurrido ese tiempo se retiran las barras de los moldes y se coloca en una lata engrasada para el horneo durante 40 minutos a 120ºC. Para culminar se espera a que se enfríe el producto y luego se empaca al vacío para su respectivo etiquetado el proceso está representado en la figura 2-6.

.

2.7.4.3 Diagrama del proceso

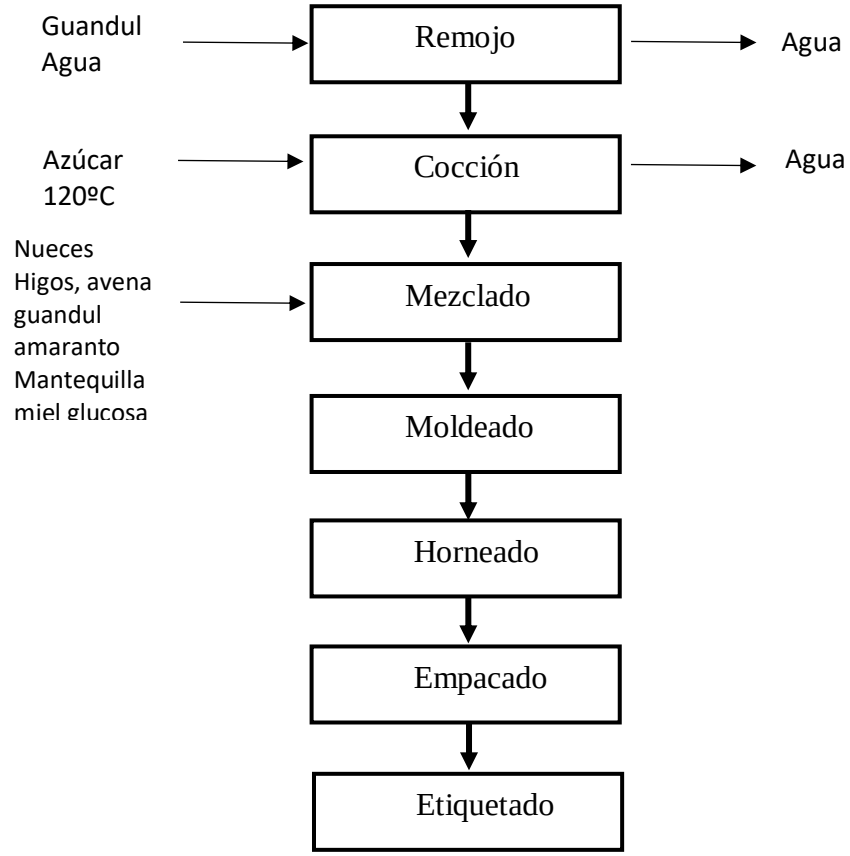


Figura 2-5 Diagrama de flujo de barras energéticas

Fuente: (Yimbal, 2017)
Realizado por: (Erika Rodriguez, Wendy Tonato, 2021)

2.7.5. Bebida a base de Amaranto

Bebida de amaranto, proveniente de las semillas de amaranto, en la actualidad ha comenzado a popularizarse este tipo de bebidas por personas que tratan de consumir alimentos nutritivos que faciliten su indigestión y sobretodo que tengan un bajo contenido calórico (Mapes, 2015).

La investigación fue realizada en la Universidad Nacional del litoral la cual presento una bebida a base de semillas de amaranto, estudiando las condiciones de procesamiento y formulación para lograr lo planteado, determinando dos muestras (MS y MH) como molienda seca y molienda humedad, presentando resultados favorables a la molienda seca, caso contrario de la molienda humedad tuvo dificultades presentes como la viscosidad similar a la bebida de soja (Chamorro, 2019). Las muestras con tratamiento térmico fueron favorables en ambos casos porque aumenta la dispersabilidad proteica y aumenta la estabilidad, otras de las muestras fueron con

hidrocoloides estabilizantes teniendo un rango de aceptabilidad alto por el gusto amargo astringente la cual llevo a probar con formulaciones incorporando un 10% de azúcar con tres tipos de esencias como (naranja, chocolate y lima –limón), esencia de naranja como la mayor aceptabilidad (Soteras, 2011).

2.7.5.1 Características fisicoquímicas

La tabla 2-12 se compara la suspensión de las bebidas obtenidas del amaranto y la soja.

Tabla 2-12

Composición g/100 ml de la bebida de amaranto y leche de soja.

Componente	Bebida a base de Amaranto	Leche de soja
Proteína	0,68	2,60
Cenizas	0,17	---
Grasas	0,31	1,5
Fibra	0,15	0,6
Almidón	3,70	4,0
Calorías	20,3	39,9

Fuente: (Soteras, 2011).

2.7.5.2 Proceso de Obtención

Los granos de amarando fueron colocados en remojo durante 3 horas en agua. Posteriormente se cambia el agua de remojo y se agrega agua fresca a las semillas hidratadas, luego se procede a la molienda de los granos durante 15 minutos después de obtener una molienda adecuada se lleva al homogeneizador cumpliendo dos etapas, la primera etapa con una presión de 50 Kg/cm^2 y la segunda con 150 Kg/cm^2 en un tiempo de 10 minutos al haber pasado por las siguientes etapas pasa al filtrado con un tamiz de malla para separar las partículas de mayor tamaño, para llevar a cabo un tratamiento térmico con una temperatura de 80 °C por 30 minutos, como formulación final se realiza la selección de esencias aromatizantes adicionando al 01 y 03% con 0,05% de GX (Goma Xántica) y 10% de azúcar, el proceso está representado en la figura 2-7.

