



Universitat Autònoma de Barcelona

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



**Universitat Autònoma
de Barcelona**

**Departamento de Ciencias Animales y de los Alimentos
Facultad de Veterinaria
Univesitat Autònoma de Barcelona**

**Desarrollo de una formulación en polvo a
base de Amaranto (*Amaranthus cruentus*) y
Canela (*Cinnamomum sp*) sabor chocolate.**

**Tesis Doctoral dirigida por:
Dr. en C. Zacarías Jiménez Salas y Dr. Tomás López Pedemonte.**

Memoria presentada por:

LETICIA MARÍA HERNÁNDEZ ARIZPE

en opción al grado de

Doctora en Ciencias y Tecnología de Alimentos

Bellaterra, 2019



Universitat Autònoma
de Barcelona

**DESARROLLO DE UNA FORMULACIÓN EN POLVO A BASE DE AMARANTO
(*AMARANTHUS CRUENTUS*) Y CANELA (*CINNAMOMUM SP*) SABOR
CHOCOLATE.**

TESIS DOCTORAL

Para acceder al grado de doctor dentro del programa de
Doctorado en Ciencias de los Alimentos de la Universidad Autónoma de Barcelona

LETICIA MARÍA HERNÁNDEZ ARIZPE

Director Dr. en C. Zacarías Jiménez Salas.

Profesor Investigador de la Facultad de Salud Pública y
Nutrición de la UANL.



Director: Dr. Tomás López Pedemonte.

Profesor Agregado., Departamento de Ciencia y Tecnología
de Alimentos. Facultad de Química. Universidad de la
República Oriental del Uruguay.



Tutora: Dra. Manuela Hernández Herrero.

Profesora Titular del Departamento de Ciencia Animal
y de los Alimentos, Facultad de Veterinaria de la UAB.



**Programa de Doctorado en de Ciencias de los Alimentos
Departament de Ciències Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària de la UAB.
Bellaterra, febrero 2019.**

**La recompensa se encuentra
en el esfuerzo y no en el resultado.**

**Un esfuerzo total es una
victoria completa.**

Mahatma Gandhi.

**El conocimiento de la composición química de los alimentos
es el primer elemento esencial en el tratamiento alimentario
de las enfermedades o en cualquier estudio cuantitativo de la
nutrición humana.**

(McCance y Widdowson, 1940)

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mis padres Oscar e Hilda, quienes me iniciaron y me apoyaron en este proyecto y ahora desde el cielo bendicen este logro.

A mis hermanas Hilda Lorena, Brenda Dinorah y Sylvia Norma, quienes orgullosas de mi trayectoria de superación me impulsaron al logro del mismo, siempre a mi lado.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios nuestro señor por mi vida y mi familia que incondicionalmente me apoya a lo largo de mis actividades y acciones en mi crecimiento como persona y profesionista; de esa forma he podido ayudar con mis conocimientos adquiridos a personas con el fin de proporcionarles educación y alternativas para mejorar su calidad de vida.

A la Universidad Autónoma de Nuevo León por su apoyo para llevar a cabo este estudio de doctorado, especialmente a la Facultad de Salud Pública y Nutrición y sus directivos que me permitieron mediante sus gestiones los trámites para obtener un mayor grado académico, a Natalia Berrun, Yolanda de la Garza e Hilda Novelo Huerta como directoras y a Blanca Edelia González Martínez y Manuel López-Cabanillas Lomelí, por su apoyo en los trámites académicos y de asesoría.

A la Universidad Autónoma de Barcelona por proporcionarme las herramientas para realizar este doctorado en especial a Manuela Hernández Herrero, Marta Capella Puig, directoras de este programa en su momento y quienes siempre estuvieron al pendiente de mis actividades realizadas; a Julia Lacuesta quien me proporcionaba toda la información requerida para cumplir con los tramites solicitados.

A mis maestros que con sus conocimientos y experiencia me enseñaron la otra parte de la nutrición dirigida al consumo de alimentos, Dr. Juan José Rodríguez Jerez, Buenaventura Guamis López, Artur Xavier Roig Sanqués, Antonio José Trujillo Mesa, Ma. Teresa Reyes Pla Soler y Manuela Hernández Herrera.

A mis compañeros que conjuntamente iniciamos este proyecto para nuestro crecimiento profesional y a lo largo del cual forjamos una amistad, Adelita, Arnoldo, Betty, Gustavo, José Luis, Luz María, Marco, Mirna, Paty, Rodrigo y Tere.

A mis directores de tesis; Zacarías Jiménez Salas y Tomás López Pedemonte que me dirigieron y apoyaron para terminar este proyecto mediante su asesoría, dedicación y conocimientos; a mis compañeros que con su experiencia me apoyaron y en momentos asesoraron para el logro de esta tesis, Gustavo Martínez, Rogelio Salas, Abraham Arias, Sylvia Osorio de Dios, Laura Otero y Adbel Martínez Báez.

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Abreviaturas	Significado
<	Menor que
>	Mayor que
%	Por ciento
°C	Grados Celsius
A.C.	Antes de Cristo
AOAC	Association of Official Methods of Analysis of AOAC International
C ₉ H ₈ O	Cinamaldehído
C ₉ H ₈ O	Monosacárido, cetoheptosa
Ca	Calcio
Ch ²	Chi cuadrada
Cu ₂ SO ₄	Sulfato de Cobre
DM-2	Diabetes Mellitus 2
ECA	Enzima convertidora de angiotensina
EESNL NL 2011/2012	Encuesta Estatal de Salud Nuevo León 2011/2012
ENC	Edulcorantes no calóricos
ENSANUT	Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición
ENSANUT MC	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Medio Camino 2016
EESNL NL 2011/2012	Encuesta Estatal de Salud Nuevo León 2011/2012
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FC	Factor de Conversión
FDA	Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos
Fe	Hierro
g	Gramo
GLUT-4	Transportador de glucosa-4
GRAS	Generalmente reconocido como seguro

H₂SO₄	Ácido Sulfúrico
H₃BO₃	Ácido Bórico
HbA1c	Hemoglobina glucosilada
HCl	Ácido Clorhídrico
HDL	Lipoproteínas de alta densidad
HTAS	Hipertensión Arterial Sistólica
IDA	Ingestión diaria admisible
IDR	Ingesta Diaria Recomendada
INSP	Instituto Nacional de Salud Pública
IR/día	Ingestión recomendada al día
JECFA	Comité Científico Internacional de Expertos en Aditivos Alimentarios
K₂SO₄	Sulfato de Potasio
Kcal	Kilo calorías
Kg/ha	Kilogramos por hectárea
LDL	Lipoproteínas de Baja densidad
m	Metro
mcg	Microgramo
mg	Miligramo
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
NaOH	Hidróxido de Sodio
(NH₄)₂SO₄	Sulfato de Amonio
NMP	Número más probable
NOM 051-SCFI/SSA1-2010	Norma Oficial Mexicana 051 Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria
OMS	Organización Mundial de la Salud
RI	Resistencia a la Insulina
rpm	Revoluciones por minuto

SIAP	Servicio de información Agroalimentario y Pesquería
ton/ha	Tonelada por hectárea
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
UE	Unión Europea
UFC	Unidad Formadora de Colonias
Vit A	Vitamina A o Retinol
Vit B₉	Vitamina B ₉ o Ácido Fólico
Vit C	Vitamina C o Ácido Ascórbico
Vit E	Vitamina E o Tocoferol
Vol	Volumen
Zn	Zinc

RESUMEN

La obesidad y las enfermedades crónicas relacionadas con la dieta forman parte de los grandes problemas de salud pública a combatir a nivel mundial. Es posible que, mediante la nutrición, utilizando alimentos que permitan un desarrollo adecuado, se pueda evitar el incremento de dichas enfermedades y se logre que las nuevas generaciones alcancen una mejor calidad de vida. Actualmente, existe un mercado de interés en desarrollar bebidas utilizando ingredientes naturales que sean nutritivos y saludables. Una alternativa es elaborar bebidas a base de cereales y proteínas con alto valor nutritivo y con características funcionales.

Objetivo: Desarrollar y estandarizar una formulación en polvo a base de harina de amaranto (*Amaranthus cruentus*) y canela (*Cinnamomum sp.*), sabor chocolate y fortificada, como alternativa nutricia y funcional para la población en general.

Metodología: Se determinaron las recomendaciones nutricias de la población mexicana objetivo. Se elaboró una premezcla de vitaminas y minerales para su fortificación. Se realizaron 3 formulaciones con diferentes endulzantes no calóricos; mediante evaluación sensorial se determinó la aceptación y posteriormente se realizaron pruebas funcionales, fisicoquímicas, bromatológicas y microbiológicas considerando la normativa mexicana; se diseñó el etiquetado nutricional y se compararon los resultados con formulaciones existentes en el mercado.

Resultados: La formulación seleccionada en base a su aceptación en los atributos textura (80%) y sabor (100%), está constituida por harina de amaranto (49%), canela polvo (4%) cocoa (20%), goma CMC 2%; maltodextrina (20%) y como edulcorante no calórico sucralosa (4%) Su composición proximal para la porción de 25g fue: proteína 2.56g, grasa total 1.39g, hidratos de carbono 16.5g y fibra 3.2g. Se adicionó con vitaminas A, B₉ y C, y minerales Ca, Fe y Zn. Microbiológicamente cumple con valores establecidos por las normas mexicanas. Los estudios de su capacidad de emulsión a 4°C, 23°C y 50°C indicaron proteínas estables con dispersión entre 40 a 100 equivalente al caseinato de sodio. Para la capacidad de retención de agua fue de 8.53±0.06g de agua/g de harina y 5.52±0.25g de

formulación/g de agua, favoreciendo el retraso del deterioro microbiológico y estimulando las señales de saciedad. Puede hidratarse con agua o con leche.

Conclusiones: De acuerdo con las características de la bebida en polvo se determinó la formulación con mayor aceptación mediante evaluación sensorial. Esta formulación se considera, reduce en calorías, baja en grasa y fuente de fibra según las normas mexicanas. Los ensayos funcionales, así como los valores favorables de los indicadores de microorganismos permiten su consumo y comercialización.

ABSTRACT

Obesity and chronic diet-related illnesses are part of the major public health problems to fight globally. It is possible that, using foods that allow for adequate development, the increase of these diseases can be avoided, and the new generations will be able to achieve a better quality of life. Currently there is great interest in developing beverages using natural ingredients that are nutritious and healthy. An alternative is to produce beverages based on cereals and proteins with high nutritional value and functional characteristics.

Objective: To develop and standardize a powder formulation based on amaranth flour (*Amaranthus cruentus*) and cinnamon (*Cinnamomum sp.*) chocolate flavor, fortified as a nutritional and functional alternative for the general population.

Methodology: We determined the nutritional recommendations of the Mexican population, and designed a formulation based upon them and desired functional characteristics of the food in terms of functionality, composition, nourishing contribution. A mixture of vitamins and minerals was prepared for its fortification. During the trials 3 formulations with different non-caloric sweeteners were assessed for acceptance, by means of sensory evaluation. In addition functional tests, physico-chemical, composition and Microbiologicals assays were performed taking into account the Mexican regulations. Nourishing labelling was designed and the results were compared with existing formulations in the market.

Results: The most accepted formulation with 80% texture and 100% flavor, consists of amaranth flour (49%), cinnamon powder (4%), cocoa (20%); maltodextrin (20%) and as a non-caloric sweetener sucralose (4%). Its proximal composition for the portion of 25g. was: protein 2.56g, total fat 1.39g, carbohydrates 16.5g and 3.2g fiber. It was added with vitamins A, B₉, and C, mineral Ca, Fe and Zn. Microbiologically complies with values established by Mexican standards. Functional tests determined emulsion capacity (4°C, 23°C y 50°C) that indicated stable proteins with dispersion between 40 a 100 Equivalent to sodium caseinate. For the holding

capacity of water in flour 8.53 ± 0.06 % and formulation 5.52 ± 0.25 % favoring the delay of microbiological deterioration and stimulating the signs of satiety.

Conclusions: According to the characteristics of the powdered beverage which can be hydrated with water and/or milk, the formulation selected is the one showing higher acceptance rates by sensory evaluation. This formulation is considered, reduced in calories, low fat and fiber source According to Mexican standards. Functional assays as well as favorable values of microorganisms indicators allows its consumption and commercialization.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1 Generalidades	3
2.1.1. Terapia nutricional funcional	6
2.2. Alimentos funcionales	7
2.2.1. Amarantho (<i>Amaranthus cruentus</i>)	8
2.2.1.1. Descripción de la especie	10
2.2.1.2. Descripción botánica	11
2.2.1.3. Composición química	13
2.2.1.4. Valor nutritivo del Amarantho	13
2.2.1.4.1. Proteínas	14
2.2.1.4.2. Hidratos de Carbono	16
2.2.1.4.3. Lípidos	16
2.2.1.4.4. Vitaminas y minerales	17
2.2.1.5. Compuestos bioactivos y actividad biológica	19
2.2.1.6. Usos comerciales	21
2.2.2. Canela (<i>Cinnammonum sp</i>)	23
2.2.2.1. Descripción de la especie	23
2.2.2.2. Descripción botánica	24
2.2.2.3. Composición química	25
2.2.2.4. Valor nutritivo de la canela	25
2.2.2.5. Compuestos bioactivos y actividad biológica	27
2.2.2.6. Usos comerciales	30
2.3. Bebidas	30
2.3.1. Contexto nacional de las bebidas en polvo	31
2.3.2. Contexto internacional de las bebidas en polvo	32
3. JUSTIFICACIÓN	35
4. OBJETIVOS	36

4.2.	Objetivo general	36
4.3.	Objetivos específicos	36
5.	MATERIAL Y MÉTODOS	37
5.2.	Equipo de laboratorio	37
5.3.	Reactivos	38
5.4.	Formulación de bebida	38
5.5.	Desarrollo de la etiqueta	39
5.6.	Materia prima	40
5.7.	Determinación de sabor	40
5.8.	Diseño de la formulación	40
5.8.1.	Mezclas	41
5.9.	Evaluación sensorial	42
5.9.1.	Determinación de aceptación	43
5.10.	Evaluación bromatológica	43
5.10.1.	Humedad	44
5.10.2.	Ceniza	44
5.10.3.	Grasa	45
5.10.4.	Proteína	46
5.10.5.	Fibra	47
5.10.6.	Hidratos de Carbono	48
5.11.	Pruebas funcionales	48
5.11.1.	Capacidad de emulsificación	49
5.11.2.	Determinación de pH	50
5.11.3.	Capacidad de retención de agua	50
5.12.	Evaluación microbiológica	51
5.12.1.	Hongos y levaduras	51
5.12.2.	Coliformes	52

5.12.3. Mesófilos	52
5.13. Valor energético	53
5.14. Análisis estadístico	53
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
6.1. Resultados de todas las evaluaciones para el desarrollo de la formulación en polvo de amaranto con canela sabor chocolate	56
6.2. Selección de la fuente de amaranto	56
6.3. Selección del saborizante para formulación	58
6.4. Desarrollo de la premezcla de vitaminas y minerales	58
6.5. Determinación de tipo de edulcorante aceptado en la formulación	59
6.6. Evaluación sensorial	60
6.7. Análisis químico proximal de la formulación	64
6.8. Etiquetado nutrimental	68
6.9. Pruebas microbiológicas	71
6.10. Propiedades tecno funcionales	72
6.10.1. Pruebas de emulsificación	72
6.10.2. Capacidad de retención de agua	74
6.10.3. pH	75
7. CONCLUSIÓN	78
8. BIBLIOGRAFÍA	79
9. ANEXOS	122

TABLAS

Tabla	DESCRIPCIÓN DE TABLAS	Página
1.1	Taxonomía del Amaranto.	11
1.2	Contenido de proteína del amaranto comparado con otros cereales	14
1.3	Contenido de aminoácidos esenciales (mg/g) en grano de amaranto comparado con el patrón establecido	15
1.4	Contenido de ácidos grasos (mg/g) en gramos de amaranto	17
1.5	Comparación de minerales en diferentes cereales (mg/100g)	18
1.6	Clasificación taxonómica de la canela (Cinnamomun verum)	24
1.7	Composición nutricional de la Canela	26
5.1	Formulaciones de la bebida en polvo a base de harina de amaranto y canela sabor chocolate	43
6.1	Composición proximal del amaranto de tres marcas comerciales y su comparación con valores de referencia de FAO (2002)	58
6.2	Recomendaciones de vitaminas y minerales para Población general de México	60
6.3	Formulaciones para identificar la mayor aceptación	61
6.4	Grado de aceptación y elección preferente de 3 formulaciones mediante atributos textura, aspecto, sabor (n= 20 panelistas)	62
6.5	Pruebas sensoriales de preferencia pareadas para determinar atributos de aceptación en la formulación C. Muestra hidratada en 240 ml. de agua con 25g de producto. (n=40 panelistas)	63
6.6	Evaluación de preferencia pareada para determinar atributos de aceptación en la formulación C. Muestra hidratada en 240 ml de agua y en leche con 25 g. de producto. (n= 36 panelistas)	64
6.7	Composición proximal de la formulación	65
6.8	Comparativo de 8 formulaciones que incluyen amaranto como producto principal con la formulación de amaranto, canela sabor chocolate	67
6.9	Información nutrimental de la formulación elaborada a base de harina de amaranto con canela sabor chocolate	70
6.10	Pruebas microbiológicas del producto, comparativo 2010 y 2014	72
6.11	Pruebas tecno funcionales de capacidad emulsificante e la bebida en polvo a base de amaranto con canela sabor chocolate	74
6.12	Capacidad de retención de agua, comparativa entre harina y formulación	75
5.13	Porcentaje de nitrógeno y proteínas de harina de amaranto y Formulación método Dumas (combustión total)	76

FIGURA

Figura IV.1 Porcentaje de cambio fórmulas reconstituidas en leche o agua. P.64

ANEXOS

1	Formulaciones y desarrollo de productos para el consumo humano a base principalmente con amaranto.	123
2	Encuesta de elección del sabor de la formulación.	125
3	Encuesta para determinar aceptación de las formulaciones desarrolladas.	126
4	Evaluación de las características organolépticas de la formulación desarrollada.	127
5	Aceptación de la formulación en diferentes medios de dilución A (leche) B (agua)	128
6	Material y equipo utilizado en el desarrollo de la formulación de la bebida en polvo a base de harina de amaranto y canela sabor chocolate.	129

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la obesidad y las enfermedades crónicas relacionadas con la dieta forman parte de los grandes problemas de salud pública a combatir a nivel mundial. Es posible que, mediante la nutrición, utilizando alimentos que permitan un desarrollo adecuado, se pueda evitar el incremento de dichas enfermedades y se logre que las nuevas generaciones alcancen una mejor calidad de vida.

Por lo general, las bebidas que dominan el mercado son carbonatadas, contienen grandes cantidades de azúcares, y proporcionan muy pocos nutrientes. Posiblemente éstas sean parte de los alimentos que contribuyen a los problemas de obesidad.

Por lo anterior, existe un marcado interés en desarrollar bebidas utilizando ingredientes naturales que sean nutritivos y saludables. Una alternativa es elaborar bebidas a base de cereales y proteínas con alto valor nutritivo y con características funcionales.