2.7.5.3 Diagrama del proceso

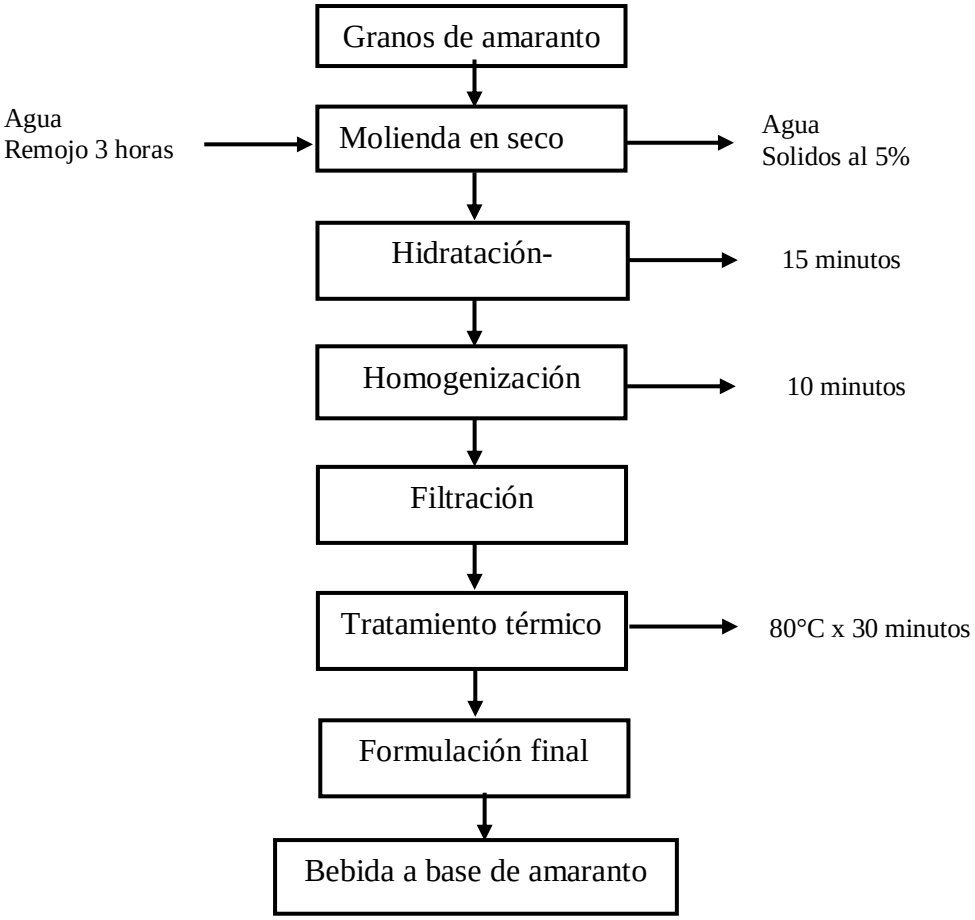


Figura 2-6 Diagrama de flujo de bebida de amaranto
Fuente: (Soteras, 2011)
Realizado por: (Erika Rodriguez, Wendy Tonato, 2021).

2.7.6. Pasta a base de harina de Amaranto

Según la norma NTE INEN 1375 las pastas "se entiende por producto no fermentado, en la obtención de mezcla de agua potable con harina o cuyos derivados del trigo". (INEN, 2007).

La siguiente investigación fue realizada por estudiantes de la Universidad Nacional Técnica de Chimborazo que consiste en la caracterización de la Harina de Quinua y Amaranto para la elaboración de pasta, con materia prima e insumos como: (harina de quinua, amaranto, y trigo, albahaca, sal, aceite oliva, huevos, agua), realizando diferentes análisis físicos químicos que determinen la acidez de cada una de las harinas, teniendo un rango de aceptabilidad el tratamiento A3B2 con un porcentaje de 13% de quinua y 9% de amaranto (Caisaguano, 2019).

2.7.6.1 Características físico química de materias primas (Pasta)

La tabla 2- 13 muestra el contenido de las características físico químicas de la pasta tiendo un porcentaje alto de humedad y proteína.

Tabla 2-13

*Características fisicoquímicas de la pasta de amaranto con quinua***.**

Nutrientes	**Porcentaje**
Humedad	6.13 – 9.89 %
Cenizas	2.93 – 4.75 %
Grasa	3.91 – 7.87 %
Proteína	9.79 – 16.45%
Fibra	0.63 – 2.25%

Fuente: (Caisaguano, 2019).

2.7.6.2 Proceso de Obtención de la Elaboración de Pasta

En la elaboración de pasta, se procede a receptar la materia prima y sus insumos necesarios, luego procedemos al pesado utilizando una balanza digital, pesando cada uno de los insumos (harina de quinua, amaranto, y trigo, albahaca, sal, aceite oliva, huevos, agua) que será utilizado en la parte del mezclado de forma homogénea, posteriormente para el reposo se elabora una masa con la ayuda de una funda para envolver por completo, reposando por 15 minutos para proporcionar elasticidad a la masa la cual en el amasado se utilizara una cantidad de agua previa a la formulación para obtener una masa uniforme con la ayuda de un rodillo durante un tiempo de 10 a 15 minutos, para poder realizar el corte respectivo con un cuchillo se procede a cortar de 2-3 cm una vez realizado los cortes viene, el secado a una temperatura de ambiente (25°C) por 24 horas caso contrario si el producto aún posee humedad se da a 48 horas, después del proceso de elaboración se empaca en fundas herméticas con cierre para que no proliferen microorganismos y almacenarlos en un lugar fresco y seco el proceso está representado en la figura 2-8.

2.7.6.3 Diagrama del proceso

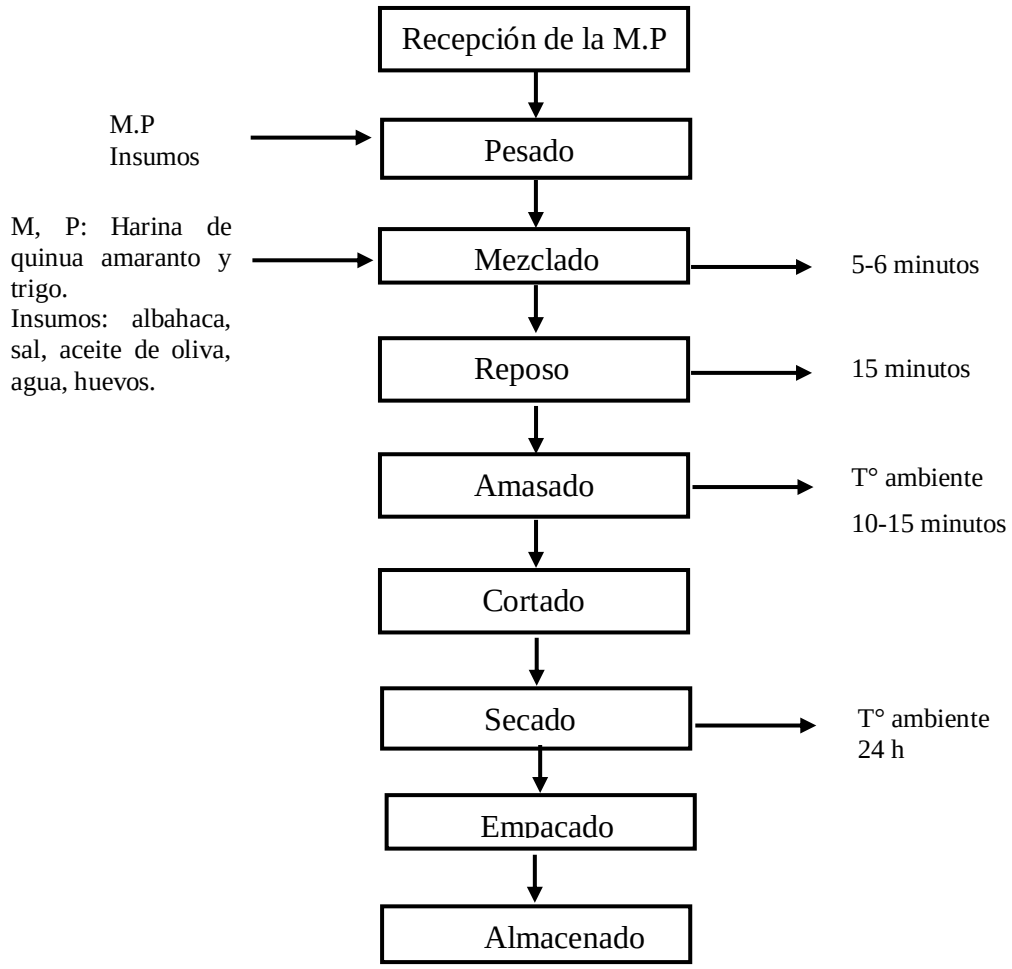


Figura 2-7 Diagrama de flujo de la elaboración de pasta a partir Quinua y Amaranto

Fuente: (Caisaguano, 2019)
Realizado por:(Erika Rodriguez, Wendy Tonato, 2021).

CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo o Diseño de Investigación:

Investigación bibliográfica, ya que se basa en una minería de datos que se obtienen mediante documentos científicos de relevancia, los cuales al ser analizados y filtrados por importancia y calidad, se logra conseguir los objetivos propuestos, evitando que estos estén repetitivos.

3.2 Métodos de Investigación:

Revisión de contenidos bibliográficos de artículos científicos utilizando las palabras claves: *Amaranthus spp*, valor nutricional, productos agroindustriales, en libros, informes técnicos, tesis de posgrado y pregrado, mismos que se encuentran en buscadores tales como Pubmeb, Scielo, Google académico, para posteriormente analizarlos y segregarlos y utilizar los contenidos más importantes que permita consecución de los objetivos propuesto en el presente estudio.

Tabla 3-1

Revisión Bibliográfica

Palabras clave	Fuentes	Encontrados	Utilizados
Amaranto	Artículos científicos	5	2
	Libros	1	1
	Tesis de pregrado-posgrado	21	7
	Revistas científicas	6	5
Valor nutricional	Artículos científicos	4	3
	Libros	0	0
	Tesis de pregrado-posgrado	12	4
	Revistas científicas	6	2
Productos agroindustriales	Artículos científicos	3	2
	Libros	0	0
	Tesis de pregrado-posgrado	9	3
	Revistas científicas	5	3
Caracterisitcas fisicoquímicas	Artículos científicos	10	2
	Libros	0	0
	Tesis de pregrado-posgrado	13	2
	Revistas científicas	6	2
			38

Realizado por: (Erika Rodriguez, Wendy Tonato, 2021).

CAPITULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Descripción documental del valor nutricional del amaranto.

El valor nutricional del amaranto se representa en la tabla (4-1) en la cual se hace una comparación entre diversos autores que han realizado investigaciones sobre el efecto.

Tabla 4-1

Comparación nutricional del amaranto

Componentes	Valor en %	Fuentes
Proteína	15,54%	(Monteros, 1994)
	15,00%	(Bressani, 2006)
	17,90%	(Gabriel, 2018)
	13,75%	(Lima & Correa, 2018)
Fibra	5,21%	(Monteros, 1994)
	3,40%	(Bressani, 2006)
	2,20%	(Gabriel, 2018)
	2.99%	(Lima & Correa, 2018)
Carbohidratos	58,73%	(Monteros, 1994)
	60,30%	(Bressani, 2006)
	57,00%	(Gabriel, 2018)
	61.23%	(Lima & Correa, 2018)
Grasa	7,31%	(Monteros, 1994)
	8,10%	(Bressani, 2006)
	7,70%	(Gabriel, 2018)
	6.46%	(Lima & Correa, 2018)
Kilocalorías (kcal/100g)	386 kcal	(Trino & Grados , 2017)
	351 kcal	(Garcia & Gomez, 2017)

Elaborado por: (Rodriguez & Tonato 2021)

Al analizar la tabla en lo referente a proteína donde compara los diferentes datos proporcionados por otros investigadores se tendría que los rangos declarados por Lima (2018) indica que el porcentaje es 13,75%, mientras que el trabajo de Gabriel (2018) menciona 17,00%, al comparar estos valores con el aporte proteico de la carne que bordea el 20% según la Tabla Peruana de composición de Alimentos (2017), son muy aceptables, además, como se dio anteriormente en la tabla 2-3 al comparar los niveles proteicos del amaranto con distintos cereales se tiene que la gramínea andina es

superior al arroz 7,60%, trigo 13,00%, maíz 7,68%, pero está por debajo del frejol 21,48%, esto según los datos reportados por Monteros (1994).

El contenido de fibra que presenta el amaranto varía entre los distintos estudios realizados, así Gabriel (2018) reporta 2,20% y Monteros (1994) declara 5,21% los otros autores referenciados en la tabla (4-1) mencionan valores entre estos rangos, este nivel de fibra comparado con otros cereales no supera al trigo, maíz y cebada, estos presentan valores significativamente altos entre 12,6%; 11% y 17,3% respectivamente según las tablas peruanas de composición de alimentos (2017), en cambio presenta un contenido más elevado de fibra que en la avena, arroz y quinua ya que estos tienen valores bajos entre 1,7% a 4,58%, la fibra es importante para el organismo ya que ayuda en la función intestinal.

No es de extrañar que el porcentaje de carbohidratos en el amaranto sean superiores a los otros componentes nutricionales de la gramínea, el menor valor reportado fue por Gabriel (2018) con 57%, mientras que Lima (2018) menciona el 61,23%, al comparar estos datos con otros cereales se tendría que el arroz tiene un mayor contenido con 75% y el trigo con 67%, tal y como se expresa en la Tabla de composición de alimentos (2017), aun así, es un producto que aporta gran cantidad de energías en forma de calorías, que permite un normal funcionamiento corporal a quien lo consuma.

El porcentaje de grasa del amaranto está entre 6,46% según Lima (2018) y 8,10 % reportado por Bressani (2016) al comparar estos valores con el contenido de grasa del aguacate que tiene un rango de 10%, mientras que las frutas como: fresas, manzanas, peras entre otras, el contenido de grasa es inferior al de esta gramínea, al igual que los cereales como trigo, maíz, tienen porcentajes bajos de 2,20 y 5,00% (Bressani, 2006).

El amaranto posee buenas fuentes minerales e incluso supera el contenido de otros cereales y alimentos, entre los principales se tiene el calcio, fósforo, potasio y hierro, en la tabla (4-2) se encuentra la composición de estos minerales en mg/100g de base seca en la semilla de amaranto.

García (2012) resalta que el contenido de calcio presente en el amaranto tiene un estimado de 130-164 mg por cada 100 g de base seca de semilla, mientras que Prado (2019) demuestra que el cereal presenta valores más elevados de este mineral con 159-

236 mg, al comparar la gramínea con otros productos ricos en calcio, como la leche de vaca que posee 106 mg, el huevo de gallina con 29 mg, según datos del Instituto nacional de salud de Perú (2017) el amaranto posee más calcio que estos productos que son importantes para las dietas diarias de las personas e incluso en otros cereales como la cebada que posee 74 mg, la quinua 56 gr (Tablas peruanas de composición de alimentos, 2017), están por debajo de la cantidad de calcio en el amaranto.