En esta investigación se propone la elaboración de una formulación en polvo a base de amaranto y canela sabor chocolate; el objetivo es utilizar el amaranto para aprovechar las propiedades y beneficios de esta semilla para la salud humana. El amaranto es un alimento funcional que se encuentra a la disponibilidad para consumo en diferentes presentaciones y se sabe que contiene proteínas de alta calidad nutricional. La canela tiene compuestos bioactivos para mejorar el metabolismo de los carbohidratos y proporciona un sabor agradable sin el incremento de energía. Para una mayor aceptabilidad se le adicionará cocoa para que tenga sabor chocolate así como edulcorantes no calóricos.

La formulación propuesta se puede hidratar tanto en agua y en leche, para apoyar una buena nutrición. Se determinó utilizar al amaranto (*Amarantus cruentus*), ya que es un pseudocereal con alto valor nutritivo; contiene principalmente proteínas (15 al 18% de valor biológico y funcional), minerales como el hierro, calcio, fósforo, magnesio y vitaminas C, E y del grupo B, descrito por FAO/OMS, y es considerado

como un alimento de excelente calidad (Greenfield & Southgate, 2003). El amaranto también tiene la ventaja de carecer de gluten, por lo que es posible que lo consuman personas con enfermedad celíaca (Coulter y Lorenz, 1990), no contiene colesterol, su perfil de ácidos grasos es más saludable por su alto contenido de ácidos grasos insaturado (Contreras *et al.* 2011).

El desarrollo de este producto a base de amaranto representa una alternativa preventiva a problemas de salud y nutrición los cuales actualmente aquejan a la población mexicana.

2. ANTECEDENTES

2.1. 1.1 GENERALIDADES

Uno de los principios fundamentales para lograr el desarrollo humano es garantizar que las personas puedan cubrir sus necesidades de alimentación y nutrición; cuando estas necesidades no son satisfechas, emergen las enfermedades ya que se condiciona el crecimiento y desarrollo de sus capacidades cognitivas, además del adecuado funcionamiento diario, lo que constituye un obstáculo para alcanzar el mayor nivel posible de salud y bienestar (Álvarez y Genta, 1993). En México, las tendencias a padecer enfermedades asociadas a la malnutrición, así como al consumo excesivo de bebidas azucaradas han ocasionado múltiples enfermedades cardiovasculares, diabetes sobrepeso y/o obesidad (Álvarez *et al.*, 2006).

El consumo de bebidas se asocia con cubrir las necesidades fisiológicas de sed del organismo; la elección del tipo de bebidas a consumir depende de las preferencias, costumbres o conocimientos y aspectos del medio social en que se desenvuelven las personas (Iglesias-Rosado *et al.*, 2011; Espinosa-Montero *et al.*, 2013).

El requerimiento total de bebidas de un individuo se basa en la composición general de su dieta y de sus necesidades fisiológicas de agua; para calcular la contribución de las bebidas en la ingestión de nutrientes, se debe ajustar al patrón de consumo de bebidas de un adulto varón que, en México, con una dieta promedio de 2200 kcal necesita consumir aproximadamente 3.9 litros de los cuales el agua constituye el 52% del volumen consumido, el 20% se refiere a bebidas no endulzadas como té, café o infusiones y el restante 28% a leche, jugo y bebidas endulzadas (Rivera, *et al.*, 2008).

En la actualidad, el exceso en el consumo de bebidas azucaradas trae como consecuencia un marcado incremento en las calorías recibidas; el consumo

exagerado de este tipo de bebidas representa alrededor del 21% del total de energía en adolescentes y adultos mexicanos (Ludwig *et al.*, 2001; Vartanian *et al.* 2007). Las bebidas con aporte energético se relacionan con un equilibrio positivo de energía y obesidad; además, también se relacionan con una menor ingestión de leche, calcio y otros nutrientes, que repercute en un mayor riesgo a padecer diabetes y otras enfermedades crónicas no transmisibles (Álvarez *et al.*, 2006; Vartanian *et al.* 2007).

Por otra parte, las encuestas nacionales de salud y nutrición (ENSANUT) son herramientas que permiten contar con datos críticos y evidentes para la planeación en sector salud, (Gutiérrez, *et al.*, 2012; ENSANUT MC, 2016); gracias a ellas se cuenta con datos críticos y evidentes para la planeación en sector salud; en ellas se demostró que la prevalencia de diabetes en adultos mayores de 20 años aumentó de 5.8% en el 2000; a 7 % en 2006 y 9,1% 2012, consecuencia del aumento importante de la obesidad y sobrepeso, factor de riesgo modificable para evitar la diabetes (Cordova-Villalobos *et al.*, 2008).

Para el estado de Nuevo León los resultados descritos en la Encuesta Estatal de Salud Nuevo León 2011/2012 (EESNL NL 2011/2012) destaca que la población adulta únicamente el 1.7% mostro bajo peso, pero con sobre peso y obesidad 71.7%, con incremento del 13.2% en últimos años en adultos de 20 años. El mayor de 60 años y más, registro bajo peso el 16.1% y 32.9% sobrepeso, estas cifras comparadas con ENSANUT MC 2016 en donde 7 de cada 10 adultos presentan 72.5% exceso de peso (sobre peso y obesidad) comparado con ENSANUT 2012 de 71.2%

Se sugiere que este exceso de peso se debe principalmente a un mayor consumo de comida rápida, botanas, dulces, postres cereales dulces, bebidas no lácteas endulzadas y bebidas lácteas endulzadas, entre otras. En adultos, el elevado consumo de bebidas no lácteas endulzadas se ha incrementado alrededor del 80% de ellos, lo que ocasiona las enfermedades crónicas no trasmisibles, observando

en adultos, diabetes en un 9.4%; hipercolesterolemia 28% e hipertensión arterial 25.5% (ENSANUT MC 2016).

En el área de la salud se busca constantemente que el aporte de componentes nutrimentales y no nutrimentales prevengan y traten la realidad ya expuesta, tomando en cuenta que los nutrientes deben ser eficaces y seguros los componentes químicos; se entiende por *eficacia* la capacidad de una determinada sustancia de proveer beneficios saludables relacionados con la prevención de la deficiencia o la reducción del riesgo de enfermedad crónica, y por *seguridad*, la certeza razonable de que no van a darse efectos adversos por incrementar la ingesta de un nutriente, estableciéndose este concepto a la luz de la evidencia científica (Álvarez-Castaño *et al.*, 2012).

El consumo de una dieta deficiente o insuficiente en aporte de nutrientes y de calorías puede ocasionar un estado de malnutrición; esta condición ocasiona un mal estado de salud general que impide el aprovechamiento y la absorción de macro y micronutrientes incrementando la posibilidad de la aparición de patologías asociadas (Galindo, 2014).

La desnutrición afecta aproximadamente al 10% de la población de América Latina y el Caribe; en alrededor de 53 millones de personas se ha presentado desnutrición crónica, principalmente en poblaciones pobres localizadas en zonas rurales o en la periferia urbana con condiciones socioeconómicamente adversas. Esta desnutrición se debe a deficiencias en el consumo de micronutrientes específicamente hierro, zinc, yodo y vitamina A, dando como consecuencia la anemia, otro problema de malnutrición (Programa Mundial de Alimentos, PMA, 2008). Se ha observado que en las personas mayores se incrementa la prevalencia de malnutrición severa presentando valores de entre 24 y 74% (Ribera, 2002; Bauer *et al.*, 2005).

Una de las estrategias para disminuir la prevalencia de desnutrición es la adecuación de menús mediante el mejoramiento del balance nutricional, esto apoyado

con suplementos nutricionales mediante alimentos enriquecidos o con suplementos nutricionales orales (Lauque *et al.*, 2000; Sánchez-Campillo *et al.*, 2010; Smoliner *et al.*, 2008). Se hace hincapié que la nutrición enteral constituye la administración vía oral de suplementos y/o fórmulas nutricionales elaboradas con mezclas que contengan macro y micronutrientes que puede ser proporcionada como dieta total o para una dieta oral insuficiente como complemento (Álvarez *et al.*, 2006; Pérez *et al.*, 2011).

Existe la asociación y causalidad entre desnutrición y hambre, así como en su relación con la pobreza, esto ocasiona disminución del aprendizaje escolar que a su vez impide el acceso a recursos tanto de alimentos como de salud; de esta forma se impide la educación, empleo y asistencia a sistemas sanitarios tanto a mujeres como a la población infantil (Céspedes, 2008). En este contexto se desencadenan múltiples condiciones patológicas como la hipertensión arterial sistémica (HTAS), la diabetes mellitus tipo 2 (DM-2) y la aterosclerosis que son enfermedades crónicas no transmisibles del adulto y cuya prevalencia va en dramático ascenso (ENSANUT MC 2016).

Actualmente las personas cuentan con menos tiempo para la elaboración de sus alimentos de consumo diario, que generalmente son reemplazados por preparaciones precocidas y de elaboración rápida. Estas preparaciones contienen un alto contenido de componentes químicos, conservadores, grasas y azúcares, y aportan una cantidad deficiente de proteínas; lo anterior, aunado a la falta de actividad física, son factores claves para la aparición de diversas patologías como el síndrome metabólico (Ruano *et al.*, 2015).

2.1.1 TERAPIA NUTRIOLÓGICA FUNCIONAL

La terapia funcional alternativa hoy en día juega un papel fundamental y determinante en donde se puede aplicar una intervención nutricional en base a productos naturales que son fuente micro y macronutrientes y electrolitos; los

productos herbales han demostrado, mediante estudios experimentales, que pueden tener propiedades antioxidantes, antivirales o anticancerígenos, por mencionar algunos ejemplos.

Los productos naturales provenientes de fuentes vegetales contienen varios componentes activos y han sido utilizados durante miles de años por una cantidad significativa de la población. Actualmente se utilizan en el cuidado de la salud en muchos países o regiones del mundo; sin embargo, es necesario conocer las limitaciones al momento de utilizar alguno, el mecanismo de acción de cada producto natural, así como los beneficios y contraindicaciones que estos tienen para poder realizar buenas prácticas en el tratamiento nutricional (Gutiérrez *et al.*, 2012).

Los productos naturales, aportan una alimentación adecuada, de bajo costo y son fáciles de procesar o consumir. Entre esta gran variedad de productos, los cereales se constituyen como un tipo de nutrimentos que pueden ser considerados alternativa para mejorar el consumo diario de proteínas. La deficiencia proteica que prevalece en la actualidad modifica la velocidad de crecimiento del individuo en edad escolar y adolescencia; el exceso en cambio ocasiona incremento de peso, índices de obesidad en escolares, adolescentes y adultos mayores (Gutiérrez *et al.*, 2012).

2.2 ALIMENTOS FUNCIONALES

Un alimento funcional es aquel que entre sus componentes añade compuestos bioactivos que ejercen funciones de manera específica y positiva al organismo y causan efectos fisiológicos y psicológicos independiente al valor nutricional (Goetzke, *et al.*, 2014); estos componentes contribuyen a mejorar o mantener la salud ya que participan como factores preventivos del riesgo para la aparición de enfermedades en el sistema cardiovascular, mejoran la resistencia a la insulina, proporcionan un rendimiento óptimo de la actividad física y mantienen el control del peso y la grasa corporal, entre otros beneficios (Araya y Lutz, 2003).

Las condiciones para ser un alimento funcional es que debe ser de naturaleza alimentaria, debe consumirse como parte de la dieta diaria, tener una particular función en el organismo como la prevención o recuperación de enfermedades específica y retardar el proceso de deterioro o envejecimiento; otra consideración es la certeza de contar con pruebas científicas de sus propiedades y estar dirigido a un grupo de población (Hernández-Carranza y Jiménez-Munguía, 2010).

Una alternativa para evitar estos problemas de salud es el consumo de productos naturales, que posean características de ser funcionales. Estos productos aportan una alimentación adecuada, de bajo costo y son fáciles de procesar o consumir. Los cereales forman parte de estos productos ya que contienen nutrimentos que lo hacen ser considerados como alternativa para mejorar el consumo diario de proteínas.

En la actualidad hay un interés muy marcado en el uso del amaranto como una fuente excepcional de nutrientes ya que aporta proteínas de alto valor nutricional; además contiene otros nutrimentos que podrían considerarse con características funcionales. El amaranto puede consumirse de diversas formas entre la que destacan las formulaciones en polvo para elaborar bebidas.

2.2.1. AMARANTO (*Amaranthus cruentus*)

La palabra amaranto significa inmortal, proviene del origen griego: *a*; *negación* y *maráino*; marchitarse; adaptándose, por su resistencia a la sequía. En México se le denominó *Huautli*, palabra de origen náhuatl que significa inmortal por que la semilla no se descompone. Fray Martín de Valencia en Santiago Tulyehualco, la llamó Alegría basado en la alegría de ver los campos sembrados y el salto de la semilla al reventarse en el comal. Existen unas 80 especies, sólo tres de ellas son cultivadas: *A. hypocondriacus*, originario de México, *A. cruentus*, oriundo de

Guatemala y del sureste de México y *A. caudatus*, procedente de América del Sur, África, China, India y parte sur de Estados Unidos (Hevia *et al* 2002; Algara *et al.*, 2013).

El amaranto es una planta que pertenece a la familia *Amaranthacea* y al género *Amarantus*. Su cultivo se realizó en Mesoamérica y los primeros datos de esta planta datan de hace 10 mil años. Formó parte de la dieta en los pueblos indígenas antes de la conquista de los españoles, que siendo pueblos recolectores y cazadores lo consumían en igual importancia que el maíz y el frijol (Algara, *et al.*, 2013).

Para los mayas, aztecas e incas el amaranto fue la principal fuente de proteínas y se consumía como verdura y grano reventado. Estuvo asociado a los ritos religiosos, a los dioses y a la visión cósmica de estas culturas. Con la llegada de los españoles a América y durante la Conquista, fue eliminado de la dieta indígena por razones religiosas y políticas. Su cultivo y consumo casi desaparecen, pues solamente en los lugares más apartados de la conquista española se mantuvo la producción de amaranto. Este vegetal se puede aprovechar de múltiples formas: como grano, hojas o como forraje. Es también un cultivo altamente eficiente que puede prosperar en condiciones agroclimáticas adversas, como sequía, altas temperaturas y suelos salinos (Becerra, 2000).

Para la OMS, el amaranto es el alimento perfecto si combinan su proteína con otros cereales y se enriquece con vitaminas y minerales (Díaz-Sanguínes, 1999), lo que coadyuva a mejorar sus propiedades funcionales; estas propiedades funcionales están asociadas también a la fracción lipídica, a su fracción fenólica y a la cantidad de fibra dietética que posee, lo que determina sus propiedades antioxidantes (Cai y Corke, 2006).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) incluyó al amaranto entre las 23 plantas que pueden utilizarse para mejorar en las personas su nutrición, tomando en consideración, su alto valor nutritivo, confirmando

su enorme potencial como fuente de alimento de alta calidad (Becerra, 2000; Pantanelli, 2001).

Actualmente en México se cultiva y consume en los estados de Puebla, Estado de México, Morelos, Tlaxcala, Distrito Federal, Jalisco y Oaxaca. En menor importancia se cultiva también en Michoacán, Chihuahua, Durango, Hidalgo, Nayarit y Nuevo León. También se cultiva en el Distrito Federal, preponderantemente en Santiago Tulyehualco, donde se ha transmitido de generación en generación la producción tradicional del amaranto (Espitia-Rangel *et al.*, 2010).

El rendimiento obtenido mediante la cosecha manuales va desde 1175 kg/ha hasta 3111 kg/ha (Tapia, 2000).

El amaranto es un seudocereal considerado un alimento nutraceutico y funcional. Los reportes científicos sobre amaranto sugieren que la planta contiene agentes potencialmente beneficiosos para la salud, que pueden mejorar diversas funciones, por ejemplo: la capacidad para reducir el colesterol plasmático, estimular el sistema inmune, ejerce una actividad antitumoral, reduce los niveles de glucosa en sangre y mejora las condiciones de hipertensión y anemia. Estos efectos han sido estudiados sobre distintos modelos biológicos y manejando muy diversos extractos de la planta (Soriano-Santos y Escalona-Buendía 2015).

2.2.1.1. DESCRIPCION DE LA ESPECIE

Para el género *Amaranthus* se describen 80 especies, 55 de origen americano y 15 provenientes de Europa, Asia, África, Australia (Mujica, 1997). Su clasificación taxonómica se describe en la tabla 1.1

Tabla 1.1 Taxonomía del amaranto.

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógama
Tipo:	<i>Embryophyta siphonogama</i>
Subtipo:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledónea
Subclase:	<i>Archyclamidaeae</i>
Orden:	Centropermales
Familia:	<i>Amaranthaceae</i>
Género:	<i>Amaranthus</i>
Sección:	<i>Amaranthus</i>
Especies:	<i>caudatus, cruentus e hypochondriacus</i>

Fuente: Chagaray y Gallo, 2005.

2.2.1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El amaranto es una especie anual, herbácea o arbustiva de diversos colores; las semillas del amaranto se caracterizan por ser abundantes y pequeñas, van diversas coloraciones desde el verde al morado o púrpura con distintas coloraciones intermedias, cuenta con una raíz con abundante ramificación, que se extienden rápidamente después que el tallo comienza a ramificarse, lo que facilita la absorción de agua y nutrientes. El tallo es cilíndrico y anguloso con gruesas estrías longitudinales que le dan una apariencia acanalada, alcanza de 0.4 a 3 m de longitud, sus hojas son pecioladas, de tamaño variable de 6.5-15 cm, cuando es el

tiempo de la cosecha generalmente se realiza mediante método manual (Tapia, 2000). El fruto es un pixidio que contiene una solo semilla.

El amaranto es considerado un seudocereal. Las principales cualidades de esta planta, como fuente de grano, estriban en sus propiedades organolépticas y funcionales, destacándose el contenido de proteína rica en aminoácidos esenciales lisina, triptófano y metionina, de tal manera que su calidad proteica varía entre 14 a 17% ya procesado adecuadamente, es igual a la calidad proteica de la caseína expresado en porcentaje, éste es de 86.2% (Danz y Lupton, 1992). Entre el contenido de ácidos grasos destaca la presencia del escualeno en cantidades altas (Bressani, 1989).

En relación con el rendimiento de su grano es considerado relativamente bajo, tomando en consideración que tiene una producción promedio de 1 a 3 ton/ha, esto es consecuencia de no contar con recursos para un apropiado manejo agronómico, otro factor importante es la insuficiente información de la presencia de plagas y enfermedades y su control adecuado, las cuales pueden causar grandes pérdidas económicas a los productores de amaranto (Parra-Cota y Délano 2012).

Actualmente en México se desarrollan programas gubernamentales por medio de la Secretaria de Agricultura impulsando la producción de amaranto mediante organizaciones y preparando a los productores lo que permitirá el incremento de su producción con el fin de satisfacer la demanda en relación con el crecimiento con la utilización de técnicas sustentables Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, (SAGARPA, 2018).