El contenido de fosforo en el amaranto, según García (2012) es 530 mg, mientras que Prado (2019) señala que varía entre 453-557mg, al comparar con otros alimentos como la sardina (270mg), huevos (210mg) y semillas de girasol (1100mg), indicados por el Instituto nacional de salud de Perú (2017), por ende la cantidad de fósforo en el cereal supera a los dos primeros y queda por debajo de las semillas de girasol, al confrontar el nivel de fósforo en la gramínea con otros cereales como la cebada 320mg y quinua 242mg (Instituto nacional de salud de Perú, 2017) se sigue considerando que el amaranto posee más contenido.

Tabla 4-2

Composición de minerales en mg/100g en el amaranto

Característica	**Contenido (mg)**	**Fuente**
Calcio	130-164	(Garcia, 2012)
	159-236	(Prado W. , 2019)
Fósforo	530	(Garcia, 2012)
	453-557	(Prado W. , 2019)
Potasio	800	(Garcia, 2012)
	508	(Prado W. , 2019)
Hierro	7,32-7,61	(Prado W. , 2019)
	6,60	(Calderón, 2017)
Vitamina C	1,30	(Prado, 2019)
	4,20	(Calderón, 2017)
Vitamina E	12,80	(Prado, 2019)
	15,40	(Calderón, 2017)

Elaborado por: (Rodriguez & Tonato 2021)

El potasio es un mineral presente en diferentes alimentos, el frijol de soja tiene un alto contenido con 1797,00 mg por cada gramo, dato obtenido del Instituto de nutrición de centro América y Panamá (2012), a comparación del amaranto que tiene un rango entre 508mg según Prado (2019) y 800 mg declarado por García (2012), valores inferiores a lo que se tiene en la soja, por otro lado el aporte de potasio en el banano es 358 mg como se afirma INCAP (2012), este es inferior al de la gramínea andina.

La concentración de hierro en el amaranto varía entre 6,60 expuesto por Calderón (2017) y 7,32-7,61mg sugerido por Prado (2019) en sus investigaciones y al confrontar con el grano de ajonjolí (14,55mg), se considera más bajo, pero está por encima de otros granos y cereales como la arveja (4,43mg) y almendra (3,72mg).

Por último el contenido de vitamina C según Prado (2019), es de un rango de 1,3mg a 4,20mg, y de vitamina E 12,8mg a 15,4mg, comparado con otros cereales como el arroz, quinua y cebada presentan 0,90mg, 0,50mg, 1,90mg respectivamente en vitamina C, según las tablas Peruanas de composición de alimentos (2017), dicho esto los resultamos muestran que el amaranto contiene más que otros granos mencionados anteriormente, además en la tabla 2-5, se puede evidenciar que contiene otras vitaminas como B1, B2, B3 y B6 con diversos rangos expresados en mg/ 100g de base seca.

Dentro de los resultados obtenidos, en la tabla (4-3) se compara los valores de los principales aminoácidos del amaranto, estos datos están expresados en gramos por cada 100 gramos de muestra seca.

En lo referente a la lisina, el amaranto se encuentra en un rango entre 6,10g informado por Gonzáles (2020) y 8,10g señalado por Ocaña (2012) al comparar estos valores con 4,10g en la cebada según Mapes (2010) la gramínea andina tiene un porcentaje mayor de este aminoácido, lo mismo ocurre con otros cereales como la soja, maíz y trigo.

Después de analizar la tabla (4-3) se puede observar que la arginina presente en el amaranto se encuentra en una cantidad de 9,30g publicado por González (2020) mientras que Ocaña (2012) señala 10,00g, siendo este componente de mayor cantidad dentro de los aminoácidos de esta gramínea, al comparar estos valores con la arginina de la quinua 6,76 g según Soteras (2011), la ubica al *Amaranthus spp* sobre el *Chenopodium quinoa*.

El triptófano es uno de los aminoácidos con menor cantidad en el amaranto como lo muestra la tabla (4-3) tanto Gonzales (2020) y Ocaña (2012) coinciden con 1,50 g, el arroz tiene un nivel de 1,20g según Cervantes (2017) que la ubican por debajo de la gramínea mientras que la cebada con 2,2 g, esta sobre el amaranto.

Ocaña (2012) señala que el nivel de leucina del amaranto es 5,7g un dato similar lo propone Gonzáles (2020) con 6,00 g, a comparación de la semilla de soja que tiene 1,35 g expresado por Bressani (2006) ubica a la gramínea sobre la oleaginosa en contraposición la cebada tiene mayor cantidad de este aminoácido con 7,9g.

Tabla 4-3

Composición de aminoácidos de amaranto por cada 100gramos de muestra seca.

Componente	**Cantidad g**	**Fuente**
Lisina	6,10	(González, 2020)
	8,00	(Ocaña, 2012)
Arginina	9,30	(González, 2020)
	10,00	(Ocaña, 2012)
Triptófano	1,50	(González, 2020)
	1,50	(Ocaña, 2012)
Leucina	6,00	(González, 2020)
	5,70	(Ocaña, 2012)
Valina	5,10	(González, 2020)
	4,30	(Ocaña, 2012)
Histidina	3,40	(González, 2020)
	2,50	(Ocaña, 2012)

Elaborado por: (Rodriguez & Tonato 2021)

La cantidad de Valina reflejados por Ocaña (2012) presenta un 4,30g algo similar indica Gonzales (2020) con 5,10g al comparar con el arroz tiene valores altos

que pasan de las cantidades propuestas con 6,10g, lo contrario del componente histidina propuesto por Ocaña (2012) muestra valores de 2,50g y Gonzales (2020) señala 3,40, mientras Bressani (2006) tiene 3,10g en frejol.

4.2. Productos agroindustriales a base de amaranto.

Al realizar la revisión bibliográfica de los diferentes productos agroindustriales elaborados a base de amaranto, se encontraron varios ítems que son los más importantes los cuales se menciona en la tabla (4-3).

Tabla 4-4

Productos agroindustriales a base de amaranto.

Producto	Definición	Fuentes
Harina de amaranto	Producto obtenido a partir de la molienda del grano de amaranto reventado.	(Martinez, 2017). (Pérez & Luzuriaga, 2010)
Galleta de amaranto	Producto de repostería que se elabora mediante la mezcla de harina de amaranto con o sin otro tipo de harinas para obtener un amasado y con otros ingredientes necesarios para obtener galletas.	(Toaquisa, 2012) (Gaibor & Torres, 2016) (Villegas, 2012)
Cerveza artesanal de amaranto	Bebida alcohólica que está elaborada a partir de la semilla de amaranto, lúpulo, agua y su respectiva adición de levadura.	(Montenegro, 2016)
Barras energetica a base de amaranto	Son alimentos obtenidos a partir del prensado de distintos cereales, en los cuales se pueden incluir frutos secos, semillas de amaranto u otras con jarabe de Azúcar y son considerados como productos saludables.	(Toaquisa, 2012) (Gaibor & Torres, 2016) (Villegas, 2012)
Bebida de amaranto	Bebida elaborada de las semillas de amaranto mediante la molienda del mismo y su respectiva homogeneización para la obtención del producto.	(Mapes, 2015). (Sorlano, 2012).
Pastas de amaranto	Producto no fermentado, en la obtención de mezcla de agua potable con harina de amaranto.	(Caisaguano, 2019). (Huaca, 2019)

Elaborado por: (Rodriguez & Tonato 2021)

4.3. Aporte nutricional de diferentes productos a base de amaranto

El tercer objetivo de esta investigación es describir desde el punto de vista documental, el valor nutricional de los distintos productos agroindustriales a base del amaranto, el análisis documental realizado se obtiene los siguientes resultados:

4.3.1 Comparación nutricional de la Harina de amaranto.

La harina de amaranto es un alimento rico en nutrientes como lo atestiguan diferentes autores como se muestran en la tabla 4-5.

Tabla 4-5

Valor nutricional de la Harina de amaranto.

Componentes	%	Fuentes
Proteína	16,42	(Martinez, 2017).
	12,49	(Pérez & Luzuriaga, 2010)
Carbohidratos	61,00	(Martinez, 2017).
	65,06	(Pérez & Luzuriaga, 2010)
Cenizas	2,98	(Martinez, 2017).
	3,17	(Pérez & Luzuriaga, 2010)
Grasa	4,10	(Pérez & Luzuriaga, 2010)
Fibra	5,18	(Pérez & Luzuriaga, 2010)

Elaborado por: (Rodriguez & Tonato 2021)

Al establecer los porcentajes de los distintos componentes que posee la harina de amaranto, en lo referente a la proteína, Martínez (2017) resalta que el contenido es de 16,42%, mientras Pérez y Luzuriaga (2010), señala que es 12,49%. De acuerdo a Montoya (2016) la harina de trigo el nivel proteico es 12,61%, esto quiere decir que la cantidad de proteínas entre las dos harinas es similar.

Otro de los componentes de la harina de amaranto son los carbohidratos que tiene valores de 61% como resalta Martínez (2017), mientras que Pérez y Luzuriaga (2010) estipulan que el contenido es de 65,06%, son resultados semejantes a la harina de haba que posee 64,6% (Reyes, 2017), pero al comparar con otras harinas como la de trigo y plátano se puede observar porcentajes más altos que son 72,77% y 84,18% respectivamente según Montoya (2016).

El contenido de cenizas presente en la harina de amaranto según Pérez y Luzuriaga (2010) es 3,17% para Martínez (2017) es 2,98%, al comparar con el porcentaje de cenizas que posee la harina de trigo que está en un rango de 1,06% tal y como señala Montoya, 2016, esto significa que los micronutrientes en la harina de amaranto son superiores a la de trigo.

En cuanto a la grasa y fibra de este producto a base de amaranto Pérez y Luzuriaga (2010) establecen un 4,10% y 5,18% respectivamente, valores que están por encima de la grasa y fibra que presenta las harinas de plátano 0,18% y 1,73% la de trigo 0,50% y 0,6% según Montoya, 2016.

4.3.2. Comparación nutricional de las galletas de amaranto.

Las galletas a base de amaranto poseen diversas características nutritivas entre ellas se tiene proteína, cuyos rangos están entre 9,71% según Gaibor y Torres (2016), y 15,10% declarado por Villegas (2012), al comparar con galletas elaboradas con harinas de tapirama con trigo (Chirinos & Vargas , 2017) que reporta 15,70%, datos similares, por otra parte García y Pacheco (2007) mencionan que el contenido de proteínas de galletas elaboradas con harina de trigo y harina de zanahoria blanca es de 4,38%, valor que se encuentra por debajo de las galletas a base amaranto esta comparación se puede observar en la tabla 4-6.

Con respecto a la fibra de las galletas, varía entre 1,86 a 3,40 % valores que fueron obtenidos por Gaibor y Torres, (2016) y Villegas (2012), respectivamente, mientras que Chirinos y Vargas (2016), reportan 3,06% de contenido en fibra de las galletas con harina de tapirama y trigo, los datos reportados por los investigadores son bastante parecidos lo que indicaría que las características nutricionales son equivalentes en los dos productos.

El contenido de cenizas oscila entre 1,80% y 2,80% tal y como reportan Toaquiza, (2012) y Villegas (2012), por otra parte las galletas elaboradas con harina de trigo y tapirama tienen 2,08% según Chirinos y Vargas (2016), dato muy próximo a lo presentado en las investigaciones sobre galletas a base de la gramínea andina, al comparar estos datos con la investigación que usa la harina de trigo con zanahoria, realizada por García y Pacheco (2007) que obtuvo 0,86% en cenizas, se observa valores más bajos que los anteriores ensayos.

Tabla 4-6

Valor nutricional de las galletas de amaranto.

Componente	%	Fuentes
Proteína	10,07	(Toaquisa, 2012)
	9,71	(Gaibor & Torres, 2016)
	15,10	(Villegas, 2012)
Cenizas	1,80	(Toaquisa, 2012)
	2,80	(Villegas, 2012)
Humedad	2,36	(Toaquisa, 2012)
	2,21	(Gaibor & Torres, 2016)
	3,10	(Villegas, 2012)
Fibra	1,86	(Gaibor & Torres, 2016)
	3,40	(Villegas, 2012)

Elaborado por: (Rodriguez & Tonato 2021)

Con respecto a la humedad de las galletas de amaranto, según la norma NTE INEN estipula que el valor máximo que debe poseer cualquier tipo de galletas es del 10%, las investigaciones realizadas por Gaibor y Torres (2016) y Villegas (2012) mencionan que el porcentaje de humedad esta entre 2,21% y 3,10% respectivamente tal y como se muestra en la tabla (4-6), dando a entender que siguen los requisitos de la norma.

4.3.3. Comparación nutricional de la Cerveza de amaranto.

Los principales componentes nutricionales que se encuentra en la cerveza elaborada con amaranto, son la proteína y los hidratos de carbono, en la tabla 4-7 se presenta el contenido del mismo.

La cerveza elaborada con amaranto es una bebida alcohólica que posee niveles de proteína que oscila el 0,95% según Montenegro (2016), al comparar con la cerveza común tipo Pilsen este presenta un valor de 0,5% mencionado por Aldo y Guijarro (2003), además, analizando el contenido proteico de cerveza elaborada con malta de cebada que tiene 0,84% declarado por Montenegro (2016), de la comparación de estos datos se tiene que la cerveza elaborada a base de amaranto tiene mayor cantidad de proteína.