2.2.1.3. Composición química

El amaranto es considerado un seudocereal, (Bressani, 1989) Las principales cualidades de esta planta, como fuente de grano, estriban en sus propiedades organolépticas y funcionales, destacándose el contenido de proteína rica en aminoácidos esenciales, lisina, triptófano y metionina, de tal manera que su calidad

proteínica varia de 14 a 17% ya procesado adecuadamente, es igual a la calidad proteínica de la caseína expresado en porcentaje este es de 86.2%. (Danz y Lupton, 1992) El contenido de ácidos grasos contiene escualeno en cantidades altas siendo considerado como fuente de está. (Bressani, 1989).

2.2.1.4. Valor nutritivo del Amaranto

La proteína que se encuentra en el *Amaranthus cruentus*, está principalmente distribuida en el germen y la envoltura de la semilla (65%) y el perispermo amiláceo (35%). Se ha encontrado más nutrientes en el embrión, como grasa, fibra, cenizas, de 2.3 a 2.6 veces más nitrógeno y de 2.4 a 2.5 veces más la concentración de minerales, especialmente hierro y cobre que en la semilla entera (Carpio, 2009). Por ser una dicotiledónea, no se considera como un cereal (Becerra, 2000; Algara *et al.*, 2013).

Desde el punto de vista nutricional y alimentario, es un alimento completo, por contener ocho aminoácidos esenciales (Landázuri 2008; Algara *et al.*, 2013) (Tabla 2) y vitaminas y minerales. En México, la variedad que se consume tiene 16-18% de proteína aproximadamente, lo cual, lo pone en ventaja con otros cereales como el trigo que contiene 12-14% de proteína, el maíz 9-10% o el arroz 7% con incremento de su calidad proteica por su alto contenido de lisina, aminoácido esencial, tiene una función clave en el desarrollo de las células del cerebro humano y en el crecimiento, ayuda a producir anticuerpos, hormonas y enzimas, además contribuye a la formación de colágeno y la reparación de los tejidos. Ayuda a la construcción de proteína muscular, y reduce los niveles de triglicéridos. El aminoácido triptófano coadyuva en nuestro cuerpo a producir serotonina, un neurotransmisor responsable del sueño normal, por lo que ayuda a estabilizar el estado de ánimo y combatir la depresión y el insomnio. También es útil para controlar la hiperactividad infantil, reducir el estrés y fortalecer el corazón. Sirve para

control del peso, reduciendo el apetito, e incrementando la liberación de la hormona de crecimiento, produce niacina (Vitamina B₃) (Algara *et al* 2013).

2.2.1.4.1. Proteínas

El amaranto es considerado un alimento completo, desde el punto de vista nutricional y alimentario. En México, la variedad que se consume tiene 16-18% de proteína aproximadamente, lo cual, pone en ventaja con otros cereales como el trigo, el maíz o el arroz (Tabla 1.2).

Tabla 1. 2.
Contenido de proteína del amaranto comparado con otros cereales.

Cereales	g de proteína/100 g de parte comestible
Amaranto	13.6 – 18.0
Cebada	9.5 – 17.0
Maíz	9.4 – 14.2
Arroz	7.5
Trigo	14.0 – 17.0
Centeno	9.4 – 14.0

Fuente: Tapia M., 2000

El amaranto es el único cereal que posee todos los aminoácidos esenciales, leucina, lisina, valina, metionina, fenilalanina, treonina e isoleucina (Bressani, et al., 1992) (Tabla 1.3); estos aminoácidos, que son básicos para el organismo, se encuentran en mayor proporción que en muchos otros cereales.

Casi todos los cereales tienen una deficiencia del aminoácido esencial lisina, constituye el aminoácido limitante para las proteínas de origen vegetal. El amaranto, contiene el doble de lisina que la proteína del trigo, el triple que la del maíz y es equiparable en contenido a la proteína de la leche de vaca, considerado

el “*gold standard*” de excelencia nutricional (Oleszek *et al.*, 1999). Por lo tanto, es un complemento nutricional óptimo comparado con cereales convencionales (Hevia *et al.*, 2002). Aunado a que la FAO y la OMS han establecido estándares cuantitativos para evaluar el puntaje químico de un alimento en base a la cantidad y calidad del aminoácido presente, en base a estos patrones el amaranto obtiene una elevada calificación por lo que es considerado como un alimento de alto valor para la alimentación del ser humano (Hevia *et al.*, 2002).

Tabla 1.3.
Contenido de aminoácidos esenciales (mg/g) en grano de amaranto comparado con el patrón establecido.

Aminoácido Esencial	<i>A. hypochondriacus</i>	Patrón FAO/OMS
Isoleucina	250	250
Leucina	388	440
Lisina	401	340
Metionina	131	220
Fenilalanina	328	380
Treonina	268	250
Triptófano	84	60
Valina	304	310

Fuente: Landázuri-González, 2008

El balance de aminoácidos es comparado, con los requerimiento para la nutrición humana. El aminoácido que en menor proporción se encuentra es la leucina, el cual permite que la proteína se absorba y se utilice hasta en un 70%. El alto valor biológico de estas, se compara con el trigo (73%) y soya (74%), mientras que las proteínas de origen animal no contienen aminoácidos limitantes. La lisina es uno de los aminoácidos que es considerada importante, permite una excelente

complementación de aminoácidos conjuntamente con las proteínas del maíz, arroz y trigo. También este alto valor de aminoácido es demostrado mediante ensayos biológicos mostrando la buena disponibilidad, digestibilidad con una eficiencia proteínica semejante a la caseína expresado como porcentaje del valor de caseína siendo el amaranto el que expresa 86.2% (Chaturvedi *et al.*, 1993).

2.2.1.4.2. Hidratos de carbono

El contenido de carbohidratos del amaranto con respecto a otros cereales es de 58 a 68g/100g. El almidón del amaranto tiene una característica molecular peculiar, el componente principal en la semilla, representa entre 50 y 60 por ciento de su peso seco (De Bruin, 1964), En términos de tamaño de partícula, es la molécula de almidón más fina encontrada hasta el momento en la naturaleza, aproximadamente un décimo del tamaño del almidón del maíz, esta particularidad tiene diversas aplicaciones en la industria de alimentos y en otras aplicaciones tecnológicas, como materia prima de primera calidad o para sustituir almidones modificados químicamente (Repo-Carrasco *et al.*, 2001; Mapes-Sánchez, 2010). Posee características como propiedades aglutinantes inusuales. Estas características se aprovechan para espesar o pulverizar ciertos alimentos o para imitar la consistencia de la grasa, en fabricación de “geles”, repostería fina (Becerra, 2000).

2.2.1.4.3. Lípidos

La semilla de amaranto contiene aceites que representan entre los lípidos un 6 y 10% de los ácidos grasos esenciales que comparándolo con otros cereales, es relativamente alto (Tabla 1.4) (Paredes-López, *et al.*, 1994). Contiene escualeno que representa alrededor del 5-8% del total, considerado relativamente alto

(aproximadamente de 7 a 8% del aceite de la semilla), esta sustancia es importante ingrediente en la industria cosmética y precursor de esteroides; el amaranto contiene un alto contenido de lípidos, entre los ácidos grasos, destacan el ácido linoleico (18:2), conocido como omega-6 y el ácido linolénico (18:3) que se encuentra presente en una proporción pequeña (Martirosyan *et al.*, 2007; Paredes-López, *et. al.*, 1994; Espitia, 2010; Cai y Corke, 2006).

Tabla 1.4.

Contenido de ácidos grasos (mg/g) en gramos de amaranto

Ácido graso predominante	Linolénico
Ácidos grasos secundarios	Oleico y palmítico
Relación saturados: insaturados	0.26 - 0.31
Similitud nutricional	Aceite de maíz/arroz
Escualeno	5.0 - 7.0% (del aceite)
Tocoferoles (vitamina E)	Efecto hipocolesterolémico (HMG-CoA)
Tocotrienoles	reductasa actividad antioxidante

Fuente: Morales-Guerrero, 2009; Rodas y Bressani, 2009

2.2.1.4.4. Vitaminas y minerales

El amaranto contiene minerales como el calcio, fósforo y hierro, importantes nutricionalmente para el ser humano. Su cantidad es superior a los cereales tradicionales. Las vitaminas que contiene (riboflavina, niacina, ácidos ascórbico y fólico, tiamina, biotina y β -caroteno), son consideradas básicas para una buena alimentación. El amaranto consumido puede proveer gran parte de la ingesta diaria recomendada de los micronutrientes principales, previniendo la aparición de enfermedades por deficiencia. El contenido de riboflavina y ácido ascórbico en el

amaranto es mayor que el presentado en las gramíneas (trigo, arroz, maíz, sorgo, cebada, avena, centeno); en promedio 100 g de semilla de amaranto aportan entre el 12 – 25% de los requerimientos de vitamina C, y la vitamina E (α -tocoferol) se encuentra en mayor cantidad, cumpliendo con el requerimiento diario entre el 17 – 45%. En cuanto a los minerales que posee el amaranto, en mayor proporción están fósforo y potasio, seguidos del magnesio y calcio (Tabla 1.5) (Muñoz de Chávez *et al.*, 1996).

Puede aportar cantidades importantes de fibra dietética y vitaminas E y B, es fuente importante de niacina (necesaria para la producción de hormonas sexuales, crecimiento y el metabolismo), lisina (producción de anticuerpos, hormonas y enzimas), fósforo (formación de hueso y función renal), magnesio (coadyuvante para el metabolismo del azúcar en sangre y relajante del músculo liso), sirve como ayuda en la curación de herpes (Rastogi y Shukla, 2013).

Tabla 1. 5.

Comparación de minerales en diferentes cereales (mg/100 g).

Mineral	Amaranto	Maíz	Arroz	Trigo
Fósforo	600	-	-	-
Potasio	563	284	214	370
Calcio	303	158	32	58
Magnesio	344	147	106	160
Hierro	5.3	2.3	1.4	0.9

Muñoz de Chávez *et. al.*, 1996

2.2.1.5. Compuestos bioactivos y actividad biológica

En base a sus propiedades y composición, el amaranto es considerado un alimento bioactivo por ser rico en metabolitos que determinan su impacto en la nutrición y en nuestra salud al cumplir una función específica como puede ser el mejorar la salud y/o reducir el riesgo de contraer enfermedades (Paredes, 1994).

La presencia de flavonoides (rutina), ácidos fenólicos como ácidos gálicos; ácido p-hidroxibenzoico y ácido vainílico le aportan efecto antioxidante, varios autores sugieren que la planta de amaranto contiene agentes potencialmente beneficiosos para la salud, lo que parece darle un valor agregado a este alimento a nivel local, nacional e internacional (Pasko *et al.*, 2009; Bhutia y Maiti, 2008; Pérez-Espitia *et al.*, 2012; Udenigwe y Aluko, 2012).

El amaranto se destaca por su capacidad para reducir el colesterol plasmático, su efecto hipoglucemiante, capacidad para regular la presión arterial, e influencia en el fortalecimiento y regulación del sistema inmune, con un efecto anticancerígeno mencionados por (Quiroga *et al.*, 2015).

La presencia de escualeno contribuye además por sus propiedades biológicas que coadyuvando a disminuir la presencia de los radicales libres, y de esta forma, aumentar la resistencia inmunológica (Ariza, *et al.*, 2009). La presencia de tocotrienoles, isoprenoides y otros factores, conjuntamente la unión de ácidos biliares a algunas fibras vegetales contribuye a mejorar etapas de la dislipidemia, disminuyen el colesterol plasmático (Qureshi *et al.*, 1996; Kulakova *et al.*, 2006; Montero-Quintero *et al.*, 2015).

En estudios de los efectos del amaranto en pacientes con enfermedad isquémica coronaria, utilizando una dieta suplementada con aceite de amaranto, se pudo observar que la adición de 600 mg al día de escualeno provocó efectos positivos en

la disminución de colesterol y triglicéridos plasmáticos, modificando la composición de ácidos grasos de la membrana de los glóbulos rojos (Algara, *et al.*, 2013).

Las semillas de amaranto contienen alto contenido de grasas mono y poliinsaturadas, tales como el ácido linoleico mejor conocidos como aceites Omega-3, que coadyuva a mejorar algunos problemas cardiovasculares. La gran variedad de ácidos grasos saturados, mono insaturados y poliinsaturados, son de gran importancia para su consumo, sin embargo, destaca la presencia del escualeno la cual representa alrededor del 5-8% del total de aceite. Esta cantidad varía dependiendo del tipo de amaranto. El escualeno, como ácido graso insaturado, es muy similar en su estructura al betacaroteno siendo un metabolito intermedio en la síntesis del colesterol. No es muy susceptible a la peroxidación y actúa como protector a la exposición de radiación UV, algunos estudios refieren su uso como terapia adjunta para una variedad de cáncer (Algara, *et al.*, 2013)

Los ácidos grasos que predominan bioactivos en la semilla son del tipo 18:1 (22.70%), 18:2 (40.83%) y 18:3 (7.7%), estos son importantes porque producen prostaglandinas la que regula muchos procesos corporales, como es: la inflamación y la coagulación de la sangre. Además, contiene escualeno que presenta propiedades biológicas que coadyuvan a disminuir la presencia de los radicales libres, y de esta forma, aumenta la resistencia inmunológica (Ariza, *et al.*, 2009) también contiene, tocotrienoles, isoprenoides y otros factores (Qureshi *et al.*, 1996), conjuntamente la unión de ácidos biliares a algunas fibras vegetales son responsable de mejorar etapas de dislipidemia, disminuyen el colesterol plasmático, en experimentos *in vitro*, se describió la unión de harina de amaranto y concentrado proteico con ácidos biliares como el ácido deoxicólico y taurocólico, resultando tóxicos para la mucosa intestinal (Tiengo *et al.*, 2009; Algara, *et al.*, 2013)

Los efectos del amaranto en pacientes con enfermedad isquémica coronaria mostraron resultados en la concentración plasmática de colesterol realizado en seres humanos; utilizaron una dieta suplementada con aceite de amaranto, y

observaron que la adición de 600 mg al día de escualeno provocó efectos positivos en la disminución de colesterol y triglicéridos plasmáticos, modificando la composición de ácidos grasos de la membrana de los glóbulos rojos (Algara, *et al.*, 2013). Las proteínas de amaranto al ser digeridas liberan péptidos con funciones biológicas diferentes, que son absorbidos por el sistema digestivo (Barba, 2013).

La adición de grano y aceite de *A. esculantus* a la dieta de ratas a las cuales se les indujo diabetes tipo 2, produjo una disminución en la glucemia en ayunas; el perfil lipídico de estos animales mejoró en cuanto se disminuyó notablemente la concentración total de colesterol y lipoproteína de muy baja densidad y aumento en la actividad enzimática de la SOD y la GSH reductasa hepática en ratas diabéticas (Kim *et al.*, 2005).

El extracto metanólico de las hojas del amaranto ha sido también utilizado para estudiar efectos hipoglucemiantes. Se reportó que la utilización del extracto de hojas de *Amaranthus viridis* disminuía el valor de la glucemia en ayunas, el colesterol total y los triglicéridos plasmáticos de distintos modelos de ratas diabéticas.

La suplementación de grano y el aceite del amaranto disminuyen significativamente la glucosa sérica y aumentan los niveles de insulina. (Krishnamurthy *et al* 2011). Dentro de los péptidos liberados en las proteínas de amaranto los representativos son los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (ECA), seguidos por los péptidos inhibitorios de la Dipeptidil Peptidase IV (Barba, 2013).

2.2.1.6. Usos comerciales

En México se han desarrollado proyectos en donde se involucran empresas con productores del Estado de México; la finalidad es realizar esquemas que tengan como objetivo la fusión de producto-país. Así mismo en otros países como Perú, Argentina, Kenia, Tailandia, India, China y Polonia por mencionar algunos se han desarrollado programas nacionales y sectoriales para la producción del amaranto.

En países como Japón, Estados Unidos y Alemania el amaranto se considera producto naturista y por lo mismo su consumo es mayor (San Miguel, 2008 mencionado en Carpio Escobar 2009)

En México la semilla de amaranto es utilizada para elaborar dulces conocidos como “alegrías”, también se utiliza para elaborar cereales para desayunar, tortillas, nachos, barquillos, harina, atoles los cuales son utilizados como alternativas para proporcionar mejor nutrición (San Miguel, 2008 mencionado en Carpio Escobar 2009)

El amaranto se puede mezclar en varios platillos tradicionales ya que no altera su sabor. En China, la harina de amaranto es utilizada en la elaboración de fideos, panques, dulces y el colorante que se extrae para la salsa de soya. En Europa y Estados Unidos, se consume como grano integral, harina, aceite de amaranto, barras de cereal, tortillas; además, también se usa para la elaboración de galletas y alimentos para el consumo de bebés (Carpio Escobar 2009)

Otra forma de comercializar el amaranto es la elaboración de bebidas con amaranto ya sean líquidas o en polvo para ser posteriormente ser hidratadas con agua o leche. En Venezuela se comercializa una bebida instantánea para el consumo del público en general (Guadarrama *et al.*, 2008); en 2011, Soteras en Argentina realizó una bebida a base de semilla de amaranto dirigida también al público en general; Ocaña en 2012 mezcló quinua 60% y amaranto 20% con leche en polvo 20% en Ecuador para ser utilizada en niños de edad escolar; en ese mismo año y también en Ecuador, MontesdeOca-Vinueza y Escobar-Ávila realizaron una bebida saborizada con chocolate, guanábana y maracuyá a partir de semillas de amaranto y avena. También en Ecuador Mera Vizcaíno y Toapanta Vargas (2015) formularon una bebida fortificada a partir de variedad de amaranto *caudatus L.* y quinua *Wild Chenopodium* con tres tipos de endulzantes (estevia, panela y miel de abeja). En México, Espinosa. Villa y colaboradores (2016) elaboraron néctar de guayaba adicionado con harina de amaranto y fibra soluble. Acosta y colaboradores (2017) elaboraron una bebida como suplemento en el desayuno para niños escolares en presentación de 240 mL, la cual está constituida de agua, pulpa de

coco, amaranto, caseína, miel de abeja, cacao, vainilla y saborizante artificial de chocolate.

2.2.2. Canela (*Cinnamomum sp*)

El nombre de canela deriva de una palabra griega que significa madera dulce; es un árbol de hoja perenne perteneciente a la familia de las Lauráceas, a la que pertenece el laurel y alcanfor. Las ramas de arbustos pueden llegar a medir de 10 a 15 metros; es conocida científicamente como *Cinnamomum zeylanicum*, (Custodio, 2013) y *Cinnamomum verum* sumamente aromático, que al secarse y sin corteza, forman unos tubitos que desprenden un aroma muy agradable. Su nombre proviene de la palabra italiana *cannelle* que significa cañitos; son originarios de Sri Lanka un lugar de clima cálido, ideal para su crecimiento, los países productores de canela son Indonesia, China, India, Java, Madagascar, Islas Seychelles e Islas Mauricio, Birmania, Malasia, Brasil, Antillas, Guayana, siendo por supuesto el mayor productor su lugar de origen. El olor característico de la canela se obtiene al golpear la corteza, consiguiendo extraer un polvo marrón-amarillento que con el tiempo se va oscureciendo, es considerada como posible suplemento preventivo para el tratamiento de la resistencia a la insulina, síndrome metabólico y diabetes tipo 2 (Rafehi et al., 2012)

2.2.2.1. Descripción de la especie

La canela es una de las especias conocidas desde la antigüedad. Es mencionada en textos en sánscrito y en la Biblia en el año 5000 AC, en China ya conocían la canela, ésta era más apreciada que el oro; la utilizaban como medicina en

problemas de diarrea, problemas estomacales, mal aliento, falta de apetito, náuseas, calambres y exceso de gases (Davis y Yokoyama, 2011).