Tabla 4-7

Valor nutricional de la cerveza de amaranto.

Componente	Contenido	Fuente
Proteína	0,95 %	(Montenegro, 2016)
Hidratos de carbono	2,15 %	(Montenegro, 2016)
Fibra	0,03%	(Montenegro, 2016)
Cenizas	0,16%	(Montenegro, 2016)
Energia (cal/100g)	10,39	(Montenegro, 2016)
Grado alcohólico	4,49 ºGl	(Montenegro, 2016)

Elaborado por: Rodriguez y Tonato

Los hidratos de carbono presentes en esta bebida son de 2,15%, señalado por Montenegro (2016), mientras que la cerveza tipo Pilsen tiene 2,4g según Aldo y Guijarro (2003), por otro lado la cerveza elaborada de malta de cebada tiene 1,23%, como lo menciona Montenegro (2016), al comparar ambos casos con el nivel de carbohidratos de la bebida elaborada a base de amaranto están por debajo.

El grado alcohólico que contiene la cerveza elaborada a partir del amaranto es de 4,49º, el cual está entre los rangos que la Norma INEN requiere para su consumo, así por ejemplo la cerveza tipo Pilsen que presenta un grado de alcohol de 4º, se diferencia una ligera diferencia de Gl entre estas cervezas. Tanto fibra como cenizas contiene 0,03% y 0,16% respectivamente, comparado con otro tipo de cerveza que es elaborada con cebada, presenta 0,13% cenizas y 0,01% fibra, esto según Montenegro (2016).

4.3.3. Comparación nutricional de la barra energética de amaranto

La barra energética es un producto relativamente nuevo destinado generalmente para suplir necesidades nutricionales de cierto grupo poblacional, se compara en la tabla 4-8 resultados de dos investigaciones sobre este tipo de producto en base al amaranto.

Los valores que presentan los autores con respecto a la proteína de la barra energética son 8,12% reportado por Yimbal (2017), mientras que Ochoa (2012), señala 6,10%, al comparar estos datos con un producto similar hecho a base de quinua realizado por Chicaiza (2015) que arrojó un 5,80%, esto se debe a que el amaranto tiene mayor porcentaje de proteína.

Al observar la tabla (4-8) se puede analizar que la grasa presente en la barra energética a base de amaranto se encuentra en 6,20% publicado por Ochoa (2012), Yimbal (2017) señala el 9,33%, siendo este porcentaje similar a lo obtenido en la investigación de Ubico (2017) que utilizó frutos rojos como base para la elaboración de este producto con un resultado de 8%.

Tabla 4-8

Valor nutricional de la barra energética de amaranto.

Característica	**Contenido**	**Fuente**
Proteína	8,12%	(Yimbal, 2017).
	6,10%	(Ochoa, 2012)
Grasa	7,77%	(Yimbal, 2017).
	6,20%	(Ochoa, 2012)
Carbohidratos	61,53%	(Yimbal, 2017).
	60,90%	(Ochoa, 2012)
Fibra	4,90%	(Yimbal, 2017).
	4,40%	(Ochoa, 2012)

Elaborado por: (Rodriguez & Tonato 2021)

Los carbohidratos presentes en la barra energética a base de la gramínea andina, son de 60,90% expuesto por Ochoa (2012), de la misma forma Yimbal (2017) publica un 61,53%, al comparar con las barras energéticas de quinua que tiene un porcentaje superior equivalente a 63,80% publicado por Chicaiza (2015).

El aporte nutricional de la barra energética del amaranto en lo referente a fibra según Ochoa (2012) está en 4,40 % mientras que Yimbal (2017) propone 4,90 %, el producto hecho a base de quinua presenta un valor inferior 3,60% expuesto por Moran (2016).

4.3.4. Comparación nutricional de la bebida de amaranto

En el mercado se encuentra una bebida nutricional a base de amaranto sus características se muestran en la tabla 4-9.

Tabla 4-9

Valor nutricional de la bebida de amaranto.

Característica	Contenido g	Fuente
Proteína	13,60	(Mapes, 2015)
	13,00	(Soriano, 2012)
Grasa	7,00	(Mapes, 2015)
Fibra	7,00	(Mapes, 2015).
	6,70	(Soriano, 2012)

Elaborado por: (Rodriguez & Tonato 2021)

Al observar la tabla 4-9 respecto a proteína por cada 100g de bebida, Mapes (2015) muestra un valor de 13,60g mientras Soriano (2012) indica 13,00g, al comparar este contenido con la leche de soja, que tiene 2,8g según Escobar (2019), por lo tanto los niveles proteicos de esta última son inferiores a la bebida de amaranto.

Otro de los valores nutricionales reflejados en la tabla 4-9, es la grasa, por cada 100g de bebida, Mapes (2015) manifiesta que tiene 7,00g, el análisis de esta característica en la leche realizado por Quezada (2018) muestra un 3,7g un valor inferior al producto elaborado a base de amaranto.

La fibra presente en 100g de bebida de amaranto, según Mapes (2015) es 7,00g mientras que la investigación de Soriano (2012) indica que es 6,70g, al comparar con los 6,00g que tiene un producto similar elaborado a base de almendras propuesto por García (2017) se observa valores muy parecidos entre estos dos productos.

4.3.5. Comparación nutricional de la pasta a base de amaranto.

Las pastas constituyen la base de muchos platos en la cocina nacional e internacional por que se ha propuesto la utilización de otros productos aparte de la harina de trigo para su elaboración estos sobre todo por el público celiaco que es intolerante al gluten los valores nutricionales de este alimento elaborado a base de amaranto se presentan en la tabla 4-10.

Tabla 4-10

Valor nutricional de la pasta

Característica	Contenido	Fuente
Proteína	16,45%	(Caisaguano, 2019)
	13,41%	(Huaca, 2019)
Humedad	9,89%	(Caisaguano, 2019)
	7,86%	(Huaca, 2019)
Grasa	3,91%	(Caisaguano, 2019)
	1,08%	(Huaca, 2019)

Elaborado por: (Rodriguez & Tonato 2021)

Según Huaca (2019) el contenido de proteína en la pasta de amaranto, es 13,41%, mientras que Caisaguano (2019) revela valores superiores a 16, 45%, al comparar este porcentaje con la pasta a base de trigo que posee 11,36%, indicados por Loor (2020), el producto elaborado a base de la gramínea andina tiene valores proteicos ligeramente superiores.

Al analizar la tabla 4-10 se puede observar que la humedad presente en la pasta de amaranto es de 7,86% según Caisaguano (2019), la investigación de Huaca (2019) señala valores de 9,89%, que son superiores al 2,10% que tiene un producto similar a base de quinua analizado por Vacas (2008).

La investigación realizada por Huaca (2019) muestra valores de 1,08% de Grasa presente en la pasta de amaranto, mientras que Caisaguano (2019) indica un 3,91%, al comparar estos porcentajes con la pasta a base de trigo caracterizada por Rojas (2010) que tiene 1,40%, situada al producto elaborado con amaranto por encima de los fideos tradicionales.

Conclusiones

Del análisis documental relacionado al valor nutricional del amaranto, se concluye que este cereal tiene un alto valor proteico, además presenta un nivel de fibra similar a otros cereales como el trigo, arroz o quinua que se siembran en el Ecuador, el porcentaje de carbohidratos de la gramínea andina son altos, con valores superiores al 57,00%, en lo referente a la cantidad de grasa lo sitúa sobre los cereales anteriormente mencionados. El amaranto contiene un importante aporte de micronutrientes, pues tiene calcio, fosforo, potasio y hierro, en lo referente a los aminoácidos presentes en el *amaranthus* se tiene los siguientes: arginina, lisina, leucina, triptófano, valina histidina, lo que quiere decir que el amaranto es un alimento muy nutritivo.

En el Ecuador la producción industrial del amaranto no está muy desarrollada, sin embargo del escrutinio bibliográfico realizado se desprende que los principales productos agroindustriales a base de amaranto son los siguientes: harina, galletas, cerveza, barras energética, bebida no alcohólica y pastas.

En cuanto al análisis nutricional de los diferentes productos agroindustriales a base de amaranto se concluye que: la harina tiene un porcentaje adecuado de proteína, carbohidratos, cenizas, grasa y fibra, que lo constituye un buen aporte nutricional. Las galletas a base de amaranto tiene los siguientes nutrientes: proteína, cenizas, y fibra este producto es similar en incluso superior en algunos casos a galletas elaboradas con otros cereales; los principales componentes nutricionales de la cerveza son, proteína e hidratos de carbono y están en porcentajes superiores a su contraparte elaborada a base de cebada, con respecto el valor nutricional de la barra energética a base de amaranto tiene: proteína, grasa, carbohidratos y fibra, lo que hace que esté producto sea muy recomendable para personas que realizan un trabajo de alta demanda calórica como son los deportistas de elite; la bebida a base de esta gramínea presenta valores de: proteína, grasa y fibra similares a otros productos elaborados a base de otros granos, la pasta de amaranto tiene proteína y grasa en concentraciones equivalentes a los fideos elaborados a base de trigo por consiguiente este producto estaría dirigido al público celiaco.

Recomendaciones

Debido al alto valor nutritivo que tiene el amaranto se recomienda incentivar el consumo de esta gramínea andina de forma periódica.

Incentivar a la práctica experimental en la elaboración de los productos elaborados a base de amaranto reseñados en la presente investigación.

Analizar la introducción del amaranto en otros productos agroindustriales con sustitución parcial o total a la harina de trigo para brindar productos de calidad a consumidores celiacos.

REFERENCIAS

Bressani, R. (2006). *Estudio sobre la industrialización del grano de amaranto, caracterización química y nutricional de productos intermedios y finales del procesamiento.* Proyecto FODECYT, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. Recuperado el 14 de Mayo de 2021, de http://glifos.senacyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202002.23.pdf

Buñay, D. (2009). *Respuesta a la fertilización orgánica en el cultivo de amaranto (Amaranthus caudatus) en el cantón Guano Provincia de chimborazo.* Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de recursos naturales, Riobamba-Ecuador. Recuperado el 14 de Mayo de 2021, de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/364/1/13T0659%20.pdf

Burgos, S., & Castro, A. (2017). *Historia y Domesticación del Amaranto (Amaranthus spp).* Proyecto, Universidad Autonoma de Yucatan , Merida-Yucatan. Recuperado el 13 de Junio de 2021, de https://www.academia.edu/20338673/Historia_y_Domesticacion_del_Amaranto

Caisaguano, B. (2019). *Caracterización de la harina de quinua (chenopodium Quinoa) y amaranto (amaranthus) para la elaboración de pasta.* Universidad Nacional de Chimborazo , Riobamba - Ecuador. Obtenido de http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6003/1/UNACH-EC-ING-AGRO-IND-2019-0014.pdf

Chamorro, F. (2019). *Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agronomo.* Universidad Central del Ecuador , Quito. Obtenido de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20179/1/T-UCE-0004-CAG-170.pdf

Chirinos , W., & Vargas , N. (2017). *Análisis proximal de galletas de harina de trigo(triticum vulgare): tapirama (phaseolus lunatus) de pueblo nuevo de paraguaná. Revista Centro Azúcar, 44*(2), 10-17. Recuperado el 06 de Junio de 2021, de http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v44n2/caz02217.pdf

Cruz, G. (2012). *Determinación del perfil nutricional para el etiqutado de los productos de amaranto de la fundación fortiori.* Tesis de Grado , Escuela Superior

Politecnica de Chimborazo , Riobamba - Ecuador . Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1998/1/56T00306.pdf

Cumbal, V. (2016). *Validaciòn del protocolo de control interno de calidad para la producciòn de semilla de amaranto, bajo dos tipos de fertilizacion.* Tesis de grado , Universidad Central del Ecuador , Quito-Ecuador. Recuperado el 05 de 05 de 2021, de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7943/1/T-UCE-0004-12.pdf

Equipo de Nutrición y educación alimentaria. (2016). *Amaranto una pequeña gran semilla.* Ficha Tecnica, Ministerio de produccion y trabajo Presidencia de la Nacion, Secretaria de Agroindustria, Argentina. Recuperado el 13 de 05 de 2021, de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha_58_Amaranto.pdf

Gabriel, M. (2018). *Usos actuales y potenciales del amaranto (Amaranthus spp). Journal of Social Sciences (JOURNAL), 3(6), 14.* Recuperado el 30 de Abril de 2021, de https://revistas.proeditio.com/jonnpr/article/view/2410#:~:text=El%20amaranto%2C%20considerado%20uno%20de,obtenci%C3%B3n%20de%20aceites%20y%20productos

Gaibor , F., & Torres, P. (2016). *Valor nutricional de las galletas a base de amaranto y quinua asociado a la aceptabilidad microbiológica. Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. Recuperado el 04 de Junio de 2021, de https://www.eumed.net/rev/caribe/2016/12/galletas.html

Garcia , M., & Gomez, I. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos.* Recuperado el 16 de Julio de 2021, de Instituto Nacional de Salud de Peru: https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Gonzales, J. C. (2013). Perspectivas de nuevos productos a base de amaranto: cerveza artenasal de Amaranto. *Revista academica de Investigacion*(14). Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7330826

González, M. (2020). *Métodos de análisis para la determinación de proteínas en cereales: amaranto y cebada*. España . Recuperado el 25 de 05 de 2021, de

https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/27174/GonzalezPerez_Maria%20Isabel_TFM_2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Guapi, J. (2014). *Caracterización bromatológica y fotoquímica de los granos y hojas del chocho (lupinusmutabilis sweet), quinua (chenopodium quinoa willd), amaranto (amaranthus caudatus l.) Y sangor ache (amaranthus hybridus l.).* Riobamba. Recuperado el 12 de 05 de 2021, de http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/689