Los árabes la utilizan para aromatizar carnes, por su contenido de aceite esencial rico en fenol que inhibe las bacterias responsables de la putrefacción de la carne. En Asia era utilizada tradicionalmente como tratamiento para inflamaciones desde hace cientos de años (Khan *et al*, 2003).

La clasificación taxonómica de la canela se muestra en la tabla 1.6

Tabla 1.6.

Clasificación taxonómica de la canela (*Cinnamomun verum*)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lurales
Familia	<i>Lauraceae</i>
Género	<i>Cinnamomum</i>
Especie	<i>C. verum</i>
Nombre binomial	Cinnamomum verum

Fuente: Hall-Ramírez *et al.*, 2002

2.2.2.2. Descripción botánica

El árbol de la canela pertenece a la familia de las lauráceas, procede del sur de la India y de Sri Lanka, se encuentra también en lugares cálidos del mundo, puede llegar a medir hasta 15 m de altura, pero generalmente no superan los 10 m; sus ramas son muy aromáticas y poseen doble corteza, la característica de sus hojas son de forma ovada y puedes llegar a medir hasta 18 cm de longitud, presenta tres

nervios definidos, además presenta bordes lisos y fragante (Hall-Ramírez *et al.*, 2002).

2.2.2.3. Composición química

Aunque se crea que la canela solo sirve como especia, tiene muchas propiedades medicinales, en su corteza cuenta con componentes como fibras, mucílagos, ácidos como el trans-cinámico, eugenol, aceites esenciales ricos en benzaldehído (planta) así como eugenol, farnesol, gamma-terpineol, geraniol, isoeugeneol, cariofileno, 3-felilpropenal (aldehído cinámico) taninos, vainilla y sacarosa entre otros componentes (Rotblatt. (2000).

El aceite esencial de la canela es de un color amarillo claro que se torna rojizo con el tiempo, es volátil, con un olor característico. Contiene aproximadamente 60-80 ppm de aldehídos, calculados en forma de cinamaldehído (C_9H_8O) (50-75%), eugenol (4-10%), trazas de carburos terpénicos (pineno, cinelo, felndreno, linalol, y de metilamilcetona; glúsidos, mucílagos, taninos y trazas de cumarinas. Otros compuestos en esta planta son ácido trans cinámico, hidroxicinamaldehído, o-metoxicianmaldehído, alcohol cinamílico, limoneno, alfa-terpineol y procianidinas oligoméricas (Rotblatt, 2000).

2.2.2.4. Valor nutritivo de la canela

La ración media de la canela es de 1g; esta cantidad no aporta a la dieta nutriente alguno en cantidad tal que represente significancia. En cualquier caso, merece comentario el contenido en hierro y calcio, siendo 1g el equivalente al 4% de las ingestas recomendadas al día (IR/día) para el hierro, en hombres de 20 a 39 años y con una actividad física moderada, 2% en mujeres; y al 1,2% de las IR/día para el calcio en esta población blanco. Cuantitativamente, a estos contenidos le siguen los

de ácidos grasos saturados, vitamina C y selenio. Estos dos últimos explican el poder antioxidante relacionado con esta especia (Moreira et al., 2013).

La canela contiene minerales como boro, calcio, cinc, cloro, cobalto, cromo, estroncio, fosforo, hierro, magnesio, níquel, plomo, potasio, sodio, yodo encontrados en la corteza y vitaminas como la C, niacina y tiamina (Moreira *et al.*, 2013) (Tabla 1.7)

Tabla 1.7. Composición nutricional de la canela.

	100 g de porción comestible	Por ración (1 g)
Energía	44	0
Proteínas g	3.9	0
Lípidos totales g	3.2	0
AG saturados g	0.65	0.01
AG mono insaturados g	0.48	0.01
AG poliinsaturados g	0.53	0.01
ω -3 g*	0	0
C18:2 Linoleico ω -6 g	0.53	0.005
Colesterol mg/1000kcal	0	0
Hidratos de Carbono g	-	-
Fibra g	-	-
Agua g	92.9	0.9
Calcio mg	1,228	12.3
Hierro mg	38.1	0.4
Yodo μ g	-	-
Magnesio mg	55.6	0.6
Zinc mg	1.97	0

Sodio mg	26.3	0.3
Potasio mg	500	5.0
Fósforo mg	61.4	0.6
Selenio µg	15	0.2
Tiamina mg	0.08	0
Riboflavina mg	0.14	0
Equivalentes niacina mg	1.3	0
Vitamina B ₆ mg	0.25	0
Folatos µg	29	0.3
Vitamina B ₁₂ (µg)	0	0
Vitaminas C (mg)	28.5	0.3
Vitamina A: Eq Retinol (µg)	25.8	0.3
Vitamina D (µg)	0	0
Vitamina E (mg)	0.01	0

Tablas de Composición de Alimentos. Moreira *et al.*, 2013.

Recomendaciones: Ingestas Recomendadas/ día para hombres y mujeres de 20 a 39 años con una actividad física moderada. Recomendaciones: Objetivos nutricionales/ día. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2011. Recomendaciones: Ingestas Dietéticas de Referencia (EFSA, 2010). 0: Virtualmente ausente en el alimento. —: Dato no disponible. *Datos incompletos.

2.2.2.5. Compuestos bioactivos y actividad biológica

La canela contiene un polifenol hidrosoluble cuya composición incluye oligómeros de catequin/epicatequin, aceites esenciales; taninos, almidón, terpenos, cumarinas, oxalato cálcico. Posee actividades biológicas antibacterianas, antifúngicas, insecticidas y antioxidantes, atribuidas al eugenol y al aldehído cinámico, respectivamente, que son sus principales constituyentes; se utiliza tradicionalmente

como saborizante y antimicrobiano en los alimentos (Anderson, *et al.*, 2004; Wang, *et al.*, 2009; Li, *et al.*, 2013)

Otros compuestos en esta planta son ácido trans cinámico, hidroxicinamaldehído, o-metoxicianmaldehído, alcohol cinamílico, limoneno, alfa-terpineol y procianidinas oligoméricas (Hall-Ramirez *et al.*, 2002).

Los componentes de la canela hacen sinergia con la insulina, permitiendo mejorar la sensibilidad de esta hormona; por su compuesto activo llamado proantocianidina, se determinó la acción similar a la insulina de las células adipocíticas, lo que mejora la utilización de la glucosa en el organismo a través de un aumento de la fosforilación de proteínas de señalización y la activación del transportador de glucosa-4 (GLUT-4), que mediará la captación de glucosa del tejido adiposo y de las células musculares (Kim *et al.*, 2005). La canela contiene polímeros polifenólicos solubles en agua derivados de las catequinas antioxidantes. Estos compuestos aumentan la sensibilidad de la insulina mediante la mejora de la función receptora de insulina y el aumento de la captación de glucosa (Kim *et al.*, 2005).

Contiene resinas cianogénicas y ácido hidrocianico con propiedades antibacteriales y taninos con acción hemostática y astringente (Martínez, *et al.*, 2003). También tiene efectos terapéuticos, incluyendo antiemético, analgésico, antiespasmódico, antiséptico, hipoglicémico y preventivo contra el cáncer (Wang, *et al.*, 2009).

La canela como se ha mencionado tiene efectos en los mecanismos para la reducción de complicaciones causadas por el síndrome metabólico como los descritos a continuación. Para personas con diabetes actúa mediante su efecto mimético de la insulina y la activación del glucógeno sintetasa e inhibe el glucógeno sintetasa quinasa 3β (Sangal, 2011); también actúa en la reducción de la absorción de glucosa en el intestino delgado a través del incremento de la enzima glucosidasa y la inhibición de la ATPasa intestinal, lo que incrementa la regulación en la expresión de los genes receptores de insulina (Couturier *et al.*, 2011). Otro mecanismo donde participa la canela es la activación de la PPAR y AMP quinasa (Adisakwattana *et al.*, 2011), y de la señalización de IGF1 en los fibroblastos (Hafizur

et al., 2015); también participa en la modulación fisiológica mitocondrial, mediante la acción de elevación del metabolismo celular (Huang *et al.*, 2011); otro de sus efectos es el modular las vías de señalización de la insulina y la IGF como mTOR y la autofagia del AMP-cíclico (Takasao, *et al.*, 2012), inhibe la α -amilasa lo que regula el aumento de la translocación del GLUT 4 en el tejido adiposo y muscular (Usta, *et al.*, 2002); así mismo inhibe la AMPK dirigida a la reducción de ingesta de glucosa por tejido adiposo mediante la fosforilación de la AMPK y el acetilCoA carboxilasa (Usta, *et al.*, 2002; Beejmohun, *et al.*, 2014), también en la formación de anti-AGE (Peng, *et al.*, 2010).

Existe referencia de actividad antioxidante, mediante la conjugación de dienos y glutatión (Cadenas, 1997; Dhuley, 1999); la actividad destructora de radicales libres (Mancini-Filho, *et al.*, 1998); el incremento de SOD, GPX y CAT (Khaki, 2015) así como la disminución de la lipoperoxidación (Keshvari, *et al.*, 2013) y la inhibición de la oxidación del óxido nítrico (Lee, *et al.*, 2000), reduciendo la producción de radicales libres y de la resistencia a la insulina (Mancini-Filho *et al.*, 1998).

Se ha demostrado la actividad antiinflamatoria de la canela en el hígado reduce la enzima reductasa HMG Co-A, la que tiene una actividad lipolítica e incrementa la actividad enzimática antioxidante (Lee, *et al.*, 2003).

Se considera que tiene una actividad antilipémica, demostrado mediante la reducción de la secreción de grelina, y es agonista de TRPA1 (Hafizur *et al.*, 2015), también tiene acción en la activación de los receptores de PPAR γ y PPAR α (Sartorius, *et al.*, 2014).

Participa en el tratamiento de la obesidad ya que la canela actúa mediante la reducción de la resistencia a la insulina (Takemoto, *et al.*, 2015; Eckel *et al.*, 2005); la inhibición de la lipólisis (Ogasawara, *et al.*, 2010); la lipogénesis, así como en la oxidación de ácidos grasos (Mercader *et al.* 2011), también en la absorción de las grasas en el intestino (Uchiyama *et al.*, 2011) y es antagonista de los receptores canabidioides.

Varios grupos de polifenoles de la canela, incluyendo catequinas y proantocianidinas oligoméricas, se identificaron como compuestos activos, potenciales responsables de estas acciones que contribuyen a la regulación de enzimas que son claves en el metabolismo de los carbohidratos (glucólisis y gluconeogénesis), la estimulación del consumo de glucosa celular y el contenido de glucógeno, así como la estimulación de la secreción de insulina y la señalización del receptor de la misma (Mollazadeh y Hosseinzadeh, 2016).

2.2.2.6. Usos Comerciales

La industria de la alimentación utiliza el aceite de la canela en la conservación de alimentos y por su aroma para proporcionar sabor y olor a productos de refrescos, confitería, gomas de mascar y bebidas alcohólicas. También tiene utilidad para las preparaciones culinarias como son pastas, pasteles, arroz, carne, condimentar asados, ensaladas. En la industria farmacéutica la canela es utilizada para la realización de productos de higiene dental como pastas, enjuague bucal por sus propiedades antifúngicas y antibacterianas, también para vaporizadores nasales y jarabes para resfriados. Para la industria de perfumes para elaborar productos de higiene como jabones y champús por su fragancia (González-Cabrera, 2010).

2.3. BEBIDAS

México es uno de los países que más refrescos y bebidas azucaradas consume en el mundo (Riojas-Scott I., 2018). El mexicano promedio consume 163 litros de refresco por año, lo cual equivale a 446 mililitros al día de esta bebida, o lo que es, 1.3 latas de refresco de 355 mililitros, es por ello que, desde el 2013 se describe que México es el país que consume la mayor cantidad de bebidas azucaradas en el mundo (Barquera *et al.*, 2013).

Según información obtenida de la ENSANUT MC, el 85% de los adultos encuestados consume bebidas no lácteas endulzadas, además, en general, el 25% de la población adulta mexicana consume dichas bebidas (ENSANUT MC, 2016).

Numerosas investigaciones consideran que el consumo de bebidas azucaradas como refrescos, jugos industrializados, es la causa de que se hayan alcanzado las elevadas cifras de sobrepeso y obesidad infantil actuales, pasando de 18.4% a 26.2% de 1999 al 2006 (Bonvecchio *et al.*, 2009; Théodore. *et al.*, 2011). Esto, aunado a la poca actividad física y al consumo de alimentos ricos en carbohidratos y grasas ha ocasiona directamente los incrementos de sobrepeso y obesidad descritos (Ludwig *et al.*, 2001).

Es por ello que surge la necesidad de crear bebidas naturales, mercado que crece principalmente en latinoamérica, como se ve en las siguientes secciones.

2.3.1. Contexto nacional de las bebidas en polvo

Desde hace algunos años, en México se han realizado esfuerzos por elaborar bebidas a base de amaranto. A continuación se presentan algunos ejemplos de dichos esfuerzos.

Guadarrama-Quezada y colaboradores (2008) elaboraron una bebida tipo leche a base de amaranto destinada al consumo de niños de entre 2 a 5 años; la característica principal de este producto fue su alto contenido proteico, y la bebida también se podía utilizar para consumo de adulto mayores, debido a su alto contenido de calcio; ya que es de origen vegetal lo pueden consumir personas con intolerante a la lactosa.

Elizabeth Contreras y colaboradores (2010 y 2011) en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, elaboraron una bebida de amaranto en donde su objetivo fue incrementar el contenido de proteico adicionanado garbanzo, alverja, lactosuero, leche en polvo o leche de soya.

Espinosa-Villa y colaboradores desarrollaron una bebida de néctar con guayaba adicionada con harina de amaranto y fibra soluble para comercializarlos ya que los parámetros encontrados son similares a un producto comercial ya que el amaranto contiene entre 25 y 36% de aceite y entre 17 y 23% de proteína, nivel que resulta más alto que el que contiene los cereales tradicionales como la avena (16.9%), trigo (13.7%) y maíz (9.4%) aproximadamente. Además de su alto contenido en fibra soluble y ácidos grasos omega-3. (Espinosa-Villa, *et al.*, 2016).

Soriano García Manuel en Cd de México en el 2016 desarrolló una formulación alimenticia nutracéutica con propiedades terapéuticas. Contiene nutrientes activos, que comprenden proteínas solubles que tienen un alto contenido de aminoácidos esenciales, ácidos grasos no saturados, escualeno, antioxidantes y carbohidratos como ingredientes activos, que proporciona al producto una mayor estabilidad Química y bacteriológica obtenido de las semillas de amaranto, *Amaranthus hypochoeroides*. Se puede utilizar como una alternativa viable en cuestiones de salud pública con respecto a trastornos conductuales, como la depresión, el estrés, la ansiedad (DSA), la esquizofrenia y el trastorno bipolar. (Soriano 2016)

Acosta y Martínez-Ruiz (2017) desarrollaron una bebida nutritiva dirigida para niños escolares; en una presentación de 240 mL, la bebida contiene agua, pulpa de coco, amaranto, caseína, miel de abeja, cacao, vainilla y saborizante artificial de chocolate. El aporte energético y proteico es similar al que presentan los productos lácteos, con la ventaja de carecer de lactosa; se sugiere utilizar como suplemento para niños sustituyendo el consumo de jugos adicionados con azúcar, bebidas azucaradas y refrescos.

2.3.2. Contexto internacional de las bebidas en polvo

En Venezuela, Arcila y Mendoza (2006) formularon una bebida instantánea a base de harinas de amaranto, arroz y maíz con suero de leche y leche en polvo para

obtener un mínimo de 16% de proteína. Concluyeron que la harina de amaranto es una buena alternativa nutricional para la elaboración de bebidas altamente proteicas.

En Argentina, Soterias (2011) elaboró una bebida a base de semillas de amaranto dirigido al público en general; esta bebida tiene como característica la utilización de molienda húmeda al 5% de sólidos totales, utilizando tratamiento térmico y se le incorporó el 0.05% de Goma Xántica. A esta bebida, se incorporaron saborizantes por no ser aceptada está formulación en un principio por considerar el gusto amargo astringente, adicionando 10% azúcar, y esencias de vainilla-chocolate, naranja y lima-limón. Se concluyó que el de mayor aceptación fue el obtenido en 100 mL de bebida con hidratos de carbono 3.70g, proteínas 0.68g, lípidos 0.31g, y su valor calórico 20.3 calorías.

Ocaña-Albán, desarrolló una bebida elaborada en base a semillas de quinua (*Chenopodium quínoa*), amaranto (*Amaranthus cruentus*) y leche en polvo en tres diferentes formulaciones; la formulación aceptada contenía: 60% de quinua, 20% de amaranto y 20% de leche en polvo, para ser utilizada en niños ecuatorianos en edad escolar ya que posee un alto contenido nutricional y estimula su desarrollo (Ocaña, 2012).

Cruz Pachacama en Quito Ecuador en el año 2015 diseñó una bebida de origen vegetal con los productos locales y nutritiva, saborizada a base de aguamiel (Ghaguarmishqui) de penco (agave americana L.) enriquecida con amaranto (*Amaranthus caudatus* L.).

En Córdoba Argentina, Horta y López (2016) elaboraron una bebida vegetal a base de amaranto la cual proporciona un perfil nutricional y su grado de aceptación fue de más del 50% de los jueces. Concluyendo que pueden ser una propuesta viable para el aprovechamiento de los cereales y pseudocereales, generando una nueva alternativa de consumo para la población en general y para aquellas personas que poseen alguna intolerancia o alergia y no pueden consumir leche de vaca.

En Quito Ecuador en 2018, Sandra Valeria Calderón Rodríguez en al Universidad San Francisco de Quito, elaboró una bebida de amaranto (*Amaranthus tricolor*) y espitulina (*Spirulina maxima*) como beneficio nutricional y funcional.

En La Paz Bolivia en el 2018, Sanjinez Noha Alan estudio una formulación de una bebida no láctea con base de quinua (*Chenopodium quinoa*), amaranto (*Amaranthus caudatus*) y avena (*Avena sativa*) como una alternativa saludable, atractiva para la sociedad boliviana por su sabor y por sus propiedades fisicoquímicas, logrando un producto que satisfaga necesidades nutricionales en proteínas, glúcidos, fibra dietética, grasas de gran importancia para el organismo y que sean accesibles en cuanto a costos comparando el producto con la leche de vaca y sus derivados. (Sanjiez 2018)

3. Justificación

Es indiscutible que en los últimos años los problemas de obesidad y sus comorbilidades han crecido enormemente a nivel mundial, y nuestro país no es la excepción. La literatura muestra que estas enfermedades se relacionan con el elevado consumo de bebidas azucaradas. Es por ello que, recientemente ha crecido el interés por la elaboración de bebidas saludables que se preparen teniendo como base la participación de componentes naturales, nutritivos y de fácil digestión. A nivel nacional son pocas las opciones en ese mercado por lo que resulta de particular interés desarrollar bebidas a partir de ingredientes como el amaranto en virtud de los beneficios nutricionales que puede aportar.

Por lo anterior, la elaboración una bebida a base de amaranto y canela vendría a ser una aportación importante en el mercado de las bebidas saludables. ya que sería una opción saludable.

En los últimos años, el amaranto está volviendo ser considerado como un elemento clave en el ámbito de los alimentos saludables dadas sus características nutricionales, la alta calidad de sus proteínas así como el aporte de vitaminas y minerales. Una bebida instantánea a base de amaranto sería una alternativa atractiva para el consumidor en virtud de los beneficios que como “alimento funcional” supone. Esto a su vez, promovería un impulso para el cultivo del amaranto en nuestro país.

Por lo tanto con el desarrollo de esta formulación, elaborada con amaranto (*Amaranthus cruentus*) y canela (*Cinnamomum sp*) sabor chocolate, se espera obtener un producto de alto valor nutritivo, económico, que coadyuve, como alternativa para brindar una mejor nutrición en la población, mediante el aporte de requerimientos para un desarrollo adecuado, logrando ser una alternativa

para disminuir el porcentaje de obesidad y desnutrición en nuestro país mediante su consumo como parte de su alimentación cotidiana.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Desarrollo y estandarización de una formulación en polvo a base de harina de amaranto (*Amaranthus cruentus*) y canela (*Cinnamomum sp.*) sabor chocolate, fortificada como alternativa nutricia y funcional para población en general.

4.2. Objetivos específicos

1. Desarrollar una bebida en polvo para población en general mediante una formulación de harina de amaranto, canela y cocoa como saborizante, con diferentes edulcorantes no calóricos (sucralosa (Splenda), Estevia y fructuosa).
2. Evaluar la aceptación de las formulaciones mediante pruebas sensoriales para identificar la de mayor aceptación.
3. Analizar la formulación aceptada mediante pruebas bromatológicas y reológicas para conocer su aporte nutrimental y funcional
4. Realizar el análisis microbiológico que asegure su calidad higiénica.
5. Diseñar el etiquetado nutricional.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo para la elaboración de la formulación de harina de amaranto, canela sabor chocolate se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Salud Pública y Nutrición de la UANL.

5.1. Equipo de laboratorio

Para la realización de las pruebas funcionales en el Laboratorio de Alimentos, fue necesario la utilización de los equipos que a continuación se describen.

Equipo para determinación de pH marca HANNA pH meter Hi 99161
foodcare

Equipo de Labconco para Fibra Cruda Serie 187625 Mod.N°30001

Equipo Marca Leco Modelo FP528 para Combustión total de %
Nitrógeno y % proteínas con software, FP528 versión 1.42

Balanza Analítica AND Mod. HR-120 serie12330724

Balanza Analítica AND Mod. HR-120 serie12330724

Balanza Analítica Sartorius CP224S

Balanza de precisión Sartorius Mod.BL1500 Serie12902863

Balanza Granataria Digital Sartorius Mod. U6100 Serie 39050036

Bomba de Vacío Siemens Serie M97

Campana absorbente de humos LABCONCO Mod.69000-00 Serie
001094143M

Centrífuga Clay Adams Mod. DINAC II Serie274053

Computadora, CPU y Teclado HP compact

Computadora, CPU y Teclado Lenix

Desecador PIREX

Espectrofotómetro Genesys 10S UV-VIS

Estufa de Vacío VACUUM OVEN Num. Serie 26AX-1 Modelo 29

Estufa Imperial IV LAB-LINE Mod.3479M-1 Serie 325
Extractor de Goldfish Labconco N° Serie 191376
Horno de Secado Felisa FE-292D
Mezclador Vortex Scientific Products Mod.58220-1 Serie 0995
Molino Industrial Thomas Scientific Modelo 4 Serie 890705
Mufla Barnteadl Thermolyne N° Modelo FA1740 N° Serie 08510396
Placa de Calentamiento con Agitación Felisa FE311 Serie 9605109
Placa de Calentamiento Corning
Unidad abierta combinada de Digestión y Destilación de Kjeldahl
Mod. 2123201 serie 010414271Z

5.2. Reactivos

$(C_2H_5)_2O$	Éter etílico
C_9H_8O	Cinamaldehído
C_9H_8O	Monosacárido, cetohehexosa
Cu_2SO_4	Sulfato de Cobre
H_2SO_4	Ácido Sulfúrico
H_3BO_3	Ácido Bórico
HCl	Ácido Clorhídrico
K_2SO_4	Sulfato de Potasio
$NaOH$	Hidróxido de Sodio
$(NH_4)_2SO_4$	Sulfato de Amonio

5.3. Formulación de bebida

La elaboración de productos a base de harinas precocidas de raíces, tubérculos o cereales caracterizados por ser más factible que no presenten formación de grumos por la modificación de su almidón, la elaboración de bebidas a base de harinas de

raíces y tubérculos, resultan de interés ya que éstas proporcionan características espesantes, estabilizantes, consistencia del fluido viscoelástico, claridad de las pastas y estabilidad en un amplio intervalo de pH e incluso en agitación mecánica y en ciclos de congelación/descongelación, siendo por ello adecuadas para la obtención de productos en polvo de rápida preparación (Shi, 2002).

5.4. Desarrollo de la etiqueta

El etiquetado nutricional se considera una herramienta para dar a conocer la información nutricional de los alimentos industrializados. Se considera la fuente que contiene la información para los consumidores con el fin de poder elegir mediante esta herramienta alimentos saludables o poder conocer y comprender las características del producto (Mackison y Wrieden, 2010).

El etiquetado contiene la información nutricional para que las personas puedan identificar el contenido del producto en relación con los diferentes nutrientes y su medida utilizada para interpretar y ser utilizada para la toma de decisión con relación a la cantidad de algún nutriente, la comparación con algún producto similar o diferente, poder calcular los nutrientes por porción y la evaluación de su ingesta recomendada con la finalidad de elegir (Stern *et al.*, 2011).

En México la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 determina las especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasadas información comercial y sanitaria con el fin de garantizar la información relacionada al contenido de los alimentos y su contenido de nutrición, aditivos como estabilizadores, o conservadores, las declaraciones de propiedades del alimento, fecha de caducidad y de consumo preferente, el IDR, ingredientes, leyendas precautorias, lote entre otros elementos que de acuerdo a las características del alimento se deben de manifestar.

5.5. Materia prima

La materia prima utilizada para el desarrollo de la formulación fue:

Amaranto. fue adquirido en bolsas al vacío de 250g en forma de semilla tostada en comercializadoras del área metropolitana de Monterrey N.L. la marca elegida fue determinada por la evaluación proximal a tres marcas comerciales diferentes eligiendo Aires del Campo S.A. de C. V. cumpliendo con los valores de referencia de la FAO (2002). (Anexo 6)

Canela. Su adquisición se realizó en comercializadoras del área metropolitana de marca en presentación de 500g elaborado por McCORMICK de México S.A. de C.V. (anexo 6)

Cocoa. La obtención del Cocoa fue marca Hershey's Unsweetend Cocoa en polvo con un contenido por envase 226g.

5.6. Determinación de sabor

Para la determinación del sabor y poder ser utilizado en la formulación se desarrolló una encuesta que fue aplicada a 289 personas mediante un formato para seleccionar dos alternativas las cuales fuesen de su agrado y preferencia, estos fueron sabor chocolate y plátano, (Anexo 2). Estas alternativas van en relación con el componente funcional de la formulación que es la canela y se determinó por el investigador que éstos serían los sabores que mezclados con los otros elementos serían de mayor agrado.

5.7. Diseño de la formulación

Se adquirió la semilla de amaranto tostada, de la marca seleccionada, empacada en bolsas de 240g y canela en polvo bote de 500g en comercializadoras del área

metropolitana de Monterrey Nuevo León México., marca Aires del Campo S.A. de C.V.

El sabor para incorporar se obtuvo mediante encuesta de preferencia a 289 personas, seleccionando chocolate el 68.86%, adquiriendo éste por la cocoa en polvo marca Hershey's Unsweetened Cocoa conteniendo por cada 5g de cocoa 10 calorías y 0.5g de grasa. Se determinó este producto ya que es un polvo del fruto del cacao, que ha sido industrializado y acidificado para su uso comercial en alimentos, mientras que el cacao es el fruto del cacao que solo ha sido pulverizado, pero no tiene ni el mismo sabor ni la textura, ya que no ha sido procesado, acidificado ni purificado como la cocoa.

Se realizó el proceso de molienda de la semilla de amaranto, utilizando un molino marca; Tornas Scientific Wiley Lab Modelo 4, del Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Salud Pública y Nutrición UANL; posteriormente, se pasó el producto por un cedazo de 0.5 mm para ser utilizada como materia prima para la formulación.

5.7.1. Mezclas

Se elaboraron formulaciones teóricas utilizando diferentes agentes estabilizadores. Posterior a esto, se seleccionaron 3 formulaciones con características similares en donde se estudió la inclusión de endulzantes no calóricos: Estevia fórmula A, fructuosa fórmula B y sucralosa marca Splenda fórmula C, con el fin de proporcionar un sabor agradable al consumidor.

Se desarrollaron 3 formulaciones (A, B, C) incorporando los ingredientes en diferentes porcentajes. (Tabla 5.1). Teniendo como única modificación el endulzante no calórico que se adicionó.

Tabla 5.1.
Formulaciones de la bebida en polvo a base de harina de amaranto y canela sabor chocolate.

Componentes	A	B	C
	%	%	%
Harina amaranto	44.44	44.00	44.90
Canela polvo	4.04	4.00	4.08
Cocoa	20.20	20.00	20.41
Goma CMC	2.02	2.00	2.04
Maltodextrina*	24.24	24.00	24.49
Edulcorante Estevia¹	5.05 ¹	0	0
Edulcorante Fructuosa²	0	6.00 ²	0
Edulcorante Sucralosa³	0	0	4.08 ³
Total	100	100	100

Fuente: Directa, *Vehículo cbp 4.97g. en donde se incorporó la fortificación incluyendo vitaminas A, B₉ (ác. Fólico) C y minerales Hierro, Calcio y Zinc.

Para la aceptación de la formulación se procedió a la realización de pruebas para determinar la de mayor gusto por los consumidores, mediante evaluación sensorial descrita a continuación:

5.8. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó mediante prueba de escala hedónica de tres parámetros (Clark *et al.*, 2009; Schutz y Cardello, 2001; Stone y Aidel, 2004). Para ello se empleó un panel de 20 catadores no entrenados, utilizando para evaluar los parámetros organolépticos de textura, aspecto y sabor, en las 3 formulaciones, se utilizó un instrumento diseñado para ello y se entregó a cada persona para su evaluación 3 muestras previamente enumeradas (Anexo 2).

5.8.1. Determinación de aceptación

Una vez establecida la formulación de mayor aceptación se procedió a realizar prueba sensorial nuevamente de tipo hedónica a 36 catadores no entrenados, evaluando: aspecto, sabor, textura, aroma y color. Se hidrató 25g de formulación con agua 240ml a temperatura ambiente y con leche descremada al 2% para no incrementar el valor calórico, se solicitó a los catadores que evaluaran ambas preparaciones utilizando la escala me gusta, me es indiferente o no me gusta (Anexo 3).

5.9. Evaluación bromatológica

Para el análisis proximal se aplicó los métodos de la AOAC 2000; humedad (método n° 934.01), cenizas (método n° 942.05), para proteína el método mediante reacción de Kjeldahl ($N \times 6,25$) y (método n° 955.04), con modificación de Wonkler, mediante la determinación de nitrógeno amínico; para grasa método Gerber (método n° 920.39), fibra dietética (método n° 962.09), hidratos de carbono (método Fehling diferencia de peso de la materia seca y las cantidades de proteínas, grasas y cenizas y peso de agua perdido durante el secado en 100g de todos los componentes). Además, los métodos señalizados por las Normas Oficiales Mexicanas, método Kjeldahl para la determinación de proteína (NOM-131-SSA1-1995,) método Goldfish para la determinación de lípidos (NOM-086-SSA1-1994); método para determinar fibra y ceniza (NOM-086-SSA1-1994) y método gravimétrico utilizando volatización indirecta para determinar humedad de acuerdo a la NOM-116-SSA1-1994. Todas las determinaciones se desarrollaron por triplicado.

5.9.1. Humedad

Fundamentos: La humedad se determinó por medio de aplicación de calor, utilizando el método gravimétrico de volatilización indirecta (AOAC 2000), fundamentado en la evaporación completa del agua de la muestra, a una temperatura promedio de 100°C, determinando posteriormente el porcentaje de humedad por diferencia de peso.

Método analítico: Se pesó 1g de muestra, para ser vertido en una cápsula de aluminio, se colocó en una estufa a temperatura de 105 - 110°C durante 2 horas. Posteriormente se separó la cápsula y se enfrió en un desecador por 10 a 15 minutos aproximadamente, se pesó en balanza analítica Metter AE 200 y se anotó el peso.

Se calculó la humedad total de la muestra mediante la siguiente ecuación.

$$\% \text{ de humedad} = \frac{P_c + P_m - P_s \text{ con muestra seca}}{P_m} \times 100$$

$$\% \text{ Materia seca} = 100 - \% \text{ humedad}$$

Dónde: P_c = Peso de cápsula
 P_m = Peso de la muestra
 P_s = Peso cápsula con muestra seca

5.9.2. Ceniza

Fundamento: La determinación de la ceniza se realizó mediante el método gravimétrico en mufla AOAC 2000, mediante la calcinación de la muestra en mufla, consistiendo en pulverizar mediante acción del mechero para carbonizarlo y desprender los productos volátiles y calcinados obteniendo residuo gris.

Método analítico: Se pesó 1g de muestra en un crisol, se colocó bajo flama de mechero hasta que estar carbonizado. Posteriormente se calcinó en mufla a 550°C durante 2 horas obteniendo cenizas libres de carbón. Se enfrió por medio de desecado por 15 a 30 minutos y se pesó en una balanza digital, calculando la ceniza mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{array}{l} \% \text{ de ceniza} \\ \text{Base seca} \end{array} = \frac{\text{peso crisol con ceniza} - \text{peso crisol} \times 100}{\text{Gramos de muestra}}$$

$$\begin{array}{l} \% \text{ ceniza} \\ \text{Base húmeda} \end{array} = \frac{\% \text{ ceniza base seca} \times \% \text{ Materia seca}}{100}$$

5.9.3. Grasa

Fundamento: Las grasas se determinan del extracto etéreo mediante el método descrito por la AOAC (2000), mediante la acción de disolventes, éter etílico bajo el reflujo constante. El solvente se separa del extracto destilándolo. El extracto se deseca en el vaso a 90°C obteniendo la grasa de la muestra.

Método analítico: Se coloca en estufa a 100 - 105°C los vasos de Goldfish por 5 horas, se enfrían en desecador por 10 – 15 min, seguidamente se pesan 3g de muestra y coloca en dedal envuelto en papel higiénico, colocándolo en el portadedal y éste en el aparato Goldfish, se incorporó 60ml de éter etílico y se calenta por 4 horas, evaporado el éter, se retiran los vasos, se enfrian y colocan en estufa a 100-105°C por 24h, posteriormente se enfrian en un desecador, se pesan y se calcula el porcentaje de grasa cruda mediante diferencia.

$$\begin{array}{l} \% \text{ Grasa} \\ \text{En base seca} \end{array} = \frac{\text{EE} - \text{Peso vaso} \times 100}{A}$$

$$\begin{array}{l} \% \text{ Grasa} \\ \text{Base húmeda} \end{array} = \frac{\% \text{ grasa seca} \times \% \text{ MS}}{100}$$

Donde:

EE. Peso extracto etéreo
A: Gramos de muestra
6. MS: materia seca

5.9.4. Proteína

Fundamento. Para determinar proteínas se recurrió al método Kjeldahl (modificación del Winkler) utilizado para su obtención el % de proteína cruda (total). Este método está basado en la digestión de proteínas, se utilizó, ácido sulfúrico (H_2SO_4) para hidrolizar la muestra, posteriormente se neutralizó con hidróxido de sodio (NaOH), formando hidróxido de amonio, se destiló obteniendo amoniaco, para ser recogido por una solución de ácido bórico, posteriormente se tituló con ácido clorhídrico (HCl).

El 16 representa la proporción del porcentaje de nitrógeno del peso en la proteína cruda, esto se utilizó como factor de conversión para convertir el contenido de nitrógeno en el por ciento de proteínas 6.25. ($100/16 = 6.25$) (Simmons *et al* 1997)

Método analítico: Se pesó 1g. de muestra y se colocó dentro del matraz Kjeldahl, adicionando 3g. de sulfato de cobre y 8g. de sulfato de potasio. Se agregaron 25ml de H_2SO_4 y 6 perlas de vidrio. Se colocó el matraz en posición inclinada en el aparato, dejándolo por 1 hora hasta que se cambió su coloración a verde, se rotaron los matraces cada 15 minutos para que la digestión fuera completa, posteriormente se dejó enfriar por 15 minutos.

Proceso de destilación: posterior al enfriamiento a temperatura ambiente, se agregaron lentamente 250ml de agua destilada para el lavado de paredes del matraz. Se mezcló el matraz Erlenmeyer de 500ml. 100 ml de ácido bórico al 4% y 6 gotas de indicador mixto; se agregaron 100 ml de Hidróxido de sodio (NaOH) al 40 % y 5 lentejas de zinc procediendo a colocarlo en la parrilla. Por último, se procedió a titular la muestra con HCl 0.1N estandarizado hasta obtener coloración sepia (casi violeta). Finalmente se calculó en base seca

$$\% N = \frac{\text{ml HCl gastado} \times FC}{100}$$

$$\text{Peso de la muestra} \\ \% \text{ Proteína} = \% \text{ de Nitrógeno} \times 6.25$$

Donde:

% N: porcentaje de nitrógeno

ml: ml de HCL 0.1N empleado para titular la muestra

FC: factor de corrección del HCl.

Por ser el amaranto un pseudocereal con la característica de tener gran contenido de proteínas, se verificó la cantidad que tenía en la harina de amaranto utilizada como materia prima y en la formulación, mediante pruebas de combustión total de % nitrógeno y % proteínas corroborando la no modificación significativa de proteínas en la materia prima y en la formulación de la bebida instantánea, ello se realizó mediante el método Dumas el cual describo a continuación:

Se pesaron 3 muestras de harina de amaranto (0.2026, 0.2030 y 0.2032) y 3 de la formulación (0.2020; 0.2030 y 0.2036) en balanza digital Mettler AE 200, colocándolos en cápsulas especiales, se depositaron en el cabezal de carga, se purgó de cualquier gas atmosférico que hubiera ingresado en el proceso de preparación de la misma. La muestra se introdujo al carrusel del analizador automatizado, utilizando para la determinación el equipo Marca Leco Modelo FP528. Los resultados se describieron mediante un software, FP528 versión 1.42, expresado en porcentaje (%) de nitrógeno, introduciendo el factor de conversión a la muestra (6.25) y poder obtener el porcentaje de proteína y de nitrógeno.