Huaca, A. G. (2019). *Elaboración de pasta alimenticia enriquecida a partir de amaranto.* Colombia: Universidad de Almeria. Recuperado el 08 de 06 de 2021, de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=bj-wDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA394&dq=elaboración+de+pastas++a+base+de+amaranto+&ots=pd8P_H9jDZ&sig=11Vx3EwzkCBSO78-oo6jcKSNVZI#v=onepage&q=elaboración%20de%20pastas%20%20a%20base%20de%20amaranto&f=false

Illescas, J. (2014). *Estudio fenológico de dos variedades de amaranto en las condiciones agrometeorológicas de Quererococha.* Tesis de grado, Universidad tecnica de Ambato, Facultad de ciencias agropecuarias, Cevallos-Ecuador. Recuperado el 18 de Mayo de 2021, de https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26383/1/Tesis-174%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20520.pdf

INEN. (2005). *Norma Tecnica Ecuatoriana. Galletas, Requisitos.* Quito-Ecuador.

Lima, L., & Correa, D. (2018). *Nutritional evaluation of caruru (Amaranthus spp). Revista Agrarian, 12(45), 411-417.* Recuperado el 18 de Mayo de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/336576632_Avaliacao_nutricional_de_caruru_Amaranthus_spp

Mapes, E. (15 de 07 de 2015). *El Amaranto. revista ciencia, 1-8.* Obtenido de http://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Amaranto.pdf

Martinez, E. (2017). *Elaboración de harina de amaranto.* Universidad Técnologica Nacional , Argentina . Obtenido de https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/1573/AMARANTO.PF.MM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Monteros, C. N. (1994). *INIAP "Alegria" primera variedad mejorada de amaranto para la sierra Ecuatoriana.* Investigativo, Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias , Ecuador. Recuperado el 24 de 04 de 2021, de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/141/1/iniapscb246.pdf

Nieto, C. (1989). *El cultivo de amaranto (Amarantus spp) una alternativa agronomica para el Ecuador.* Instituto Nacional de Investigacion Agropecuarias . Ecuador: Publicacion Micelanea. Recuperado el 24 de 04 de 2021

Ocaña, J. (2012). *Estudio de la aceptación de una bebida instantánea en base de semillas de quinua (Chenopodium quínoa) y amaranto (Amaranthus cruentus) para niños de edad escolar.* Universidad técnica de ambato, Ambato. Recuperado el 15 de 05 de 2021, de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2030/1/AL474.pdf

Ochoa, C. (2012). *"formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa apicare".* Escuela superior politécnica de chimborazo , Riobamba. Recuperado el 28 de 05 de 2021, de http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2577

Pantanelli, A. (18 de Diciembre de 2001). *Bilioteca Electronica de Geminis de papeles de Salud.* Recuperado el 13 de 05 de 2021, de http://www.herbogeminis.com/IMG/pdf/amaranto.pdf

Peña, G. M. (2018). *Usos actuales y potenciales del Amaranto (Amaranthus spp.). journal*, 1-14. Recuperado el 05 de 05 de 2021, de http://revistas.proeditio.com/jonnpr/article/download/2410/pdf2410

Pérez, C., & Luzuriaga, Ó. (2010). *Caracterización de la Harina de Semillas de Amaranto AmaranthusCaudatuspara Elaboración de Pan en Mezclas con Harina de Trigo. Revista de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central, 01*(01), 61-70. Recuperado el 30 de Mayo de 2021, de https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/QUIMICA/article/view/1191/1185

Prado, F. (2010). C4 y CAM caracteristicas generales y uso e programas de desarrollo de tierras àridas y semiaridas . En J. Rebollar. Madrid: Taravilla S.L. Recuperado el 14 de 05 de 2021, de http://libros.csic.es/product_info.php?products_id=148

Soriano, M. (2012). *Amaranto: nutracéutico excepcional.* Mexico. Recuperado el 01 de 06 de 2021, de http://www.aapaunam.mx/assets/a6n2-abr-jun2014.pdf#page=31

Soteras, E. (2011). *Obtención y formulación de una bebida en base de granos de amaranto*. Obtenido de biblioteca virtual: https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/342/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Toaquisa, N. (2012). *Elaboración de galletas con sustitucción parcial de harina de amaranto Iniap alegria y panela.* Trabajo de Investigación, Universidad Técnica de Ambato , Ambato - Ecuador. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3118/1/S.AL485.pdf

Trino, R., & Grados , R. (15 de Noviembre de 2017). *Evaluación del aporte nutricional del amaranto (amaranthus caudatus linnaeus, quinua (chenopodium quinoa willd) y tarwi (lupinus mutabilis sweet) en el desayuno. Revista Con-Ciencia, 5*(2). Recuperado el 16 de Julio de 2021, de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2310-02652017000200003&script=sci_arttext

Villegas, S. (2012). *"Evaluación del potencial nutritivo y nutracéutico degalletas elaboradas con amaranto, (amaranthus caudatus) ytomate (solanum betaceum) deshidratado como colorante y saborizante.* Tesis de grado , Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamaba-Ecuador. Recuperado el 04 de Junio de 2021, de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2581/1/56T00349.pdf

Yenque, K. (2016). *Formulacion y caracteriszacion de barras energeticas a base de kiwicha (Amaranthus linnaeus) expandidas enriquesidas con concentrado proteico de pota (Dosidicus gigas).* Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura, Piura. Recuperado el 01 de 05 de 2021

Yimbal, W. (Julio de 2017). *Evaluacion de barras energeticas enriquecidas con guandul (Cajanus Cajan) y amaranto (Amaranthus spp). SATHIRI-Sembrador. Recuperado el 04 de 05 de 2021, de https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/100*

Yugcha, C. M. (2014). *Zonificaciòn Agroecològica-Econòmica del cultivo de Amaranto (Amaranthus spp) en el Ecuador Continental.* MAGAP. Quito-Ecuador: Sipa. Recuperado el 04 de 05 de 2021, de http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/zonificaciones/amaranto_2014.pdf

Zentero , S. (2014). Barras de cereales energeticas y enriquesidas con otras fuentes vegetales. *Revista de Investigacion Universitaria*. Recuperado el 01 de 05 de 2021

APENDICES Y/O ANEXOS

Glosario 1

Amaranto: Uno de los granos perteneciente a los granos andinos de diferentes especies: de color blanco, rosado o naranja, crema, denominado con el nombre científico *amaranthus Spp*

Angiospermas: Es el grupo más extenso del reino de las plantas posee flores, produce frutos con semillas.

Gramíneas: Una gramínea se desarrolla en forma de mata se compone de vástago y los bijuelos.

Mosto: liquido rico en azucares fermentables y proteínas solubles en agua.

Estaminadas: flor unisexual provista de estambres.

Lúpulo: Ingrediente esencial para la elaboración de cerveza que aporta el sabor amargo y su aroma característico.