5.9.5. Fibra

Fundamentos: La determinación de fibra se realizó utilizando muestra desengrasada mediante hidrólisis ácida y alcalina y posteriormente incineración, obteniendo por diferencia de peso el contenido de carbohidratos no degradables (AOAC 2000). Utilizando para la técnica ácido sulfúrico H_2SO_4 0.255 N, hidróxido de sodio NaOH 0.313 N.

Método analítico: Se tomaron 3g de muestra y se dejaron secar en estufa a 100-105°C, toda la noche, se colocó en vaso Berzelius de 600ml y se agregó 200 ml de H₂SO₄ 0.255 N y se dejó digiriendo y refluendo por 30 minutos. Se retiró y filtró el contenido del vaso en caliente por una malla tamiz, el residuo del vaso se lavó con agua destilada caliente, vertiendo los lavados en el tamiz, se pasa totalmente el contenido de la malla en vaso Berzelius y se incorpora 200 ml de NaOH 0.313N, se hirvió en el digestor por 30 minutos y se filtró en malla del tamiz, el residuo se lavó con agua destilada caliente. Se transfirió la muestra a un crisol llevándolo a la estufa a 100-105°C por 2h, finalmente se dejó enfriar en desecador, se pesó en balanza analítica Metter AE 200.

$$\frac{\% \text{ FC}}{\text{Base seca}} = \frac{\text{peso seco del crisol con fibra} - \text{peso seco del crisol}}{\text{Peso en gramos de muestra}} \times 100$$

$$\frac{\% \text{ FC}}{\text{Base húmeda}} = \frac{\% \text{ fibra cruda en base seca} \times \% \text{ Materia seca}}{100}$$

5.9.6. Hidratos de Carbono

El contenido de hidratos de carbono se determinó por diferencias

$$100 - (\% \text{ grasas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ humedad} + \% \text{ cenizas})$$

5.10. Pruebas funcionales

Para conocer las propiedades tecno-funcionales en el comportamiento de los ingredientes de la formulación, relacionadas con la calidad, composición, estructura,

y conformación (Mercado 2012), se analizaron las características de textura, apariencia y comportamiento, siendo las más importantes la capacidad de emulsificación, que se realizó utilizando la técnica descrita por Fennema (1993), retención de agua conforme lo indica Robertson y colaboradores (2000).

Se realizaron pruebas fisicoquímicas en la formulación, con la finalidad de conocer las propiedades tecno-funcionales que influyen sobre el atributo de textura y comportamiento del alimentos o de sus ingredientes, principalmente en las proteínas que se relacionan con su calidad, composición, estructura, conformación y propiedades fisicoquímicas para otros componentes durante su preparación, transformación o almacenamiento (Mercado 2012), en relación a los ingredientes que se utilizaron, estas pruebas incluyen las características de textura, apariencia y su comportamiento siendo las más importantes la capacidad de emulsificación, solubilidad, absorción de agua, absorción de aceite y las propiedades organolépticas como son olor y sabor (Barac *et al* 2010)

5.10.1. Capacidad de emulsificación

La capacidad de emulsión se refiere a la concentración/cantidad máxima de aceite, bajo condiciones específicas, es capaz de incorporar una dispersión de agua y proteína, hasta que se produzca la inversión de fases. Ésta se relaciona con el área interfacial que puede cubrir la proteína, el procedimiento concluye cuando existe un colapso de la emulsión. A este punto se le conoce como inversión (Waniska *et al* 1981).

Para determinar, la capacidad de emulsificación se utilizó la Técnica de Fennema 1993, modificada del método de Swift *et al* (1961).

Método analítico: se mezclaron 10g de fórmula en 100ml de agua destilada, iniciando con 8 RPM para incrementar a 10 rpm. Se utilizaron diferentes patrones de temperatura (4, 23 y 50 °C); Se adicionó aceite vegetal por medio de una bureta,

hasta la ruptura de la emulsión, cuantificando la cantidad vertida para la realización del porcentaje de emulsificación, se elaboraron las pruebas por triplicado.

5.10.2. Determinación de pH

Se identificó el pH mediante aparato Hanna Ph Meter Hi 99161 foodcare. (Rolle 2007). Introduciendo en la preparación hidratada el aparato para verificar el pH de la solución. Las pruebas se realizaron por triplicado.

5.10.3. Capacidad de retención de agua

La capacidad de retención de agua se define como la cantidad de agua que permanece unida a la proteína hidratada después de la aplicación de una fuerza externa (presión, o más comúnmente, centrifugación). Para cuantificar la cantidad de agua retenida la que depende del contenido de humedad, así como del tamaño de la partícula, la temperatura (Techeira, 2006), por un peso conocido de proteína se realiza el siguiente procedimiento: Pesar 1g de muestra y colocar en un tubo de centrifuga, adicionar 30mL de agua destilada, agitar y dejar en reposo por 18h. Después de este tiempo centrifugar a 3000rpm por 20 minutos. Decantar el sobrenadante y pesar el residuo rehidratado, posteriormente secar y nuevamente pesar. La capacidad de retención de agua se expresa como la cantidad de agua retenida por gramo de muestra seca (Robertson *et al* 2000).

Método analítico: Se preparó la suspensión con 2g de muestra incorporando 16 ml de agua destilada, agitando por 5 minutos para homogenizar, se ajusta el pH a 7, se adiciona HCl y se agita por 30 minutos, centrifugando a 3000 rpm por 10 minutos, se elimina el sobrenadante e invierte el tubo por 10 minutos.

Para la cuantificación:

Formulación: Retención de agua = peso envase hidratado - peso muestra (peso seco en g).

5.11. Evaluación microbiológica

Para garantizar la ausencia de riesgos microbiológicos se evaluó en el Laboratorio de Control Sanitario de los Alimentos análisis microbiológico, realizándose por triplicado, en diferentes tiempos día 0, 90 y 4 años para determinar la no presencia de microorganismos, no se estableció ninguna técnica de envasado, únicamente se utilizó bolsa de plástico con cierre hermético y extracción de aire. Los resultados se compararon con los parámetros de aceptación que refieren las diferentes Normas de la Secretaria de Salud de México. De acuerdo con la NOM-111-SSA1-1994, para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos; la NOM-112-SSA1-1994 determinación de bacterias coliformes mediante conteo de placa y para la determinación mesófilos según ISO 4833 2003. Todos los análisis se realizaron por triplicado y se compararon los resultados, con los estándares que marca las Normas Mexicanas.

Las técnicas utilizadas para cada prueba se describen a continuación

5.11.1. Hongos y levaduras

Fundamento: La determinación de hongos y levaduras en alimentos, se realizó mediante el método descrito en la NOM-111-SSA1-1994 bienes y servicios, fundamentándose en inocular una cantidad conocida de muestra de prueba en un medio selectivo específico, acidificado a un pH 3.5 e incubado a una temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, dando como resultado el crecimiento de colonias características para este tipo de microorganismos.

Método analítico: Se preparó agar para dextrosa acidificada, para ser utilizado como medio de cultivo, adicionando 1ml de muestra hidratada directa, dejando reposar a $25 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$. Se procedió a cuantificar colonias los días 3 y 5.

5.11.2. Coliformes

Fundamentación: El método descrito en la NOM-112-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del conteo en placa se basa en la fermentación de lactosa, incubando a $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 24 a 48 horas, en placa con agar rojo violeta bilis. El resultado es una producción de ácidos y gas los que se manifiestan en las campanas de fermentación.

Método analítico: Se procedió a pesar 10g de formulación, se adicionó en 90 ml de diluyente a 36°C homogenizándolo por 2 minutos. En 3 pipetas se transfirieron 10ml de la mezcla, procediendo a encubar a $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas. Observando si existe color rojo intenso o violeta, en caso contrario se volvió a incubar por 48 ± 2 horas. Finalmente se busca mediante conteo de placas la presencia de coliformes.

5.11.3. Mesófilos

Fundamento: Método descrito por la NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Proceso mediante la estimación de la cantidad de microorganismos viables presentes en un alimento. Cuantificación de colonias, que se desarrollaron en agar estándar, posterior a 24 ± 2 horas a $35 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$.

Método analítico: Se agregó de 12 a 15ml del medio preparado con 10g de formulación, 90ml de diluyente a 36°C homogenizando por 2 minutos en la caja Petri con agar estándar, mezclándolo mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás a

adelante, logrando completa incorporación del inóculo en el medio; cuidar que el medio no moje la cubierta de las cajas. Se incubó por 24 ± 2 horas a $35 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ y se procedió a cuantificar los resultados mediante un contador de colonias.

5.12. Valor energético

Se refiere al valor energético o valor calórico de un alimento el que es proporcional a la cantidad de energía que puede proporcionar al quemarse en presencia de oxígeno, esto se mide en calorías, siendo la cantidad de calor necesaria para incrementar un grado la temperatura de un gramo de agua. En dietética se toma como medida kilocalorías ($1\text{Kcal} = 1.0$ calorías), obtenido por cálculo de los componentes que producen energía mediante factores de conversión, proteínas y carbohidratos 4 calorías/g y grasas 9 calorías/g.

5.13. Análisis estadístico

Se aplicaron pruebas estadísticas y análisis de varianza para comprobar la formulación final, utilizando el software IBM SPSS Statistics v.24. con el fin de evaluar la relación entre las variables resultantes de las evaluaciones realizadas a los resultados obtenidos la aplicación de chi cuadrada (X^2) mediante análisis comparativo mediante una prueba t de diferencia de medias para muestras independientes con un 95% de confiabilidad, siendo este una herramienta estadística que nos ayuda a comparar los valores de 2 o más características de un elemento (Cañedo Dorantes 1987), para la aceptación de las diferentes formulaciones desarrolladas, características hedónicas en las pruebas de preferencia, aspectos bromatológicos en la formula aceptada. Para el análisis estadístico de los resultados de la evaluación sensorial y la comparación entre las diferentes formulaciones que su principal ingrediente fuese amaranto, se utilizó la prueba de diferencias de variabilidad entre las tres formulaciones realizadas en cada uno de los aspectos a evaluar (color, sabor y textura).

Uno de los modelos estadísticos analíticos del presente proyecto consistió en la aplicación de pruebas de chi cuadrada (χ^2), utilizadas para evaluar la relación entre dos variables, aplica para variables nominales, ordinales o en intervalos. Su cálculo se realizó por medio de una tabla de contingencia o tabulación cruzada para las dos variables.

Dicha prueba, la cual fue evaluada con un 95% de confiabilidad, se utilizó para determinar la relación entre la aceptación según el tipo de formulación características de la prueba hedónica, determinando aspectos bromatológicos de la formulación C con las preferencias registradas y prueba hedónica comparativas entre leche y agua (Tabla 6), las cuales se realizaron bajo la siguiente prueba:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_{io} - f_{ie})^2}{f_{ie}}$$

Otro de los modelos estadísticos analíticos consistió en la aplicación de análisis comparativo mediante una prueba t de diferencia de medias para muestras independientes dado que las variables mostraron evidencia de normalidad, dicha prueba fue determinada considerando un 95% de confiabilidad.

El modelo fue aplicado para comparar las diferencias entre la capacidad de retención de agua entre la harina de amaranto y la bebida en polvo comparativo de pruebas microbiológicas del producto entre 2010 y 2014 y comparación del porcentaje de nitrógeno y proteínas de la harina de Amaranto con la formulación

Para analizar los resultados es la siguiente formulación:

$$z = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

Para comparar los resultados del porcentaje de cambio entre las fórmulas diluidas con agua y con leche y contrastar la proporción entre ellos fue empleada una prueba de t de diferencia de proporciones o porcentajes y se analizó si diferían significativamente considerando un 95% de confiabilidad, el resultado se determinó con la siguiente fórmula.

$$t = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\frac{\hat{p}_1 \hat{q}_1}{n_1} + \frac{\hat{p}_2 \hat{q}_2}{n_2}}}$$

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que a continuación se describen constituyen el desarrollo de una formulación a base de amaranto con canela, sabor chocolate, dirigida a población adulta; pretenden cumplir el 15% del requerimiento calórico para un adulto promedio de 2000 calorías al día (Bourges, 2004).

6.1. Resultados de todas las evaluaciones para el desarrollo de la formulación en polvo de amaranto con canela sabor chocolate

Para el desarrollo de la formulación se determinó la ingesta diaria recomendada (IDR) para población adulta, de acuerdo con la información descrita por Bourges (2004); de 2000 calorías diarias el aporte promedio para ambos sexos debe corresponder al 15-20% de la IDR las cuales se distribuyeron en hidratos de carbono, fibra, proteínas y lípidos; los requerimientos de micronutrientes para esta población fueron de vitamina A, vitamina C, ácido fólico, calcio, hierro, magnesio y zinc.

La formulación se diseña para consumirse como un refrigerio o snack de 25 g con un aporte de 77.39 Kcal (309.56 Kcal/100g) calorías, conteniendo hidratos de carbono 16.48g, equivalente al 5.5% de su ingesta diaria, fibra 3.22g (1.6%), grasa 1.39g (2.5%) y de proteínas tomando en consideración promedio del peso de un adulto de 70kg sería 2.56g (4.5%). Los micronutrientes agregados fueron vitamina A 135mcg, vitamina C 9 mg, ácido fólico o vitamina B₉ 30mcg, calcio 120mg, hierro 2.7mg y zinc 2.25mg correspondiente todos al 15% del IDR.

6.2. Selección de la fuente de amaranto

Para la adquisición del amaranto, materia prima y elemento principal para el desarrollo de la formulación, se seleccionaron comercializadoras del área

metropolitana de Monterrey; las semillas de 3 marcas comerciales fueron comparadas en cuanto a su composición proximal con el fin de identificar la de mejor calidad y los datos fueron contrastados con lo descrito en la Food Alimentation Organistation (FAO, 2002) y con los referenciados por Figueroa y Romero (2008). Los resultados se muestran en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1.
Composición proximal del amaranto de tres marcas comerciales y su comparación con valores de referencia de la FAO

Parámetros g/100 g de muestra	Aires de Campo SA de CV x ±DE	Tehutli x ±DE	Olivares Tulyehualco SA de CV x ±DE	Pvalor	Valor de referencia
Grasa	6.68 ± 0.36	6.63 ± 0.11	6.69 ± 0.16	0.947	6.1 a 8.1
Proteínas+	15.61 ± 0.44	15.61 ± 0.42	15.61 ± 0.02	0.979	12 a 19
Fibra	2.32 ± 0.33	2.07 ± 0.33	2.07 ± 0.17	0.508	3.5 a 5
Carbohidrato	73.56 ± 0.85	72.93 ± 0.40	72.85 ± 0.42	0.386	71.8
Calorías	416± 2.70	414± 0.22	415 ± 3.24	0.627	391

Fuente directa. Análisis químico proximal de la harina a base de semilla de amaranto.
Figueroa y Romero, (2008)

(N=3 para cada marca).

* Valores de referencia de Composición de Alimentos FAO 2002 para México
+Factor N x 6.25.

Pvalor = Nivel de significancia estadística

Los resultados muestran que no hay diferencia significativa en los valores de las tres marcas comerciales (Tabla 6.1); es decir, las tres presentaciones muestran la misma calidad nutricional. Además, estos resultados concuerdan con los valores de referencia de la FAO (2002) y de Figueroa y Romero (2008). Por lo tanto, ya que es indistinto utilizar cualquiera de las presentaciones, se decidió utilizar la marca Aires de Campo S.A. de C.V. por la factibilidad en su adquisición en el área metropolitana de Monterrey. La presentación comercial de este producto es una bolsa de semilla tostada de 250g, con un etiquetado nutrimental descrito en ella de

por cada 30g 115 calorías, 4.1g proteínas, 2.1g grasas, 0.4g grasas saturadas, 19.9g de carbohidratos, 4.5g fibra y 6.3mg de sodio (datos tomados directamente de la etiqueta del producto).

6.3. Selección del saborizante para la formulación

Otro de los aspectos a considerar y como elemento para incrementar el sabor, y que sea más agradable para los consumidores, se encuestaron 289 personas para identificar la preferencia entre los sabores chocolate y plátano (Anexo 2); los resultados indicaron que el 68.86% (199) eligió chocolate, 22.15% (64) plátano, 8.3% (19) ambos y 2.42% (7) ninguno; concluyendo, que el sabor chocolate fue predominante para ser incorporado en la formulación.

Para la incorporación del sabor chocolate se decidió utilizar cocoa de la marca Hershey's, de la compañía The Hershey Company por ser en polvo producto del secado y molienda del grano del cacao con fácil incorporación a la formulación, este producto se adquirió en una comercializadora del área de Monterrey, (Anexo 3); este producto es natural y no contiene endulzante añadido, su contenido nutrimental es: 10 calorías para una porción de 5g. grasas totales 0.5g, total de carbohidratos 3g y proteína < 1g, cifras que no incrementan el valor calórico de la formulación.

6.4. Desarrollo de la premezcla de vitaminas y minerales

Otro aspecto para que la formulación tuviera un valor agregado fue, el desarrollo de una premezcla de vitaminas y minerales para ser adicionada, considerando, los requerimientos de IDR para la población en general (Tabla 6.2); se solicitó la elaboración de esta, al laboratorio del Grupo TRISTARS de Monterrey, Nuevo León, México.

Tabla 6.2.
Recomendaciones de vitaminas y minerales para población general de México.

Nutrientes	IDR (población general X)*	Formulación para refrigerio (15%)
Vit A (mcgER/d) Palmitato de Retinol	900	135
Vit. C (mg/d) Ácido Ascórbico	60	9
Vit. B₉ (mcg/dFD) Ácido Fólico	200	30
Calcio (mg/día) Fosfato Tricálcico	800	120
Hierro (mg) Sulfato Ferroso	18	2.7
Zinc (mg) Sulfato de Zinc	15	2.25

*Bourges RH, et al. 2004. Y Joint WHO/FAO Expert Consultation) IDR para la población mexicana

En la Tabla 6.2 se muestra el IDR para población mexicana en general del contenido de los diferentes micronutrientes solicitados con la finalidad de restaurar los nutrientes que se pierden durante el proceso de elaboración de la formulación (molienda del amaranto y almacenamiento) así como de proporcionar los nutrimentos, para mejorar e incrementar las deficiencias que presenta la población por la falta de una adecuada alimentación (Rosado *et al* 1999. Bauernfeind, 1994).

6.5. Determinación de tipo de edulcorante agregado en la formulación

Con la finalidad de disminuir el sabor no agradable de la formulación, se probó agregar algún edulcorante no calórico, con la finalidad de no incrementar las calorías proporcionadas en la formulación y que ésta tenga un sabor agradable y dulce. Los edulcorantes a probar fueron Estevia para fórmula A, Fructosa en la fórmula B y Sucralosa en la fórmula C, en similares proporciones que variaron del 4 al 6 % para las tres formulaciones desarrolladas, todos ellos aprobados para su adición por NOM-086-SSA1-1994 (Tabla 6.3). Las formulaciones son iguales en los demás componentes (amaranto, canela, cocoa para proporcionarle sabor a

chocolate, maltodextrina en la que se incorporó la formulación de vitaminas y minerales desarrollada como fortificación.

Tabla 6.3.
Formulaciones para identificar la de mayor aceptación.

Ingredientes	A %	B %	C %
Harina de amaranto	48.54	48.06	49.04
Canela en polvo	4.05	4.00	4.09
Cocoa	20.23	20.02	20.43
Goma CMC	2.02	2.00	2.04
Maltodextrina*	20.11	19.90	20.31
Edulcorante Stevia ¹	5.06	0	0
Edulcorante Fructuosa ²	0	6.01	0
Edulcorante Sucralosa ³	0	0	4.09
Total	100	100	100

Fuente: Directa,

*Vehículo cbp y en donde están incorporada la formulación de: Vitamina A, Vitamina B9 (Ác. Fólico), Vitamina C, Calcio, Hierro y Zinc

6.6. Evaluación sensorial

Para analizar la aceptación de las diversas formulaciones se realizaron evaluaciones sensoriales utilizando la escala Hedónica a 20 personas no entrenadas que señalaran la formulación que consideraba con mayores atributos en relación con el aspecto, sabor y textura.

En la Tabla 6.4 se presentan las frecuencias y porcentajes de aceptación. Del análisis se concluye que la formulación C fue preferida con relación a las formulaciones A y B. Esta formulación contiene edulcorante sucralosa en concentración equivalente a las de estevia y fructosa. Por lo que se concluyó que la formulación C fue la de mayor aceptación y es con la que se continuó el estudio.

Tabla 6.4.
Grado de aceptación y elección preferente de 3 formulaciones mediante atributos
textura, aspecto, sabor (n= 20 panelistas)

Fórmula	Textura		Aspecto		Sabor	
	n	%	n	%	n	%
A	3	15.00	3	15.00	0	0.00
B	1	5.00	4	20.00	0	0.00
C	16*	80.00	13*	65.00	20*	100.00
Total	20	100.00	20	100.00	20	100.00

χ^2 : 9.71; p= 0.0456

n=20

*Los números en negritas indican el mayor valor en el atributo.

Mediante las pruebas estadísticas se identifica que existe diferencia significativa en cuanto a la aceptación de la formulación con respecto a sus características. A través del análisis estadístico χ^2 se observa que la formulación C es diferente a la A y B con una $p=0.0456$ por lo que se concluye que la formulación C tiene una aceptación mayor que el resto de las formulaciones.

Posteriormente se realizó una prueba sensorial de preferencia pareada con 40 panelistas no entrenados con la finalidad de determinar atributos de aspecto, sabor, textura, aroma y color mediante una escala de 4 puntos: gusta, indiferente y no gusta, así como el rubro de no contestó. Los resultados se muestran en la Tabla 6.5.

Tabla 6.5.

Prueba sensorial de preferencia pareada para determinar atributos de aceptación en la formulación C. Muestra hidratada en 240 mL de agua con 25g de formulación (n= 40 panelistas)

Atributos	Le Gustó		Indiferente		No le Gustó		No contestó	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Aspecto	19*	47.50	17	42.50	4	10.00	0	0.00
Sabor	3	7.50	11	27.50	26*	65.00	0	0.00
Textura	15	37.50	17*	42.50	7	17.50	1	2.50
Aroma	18*	45.00	12	30.00	10	25.00	0	0.00
Color	29*	72.50	11	27.50	0	0.00	0	0.00
Promedio	17	42.50	13	32.50	9	22.50	1	2.50

Fuente: directa, Dilución en agua

Chi²: 65.80; p= 0.0000

*Los números en negritas indican el mayor valor en el atributo.

Los resultados observados en la Tabla 65, indican que en promedio al 42.5% (17) de los panelistas les gustaron todos los atributos de la fórmula C, resaltando que al 47.5% (**19**) les gustó el aspecto, en cuanto al color al 72.5% (**29**) les gustó, y el aroma 45% (**18**) determinaron que les gustó más; sin embargo, las principales áreas de oportunidad fueron el sabor y la textura, ya que el 65% (**26**) indicó que el sabor no les gustó, y al 42.5% la textura les fue indiferente.

Tomando en consideración los resultados anteriores se planteó la idea de modificar la rehidratación de la formulación utilizando leche como alternativa; se procedió a realizar nuevamente prueba sensorial a 36 panelistas no entrenados, informándoles que tenían que identificar la diferencia de las 2 formulaciones, la que fue mezclada con leche y la otra con agua, y se tomaría en consideración nuevamente; aspecto, sabor, textura, aroma y color (Anexo 5). Los resultados se muestran en la tabla 6.6

Tabla 6.6.

Evaluación de preferencia pareada para determinar atributos de aceptación en la formulación C. Muestra hidratada en 240mL. de agua y en leche con 25g de formulación (n= 36 panelistas)

Atributos	Leche		Agua		Pvalue
	n	%	n	%	
Aspecto	14	38.89	22	61.11	0.099
Sabor	36	100.00	0	0.00	0.000
Textura	22	61.11	14	38.89	0.099
Aroma	25	69.44	11	30.56	0.002
Color	19	52.78	17	47.22	0.0560
General	31	86.11	5	13.89	0.000

Fuente directa
 χ^2 : 41.07; p= 0.0001
 Pvalue = Nivel de Significancia estadística

En la Tabla 5.6 se observa que, para el atributo de aspecto y textura, la formulación diluida tanto en agua como en leche no presenta diferencia significativa con una $p = 0.0989$ para ambos resultados, lo que concluye para estos dos atributos es igual hidratar en agua o en leche, así como también el color $p= 0.0560$. Mas, sin embargo, se aprecia diferencia en el sabor si se disuelve en leche que en agua con una $p= 0.0001$ y en el aroma por $p= 0.0021$. En la evaluación general observamos que conjuntamente todos los atributos $p=0.0001$ indica que prefieren mejor la formulación hidratada con leche.

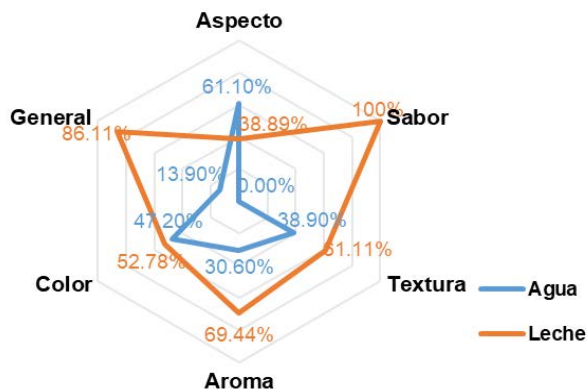


Figura IV.1. Prueba de aceptación reconstituida la fórmula en leche o agua.

6.7. Análisis químico proximal de la formulación

La determinación del análisis proximal nos da a conocer la composición nutricional de la formulación elaborada en esta tesis, mediante el contenido de humedad, ceniza, grasa, proteína fibra y hidratos de carbono por diferencia de la formulación C, esto se llevó a cabo conforme a los métodos de la AOAC (2000), también mediante este procedimiento se pueden llevar a cabo el control de calidad y determinar si el producto elaborado alcanzan los estándares establecidos por las normas mexicanas .

En la Tabla 6.7 describe el contenido de humedad (0.11/100g), cumpliendo con los parámetros indicados por la NOM-147-SSA1-1996, mencionando que las harinas no deben rebasar el 15% de humedad, de lo contrario, favorecería el desarrollo de bacterias y hongos, lo que altera la calidad del producto.

Tabla 6.7.

Composición proximal de la formulación

Variables	100 g	% Porción 25g.
Humedad	0.11±0.007	0.44
Ceniza	2.69±0.005	0.67
Grasa	5.56±0.36	2.52
Proteína+	10.24±0.02	4.5
Fibra	1.64±0.006	1.6
Hidratos de Carbono solubles	65.92	5.5
Calorías	309.56	15.49

Fuente directa (%p/p ± D.E

(n = 3)

De acuerdo a IDR Población general % de adecuación para dieta de 2000 Kcal.

+Factor N x 6.25

El resultados que se obtuvo de la presencia de cenizas en la formulación fue de 2.7±0.005g , menor a lo reportado por Porras (2009) en el atole de amaranto sabor

chocolate $11 \pm 0.05\text{g}$; encontrándose dentro de los valores reportado por Bressani (1994), el que indica valores de entre 2.6-4.4% de cenizas en harinas de amaranto para todas sus formulaciones considerándose como aceptable, similar a Contreras *et al* (2010) de 4.1g

Con respecto al aporte de proteínas $10.24 \pm 0.02\text{g}$, se cubre el porcentaje de 15% del IDR diario para la población, similar a lo reportado por Contreras *et al.* (2011) en la formulación Amarantole-harina de soya (10.07g) y Amarantole-alverja (10.12g), menor a lo reportado por Porras (2009) de 4.64% y mayor a lo reportado por Contreras *et al* (2010) de 17.9g

El contenido de grasa en la formulación se reportó en $5.56 \pm 0.36\text{g}$, es inferior al 8.8-12.1% reportado por Bressani (1994) para harina de amaranto y similar a Contreras *et al* (2010) de 7.7g, resultando superior a la que presenta Porras (2009) $1.37 \pm 0.20\text{g}$. La NOM-086-SSA1-1994 en su inciso 7.4.2 menciona que un producto bajo en grasa debe presentar un contenido de grasa menor o igual a 3g/porción, o cuando la porción sea menor o igual a 30g su contenido de grasa debe ser menor o igual a 3g/50g de producto; estos resultados se cumplen en la formulación desarrollada en esta tesis.

La presencia de fibra de la formulación desarrollada fue de $1.64 \pm 0.006\text{g}$ similar a la formulación Amarantole-leche en polvo-lactosuero ($1.12 \pm 0.09\text{g}$) reportado por Contreras *et al.* (2011) e inferior a 5.17g reportado por Porras (2009) y Huerta *et al* (2012) de 2.2g

El contenido de hidratos de carbono de la formulación fue de $65.92 \pm 0.03\text{g}$ similar a lo reportado por Pérez (2014) de 66.73g y Contreras *et al* (2011). Para una fórmula Amarantole-leche en polvo-lactosuero (68.37g) mayor a lo reportado por Huerta *et al* (2012) en donde sus valores fueron de 90.57g para el atole de amaranto sabor chocolate. En cuanto a la porción comestible de 25g para la formulación desarrollada su aporte es de 16.48g lo que corresponde a un intercambio o equivalente de cereal de acuerdo a las tablas de valor nutricional (Muñoz *et al* 2010).

La cantidad de calorías que la formulación incide es de 309.56, este valor es el encontrado en productos de otros países con características similares en las formulaciones con relación a su aporte nutricional, más sin embargo no fueron similares con relación a la materia prima con la que se elaboraron. Tabla 5.7.

La NOM-086-SSA1-1994 en el artículo 7.7.3 menciona que, producto reducido en calorías: es aquel en donde el contenido de calorías es al menos un 25% menor en relación con el contenido de calorías del alimento original o de su similar. Tomando en consideración que la ración para su consumo de 25g aporta 77.39 calorías la formulación elaborada para esta investigación se puede categorizar como Producto Reducido en Calorías.

En la tabla 6.8 se muestra un comparativo de la formulación realizada en este trabajo y 7 formulaciones más que utilizan el amaranto como producto principal. Se efectuó el comparativo de su contenido nutricional con el obtenido en la composición proximal de la formulación de harina de amaranto con canela sabor chocolate.

Tabla 6.8.

Comparativo de 7 diferentes formulaciones que incluyen amaranto como producto principal con la formulación de amaranto, canela sabor chocolate.

Nombre del Producto	Calorías	Proteína g	Grasa g	Hidratos de Carbono g	Fibra g
1) Formulación amaranto, canela sabor chocolate 100 g.	309.56	10.24	5.56	65.92	1.64
2) Amarantín bebida en polvo España 100 g	410	12	6.6	74.1	3.2
3) Kiwigen Perú, Colombia, Chile y EUA (quinoa y amaranto) en presentación líquida 100 ml.	381	12.23	2.8	79.48	2
4) Bebida base Quinoa y chocolate Ecuador 2014 (Power Quinoa) 100 ml	453	13.9	4.95	66.73	8.61

5) Amarantole-lactosuero 100 g	380.53	22.6	1.17	70.07	0.46
6) Amarantole-harina de soya 100 g	371.37	10.07	1.09	80.32	3.18
7) Amarantole-alverja 100 g	375.74	10.12	1.06	81.43	2.4
8) Amarantole-leche en polvo 100 g	409.06	12.28	7.02	74.22	0.71
9) Amarantole-leche en polvo-lactosuero 100 g	366.7	19.53	4.9	68.37	1.12

1. Formulación de Investigación

2. Marca: EcoMil España

3. <http://kiwigen.blogspot.mx/2008/02/kiwigen.html>

4. Pérez-Sánchez 2014

5,6,7,8,9) Contreras L *et al* 2011

En cuanto a la comparación para la tabla 5.8 se observó las diferentes características del total de productos evaluados (8) se logró determinar que la formulación amaranto, canela sabor chocolate, posee menos calorías que el promedio del resto de las formulaciones.

Otro de los macronutrientes importantes en esta formulación es el total de hidratos de carbono promedio de los productos, encontrando que la formulación, posee 65.92g. siendo menor al resto de las formulaciones contrastadas.

La proteína presente en la formulación fue de 10.24g mayor 6 y 7, pero menor al resto que las formulaciones comparadas.

Del total de fibra reportada de la formulación fue de 1.07g mayor a la formulación 5 y 8 más, sin embargo, menor al resto de las formulaciones que se compararon.

Se realizó el comparativo para proteína, grasa, carbohidratos, fibra y calorías totales de la formulación relacionándolo con las 7 formulaciones similares.

El aporte de proteínas (10.24 ± 0.02 g) de la formulación es similar a la formulación 6 (10.07g) y 7 (10.12g), observando que la formulación 5 duplica el contenido de proteínas debido a su contenido de lacto-suero lo que justifica el incremento en ésta, asimismo, la formulación 9 también está elaborada con leche en polvo-lactosuero.

El contenido de grasa ($5.56\pm 0.36\text{g}$) en la formulación se observa en el análisis que refleja que es superior a seis de las siete formulaciones comparadas (3, 4, 5, 6, 7 y 9) y menor a la formulación 8 donde ésta presenta leche en polvo entera la cual aporta mayor contenido de grasa.

La presencia de fibra fue de $1.64\pm 0.006\text{g}$ similar a la formulación 9 ($1.12\pm 0.09\text{g}$) por debajo de las formulaciones 2, 4, 6, 7 y superior a la 4 debido a la fuente proteica de origen vegetal que en esta formulación la quinoa.

El contenido de hidratos de carbono que se observa en la formulación fue de $65.92\pm 0.03\text{g}$ similar a la 4 (66.73g) y 9 (68.37g). Las 6 (80.32g) amaranto y harina de soya y 7 (81.43g) con una composición constituida por amaranto con alverjas lo que incrementa el aporte de hidratos de carbono.

Las calorías que presenta la formulación son de 309.56, observando que es inferior al resto de las formulaciones, siendo la formulación 4 (453 calorías) la que aporta el máximo de calorías.

6.8. Etiquetado nutrimental

A continuación, se presenta la información nutrimental de la formulación desarrollada en la tesis (Tabla. 5.9). Para construir esta tabla se han utilizado los valores determinados precedentemente del subíndice 4.1.3 y se ha realizado el cálculo energético de acuerdo con los valores de la Tabla 4.7 y a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Para señalar la porción de 25g se realizó la estandarización de los datos para obtener 25% del análisis proximal.

Para el desarrollo del etiquetado con la información nutrimental se consultó la NOM-086-SSA1-1994 quién determina los valores de referencia para la categorización del producto, así como las leyendas incluidas para dar a conocer al consumidor sus

características del producto, consideraciones de acuerdo con el porcentaje de los macronutrientes, el valor de referencia para población mexicana de acuerdo a la NOM 051-SCFI-SSA-1-2010, también los ingredientes con los que está elaborado el producto.

Tabla 6.9

Información Nutricional de la formulación elaborada a base de harina de amaranto con canela sabor chocolate.

Información Nutricional		
Cantidad por porción 25g		
Porciones por envase 1		
Contenido Energético	77.39 Kcal (332.77 Kj)	
Proteínas (g)	----- 2.56	4.5%
Grasa total (g)	----- 1.39	2.5%
Grasa saturada (g)	----- 0.58	2.5%
Poliinsaturada (g)	----- 0.34	1.5%
Mono insaturada (g)	----- 0.34	1.5%
Colesterol (g)	----- 0	0%
Carbohidratos totales (g)	----- 16.48	5.5%
Azúcares (g)	----- 5.8	11%
Fibra dietética (g)	----- 3.22	1.6%
Sodio mg	-----1.30	0.03%
		% VNR (Mex)¹
Vitamina A mcg	135	15 %
Vitamina B9 (Ac. Fólico) mcg	30	15 %
Vitamina C mg	9	15 %
Calcio mg	120	15 %
Hierro mg	2.7	15 %
Zinc mg	2.25	15 %
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de su requerimiento calórico.		
Edulcorante: Sucralosa		
¹ Valor Nutricional de Referencia Ponderada para la Población Mexicana NOM 051-SCFI-SSA1-2010		

En la parte lateral o abajo del etiquetado debe incluirse el total de los Ingredientes que contiene el producto para este caso: Harina de amaranto (49%), Chocolate

(20%), Canela polvo (4%), Goma CMC (2%), Maltodextrina (20%); Fosfato tricálcico, Ácido ascórbico (vitamina C), Palmitato de retinol (vitamina A), Ácido Fólico, Sulfato ferroso, Sulfato de zinc y Dióxido de silicio como antiapelmazante. Leyenda: Este producto no contiene gluten y esta endulzado con sucralosa.

Esta formulación se considera, reducida en calorías de acuerdo con la NOM-086-SSA1-1994 artículo 7.73, por contener al menos un 25% menor en relación con el contenido de calorías del alimento original o de su similar, la porción contiene 77.39 calorías (309.56/100g).

Para el desarrollo de esta bebida, se le adicionó vitaminas y minerales por lo que cumple con la NOM-051-SCFI/SSA1-2010, artículo 6.2, que considera, un alimento con valor nutritivo superior por su adición de nutrimentos como vitaminas y minerales. (Tabla 5.9)

Esta formulación, de acuerdo con el examen bromatológico es considerada baja en grasa (1.39g) por debajo de los que marca la NOM-086-SSA1-1994, la que refiere en su artículo 7.4.2, que un alimento se considera un producto bajo en grasa siendo su contenido menor o igual a 3g/porción. Similar lo encontramos en el Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea [(CE) No°1924/2006] el que declara que un alimento posee un bajo contenido de grasa, si no contiene más de 3g de grasa por 100g en el caso de los sólidos (NOM-086-SSA1-1994).

Tomando en consideración la NOM-086-SSA1-1994, artículo 7.5.1 Menciona que se considera un producto bajo en grasa saturada, cuando la porción sea igual o menor a 30g, el contenido de grasa saturada debe ser menor o igual a 1g/100 g de producto y menos del 10% de energía proveniente de la grasa saturada. Y la [(CE) No°1924/2006] declara que un alimento posee un bajo contenido de grasas saturadas, si la suma de ácidos grasos saturados y de ácidos grasos trans en el producto no es superior a 1.5g por 100g. En esta formulación su contenido de grasas saturadas es de 0.58g por lo que se considera baja en grasas saturadas.

De acuerdo con el reglamento [(CE) No°1924/2006] se considera fuente de fibra, si el producto contiene como mínimo 3g de fibra por 100g o, como mínimo, 1. 5g de fibra por 100 kcal. Este producto contiene 3.22g por lo que cumple con este reglamento.

6.9. Pruebas microbiológicas

Tabla 6.10.

Pruebas microbiológicas del producto, comparativo 2010 y 2014.

Microorganismos	Día 0	Día 90	4 años, 2010	Valor Aceptado
	UFC / g	UFC / g	48 h	
	Media ± D.E.	Media ± D.E.		
Coliformes**	0	0	0	< 10 UFC/ml o g.
Mesófilos***	6.3 ± 1.52	4.3 ± 0.20	30.5 ± 4.94	50 UFC/g o mL.
Mohos y Levaduras*	0.3 ± 0.57	0.6 ± 0.57	000<100c	10-150 Colonias

Fuente: directa

N=3

*NOM 111-SSA1-1994 Bienes y Servicios para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos

** NOM 112-SSA-1994 Bienes y Servicios Determinación de bacterias coliformes (Técnica número más probable)

*** ISO 4833-2003 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Y NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios para la cuenta de bacterias aerobias en placa

P= Nivel de significancia estadística

La Tabla 6.10 muestra los resultados de las pruebas microbiológicas para Coliformes al día 0, 90 y a los 4 años de almacenamiento, reportando 0 UFC/g, estos valores negativos indican la no contaminación del producto, comparándose con valores de referencia de la NOM 112-SSA-1994 Bienes y Servicios, cuyo valor de aceptación es de < 10 UFC/mL o g, en placa, similares a los resultados de los requisitos que determina el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos 2011 (PNLGA) para su valor de aceptación es <10 UFC/g. (PNLGA 2008)

La determinación de mesófilos días 0 fue de 6.3 ± 1.52 UFC /g y día 90 4.3 ± 0.20 UFC /g. A las muestras del producto almacenado por 4 años se determinaron a las

48 horas reportando 30.5 ± 4.94 UFC/g, valores que se encuentran por debajo del aceptado 50 UFC/g o mL., de acuerdo con el ISO 4833-2003 Micorbiology of food and animal feedingstuffs, y la NOM-092-SSA1-1994, Bienes y Servicios para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Comparando los resultados con (PNLGA 2011) se encontró que el límite máximo permitido debe ser $<10^6$ UFC/g.

Para mohos y levaduras se reportó que la cuenta al día 0 fue 0.3 ± 0.57 UFC /g y al día 90 0.6 ± 0.57 UFC/g, a los 4 años a las 48 horas $000 < 100c$ UFC /g concluyendo que lo reportado se encuentra por debajo de 10-150 colonias mencionado en la NOM 111-SSA1-1994 Bienes y Servicios para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Comparándose con PNLGA (2011) el límite aceptado es 10^4 UFC/g como un producto aceptado para el consumo humano.

Concluyendo que esta formulación cumple con los valores aceptados por las normas mexicanas NOM-092-SSA1-1994 (mesófilos), NOM 111-SSA1-1994 (mohos y levaduras) y NOM 112-SSA-1994 (bacterias coliformes) para ser consumido sin contaminación, así mismo lo establecido por el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos 2011. (PNLGA 2011)

6.10. Propiedades tecno-funcionales

Las propiedades funcionales en los alimentos se definen como las propiedades no nutritivas que tiene una influencia con respecto a la utilidad de un ingrediente para un alimento, (Cheftel *et al* citado por Mercado 2012)

6.10.1. Pruebas de emulsificación

Ésta se define como la cantidad de aceite emulsificado para una cantidad de producto hasta el punto de separación de la emulsión (Barac *et al.* 2010). También

se señala que las proteínas pueden formar y estabilizar la emulsión por ser agentes de superficie activa mediante la creación de repulsión electrostática en la superficie de la gota de aceite (Mercado, 2012).

Tabla 6.11.

Pruebas tecno funcionales de capacidad emulsificante e la bebida en polvo a base de amaranto con canela sabor chocolate.

TEMPERATURA	CAPACIDAD EMULSIFICANTE		
	°C	X ± DE	IC _{1-α=0.95}
4	54.29 ± 8.4	44.77	63,83
23	78.03 ± 1.76	76.04	80.04
50	62.39 ± 8.4	52.89	71.91

Fuente directa

Técnica de Fennema 1993

IC= índice de confiabilidad

n=3

La Tabla 6.11 muestra los resultados de la capacidad de emulsificación de volumen de aceite por cada gramo de proteína, implicando que las proteínas de la formulación son estables, equivalente a la capacidad de emulsionar de la proteína de caseinato de sodio, que varía de 40 a 100 presentándose a las diferentes temperaturas a las que se hidrató, (4°C, 23°C o 50°C). Por lo que podemos inferir que la bebida en polvo desarrollada en esta tesis a base de harina de amaranto la que posee un alto valor nutricional debido a sus aminoácidos esenciales, carbohidratos, calcio y fósforo y su actividad emulsificante de 54.29 ± 8.4 a 4°C, 78.03 ± 1.76 a 23°C y 62.39 ± 8.4 a 50°C se encuentran dentro de la capacidad de emulsionar por su propiedad de interactuar con el agua y las grasas. (Badui 2013)

Debido a la composición y estructura de las diversas proteínas, algunas veces los datos experimentales generan conflictos cuando se trata de correlacionar las propiedades emulsificantes con la solubilidad proteica, (Ornellas *et al* 2001; 2003).

La digestibilidad proteica, la disponibilidad de lisina y la utilización neta de las proteínas de amaranto son definitivamente superiores a las de otros cereales y cercanas a las de la caseína (Salcedo-Chávez *et al* 2002).

6.10.2. Capacidad de retención de agua

Por ser una formulación en polvo y para su consumo, se debe reconstituir con agua o leche descrita anteriormente. Se analizó la capacidad de retención de agua, la que ayuda a incrementar la velocidad de tránsito por el tracto gastrointestinal, estimulando las señales de saciedad. Esta cualidad es de gran ayuda en el tratamiento de las personas con sobrepeso u obesidad. Se observa que tanto la harina de amaranto utilizada como materia prima y la formulación desarrollada no presentó diferencias significativas, ($p=0.36$) lo que garantiza la capacidad de retención de agua Tabla 6.12.

Tabla 6.12.

Capacidad de retención de agua, comparativa entre harina y formulación.

	g de agua/ g de harina	D.E.	IC_{1-α=0.95}
Harina de Amaranto	8.53	0.26	8.47 – 8.52
Formulación	8.76	12.43	7.35 – 10.17

t=0.94; p=0.36
 IC Índice de confianza
 Fuente directa

n=3

Si observamos en la Tabla 6.12, la capacidad de retención de agua, tanto de la harina de amaranto 8.53 ± 0.06 y de la formulación 8.76 ± 0.25 %, comparando con otros pseudo cereales como la semilla de chía comercial 8.65 ± 0.25 %, se observa que es similar al valor reportado en el Proyecto de Investigación -20060161. Esta

disminución es beneficiosa en cuanto al contenido de microorganismos, lo que permite retardar el deterioro microbiológico (Braverman y Berk, 1980).

Además de ser una proteína de alto valor biológico, el grano de amaranto presenta una proporción de 56 – 78% de extracto libre de nitrógeno, lo que representa técnicamente al total del almidón presente en el grano. Este almidón se presenta en gránulos de tamaño muy pequeño, con una gran capacidad de absorber agua (Aguirre, 2005).

Concluyendo que no existe estadísticamente significancia entre la harina de amaranto utilizada como materia prima y la formulación aceptada con una $p = 0.36$ y una $T = 0.94$

6.10.3. pH

Lo reportado en la formulación con relación al pH, indica que para la formulación, el resultado obtenido fué de 7 a 22°C lo que concuerda con Rolle (2007), quien menciona que para productos como la formulación desarrollada es considerada producto neutro o saludable, medición que se emplea normalmente como indicador de calidad. Así mismo, Jayasena *et al* (2010) menciona que cuando el pH es alcalino contribuye a la desnaturalización de la proteína, sin embargo, en investigaciones en donde el producto se encuentra en un pH 7-9 se obtienen productos con propiedades funcionales mejores y con rendimientos de proteínas buenas con costos aceptables. (Eltayeb *et al* 2011). Confirmando con lo anterior que esta formulación a base de harina de amaranto con canela sabor chocolate es considerado un producto neutro o saludable para el consumo de las personas.

Tabla 6.13.**Porcentaje de Nitrógeno y Proteínas de Harina de Amaranto y Formulación método Dumas (combustión total).**

Muestra	% Nitrógeno		% Proteína	
	Media ± DE	IC 95%	Media ± DE	IC 95%
Harina de Amaranto	3.68 ± 0.082	3.58 - 3.77	24.12 ± 0.499	23.55 - 24.68
Formulación	3.68 ± 0.227	3.42 - 3.93	23.04 ± 1.41	21.45 - 24.62
Prueba t	0; p=1		1.08; p=0.57	

Fuente directa
IC índice de confiabilidad

N=3

La Tabla 6.13 nos indica que por el Método Dumas el porcentaje tanto de proteínas y nitrógeno en la harina de amaranto utilizada como materia prima, y la formulación presentan significativamente similitud, lo que garantiza que uno de los elementos fundamentales en esta formulación, no se modifica por la incorporación de otros elementos. Estos valores encontrados de proteínas son congruentes con lo reportado en la bibliografía para el amaranto (Bressani 1989) de 12.7 a 17.9 % y Muñoz (2010) 14.45 %. Situación que garantiza el aporte de proteína idóneo para ser considerado un producto de gran valor biológico para su consumo, coadyuvando a mejorar la mal nutrición de los individuos que la consuman.

En estudios posteriores se realizarán determinaciones de índice glucémico de la formulación y conocer su acción en los niveles de glucosa postprandial de los consumidores

7. CONCLUSIÓN

- Se identificó el IDR de la población adulta mexicana para desarrollar la formulación que cumpliera con el 15% de su requerimiento, se determinó la porción de 25 g. la que aporta, 77.39 calorías (309,56/100g) considerada, reducida en calorías, contiene, proteínas 2.56 g, grasas totales 1.39 g, considerada baja en grasa; carbohidratos totales 16,48 g y fibra 3.22 g además se adicionó con vitaminas (A, C ,B9 o ácido fólico) y minerales (hierro, calcio y zinc). En consecuencia, se diseñó una formulación en base a una mezcla de harina de amaranto que contribuirá a incrementar el aporte nutrimental, adicionada con canela como elemento funcional por su actividad antioxidante, se saborizó con cacao y la adición de sucralosa como endulzante no calórico.
- La formulación seleccionada “C” presenta la mayor aceptación en atributos: textura 80%, aspecto 65% y sabor 100%, con la incorporación de sucralosa como endulzante no calórico. La evaluación sensorial mostró que se puede hidratar con agua o con leche. Esta última proporciona un aporte nutricional agregado resaltando la aceptación de su sabor en un 100%, textura 61% y aroma 69.44%.
- Los recuentos de coliformes totales al día 0, 90 días y 4 años fueron inferiores a 100 UFC/g. Asimismo, para mesófilos totales y para mohos y levaduras se tuvieron valores por debajo de los valores máximos establecidos en la normativa. Los recuentos obtenidos no indican riesgos para el consumo humano y permitirían la comercialización de la formulación.
- La capacidad emulsionante observada para la mezcla es cercana a la de las caseínas mostrando proteínas estables con dispersión entre 0.65-0-85. La capacidad de retención de agua en la harina (8.53 ± 0.06) y formulación (5.52 ± 0.25) permite prever lento deterioro microbiológico y

estimulación de las señales de saciedad. Esto es un indicador del potencial nutricional del producto.

- El desarrollo del etiquetado con la información nutrimental cumple con la NOM-086-SSA1-1994 determinando los valores de referencia del producto, leyenda para el consumidor relacionadas a características del producto, porcentajes de macronutrientes y micronutrientes e ingredientes.

8. BIBLIOGRAFIA

1. **Acosta, A. I. y Martínez Ruiz, N. (2017).** Desarrollo de una bebida nutritiva y sensorialmente agradable como suplemento en el desayuno de niños escolares .*Revista Española de Nutrición Comunitaria*. 23 (1). Consultado en <http://cathi.uacj.mx/handle/20.500.11961/3455>
2. **Adisakwattana, S. Lerdsuwankij, O. Poputtachai, U. Minipun, A. Suparpprom, C. (2011).** Inhibitory activity of cinnamon bark species and their combination effect with acarbose against intestinal α -glucosidase and pancreatic α -amylase. *Plant Foods Human Nutrition*. 66: (2) 143-148. DOI:<https://doi.org/10.1007/s11130-011-0226-4>
3. **Ahrmé L., Chamayou, A. Dewettinck, K., Depypere, F., Dumoulin, E., Fitzpatrick, J., & Meesters, G. (2008).** Processing of food powders. En Aguilera, P., Lillford, J. *Food Materials Science, Principles and Practice* NY, UAS: Springer Science-Buisness Media. 341-368. Consultado en: https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-0-387-71947-4_16.pdf
4. **Algara, P., Gallegos, J. y Reyes, J. (2013).** *Amaranto: Efectos en la Nutrición y la Salud*, México: TLATEMOANI *Revista Académica de Investigación* Editada por Eumed.net, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. No 12 ISSN: 19899300 Consultado en <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/12/nutricion-salud.pdf>
5. **Álvarez-Castaño LS, Goez-Rueda JD, Carreño-Aguirre C. (2012)** Factores sociales y económicos asociados a la obesidad: los efectos de la inequidad y de la pobreza. *Rev Gerenc Polit Salud, Bogota*; (11) 23:98-110. Consultado en: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/gerepolsal/article/view/4464>
6. **Álvarez-Collazo, J. Alonso-Carbajo, L, López-Medina, AI. Alpizar, YA. Tajada, S. Voetes, T. et al., (2014).** Cinnamaldehyde Inhibits L-type

calcium channels in mouse ventricular cardiomyocytes and vascular smooth muscle cells. *Pflugers Archiv-European Journal of Physiology*; 466:2089-2099. DOI:<https://doi.org/10.1007/s00424-014-1472-8>.

7. **Álvarez, J. Peláez, N. Muñoz, A. (2006).** Utilización clínica de la Nutrición Enteral. *Nutr Hosp* ; 21 (Suppl. 2): 87-99. Versión On-line ISSN 1699-5198. Consultado en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000500009
8. **Álvarez, N., M. Genta. (1993).** *Amaranthus. Desarrollo de productos alimenticios de alto valor nutricional. La alimentación latinoamericana.* 197:36-39. Consultado en: <https://www.ecosia.org/search?q=%C3%81lvarez+Amaranthus.+Desarrollo+de+productos+alimenticios+de+alto+valor+nutricional>.
9. **Ancila, N. y Mendoza, Y. (2006).** Elaboración de una bebida instantánea a base de semilla de amaranto (*Amaranthus cruentus*) y uso potencial en la alimentación humana. *Revista Facultad de Agronomía* v.23 n1 Caracas ene: 110-119. Consultado en: <https://www.researchgate.net/.../28110513>
10. **Anderson, GH. Foreyt, J. Sigman-Grant, M. Allison, DB. (2012).** The use of low-calorie sweeteners by adults: impact on weight management. *J Nutr* ; 142 (6): 1163S-9S Consultado en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013001000003
11. **Anderson, Richard (2006)** Departamento de Agricultura en el Centro de Investigación y Nutrición Humana de los EEUU. En Beltsville Maryland Posted by Admin in Aliment, alt. diabetesmonitor.wordpress.com/2006/03/25 Consultado en: <http://mellitusmagazines.blogspot.mx/2006/04/clavo-y-canela-buenos-para-funcin.htm>

12. **Anderson, R. A., Broadhurst, CL., Polansky, M M., Schmidt, WF., Khan, A., Flanagan, VP., Schoene N. W. y Graves D., J. (2004).** Isolation and Characterization of Polyphenol type A Polymers from Cinnamon with Insulin Like Biological Activity. *Journal of Agricultural and food chemistry*.;52 (1):65 – 70 Consultado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14709014>

13. **AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2000).** Edited By: William Horwitz *Methods of Analysis*. 17va. edición. Washington, Estados Unidos de América. Consultado en: http://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC/Publications/Official_Methods_of_Analysis/AOAC_Member/Pubs/OMA/AOAC_Official_Methods_of_Analysis.aspx?hkey=5142c478-ab50-4856-8939-a7a491756f48

14. **Araya L, Héctor, & Lutz R, Mariane. (2003).** FUNCTIONAL AND HEALTHY FOODS. *Revista chilena de nutrición*, 30(1), 8-14. **DOI:** <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182003000100001>

15. **Ariza, J.A., López, F., Montalvo, C., Arellano, M., Luna, S., Robles, R. (2009).** Estudio de la conservación del aceite de amaranto utilizando diversos antioxidantes. Tlaxcala: Centro de Investigación en Biotecnología Avanzada-IPN. Consultado en: https://www.researchgate.net/publication/267256316_Estudio_de_la_Conservacion_del_Aceite_de_Amaranto_Utilizando_Diversos_Antioxidantes

16. **Asociación Mexicana Del Amaranto. (2003).** *El amaranto. El portal del amaranto* Recuperado de: Consultado en: <http://www.amaranto.org.mx/article/articleprint/86/-1/30/>

17. **Astiasarán Iciar y Martínez Alfredo J. (2000)** Cap 16 Alimentos Ecológicos y Transgénicos. 2da Ed. En *Alimentos, composición y propiedades* Cap 16: 357-364 McGraw-Hill INTERAMERICANA DE

ESPAÑA S.A.U. ISBN: 84-486-0305-2. Consultado en: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/52671982/Alimentos-Composicion-Propiedades.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1550461307&Signature=Gscx3rFStSjmuKQ3oyY2ic6bLI8%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DALIMENTOS_Composicion_y_Propiedades.pdf

18. **Amarantum (Asociación Mexicana de Amaranto A.C.) (2008).** Centro de información al consumidor de Amaranto. Recuperado de Consultado en: <http://www.amaranto.com.mx/>
19. **Badalzadeh, R. Shaghghi, M. Mohammadi, M. Dehghan, G. Mohammadi, Z. (2014).** The effect of cinnamon extract and long-term aerobic training on heart function, biochemical alterations and lipid profile following exhaustive exercise in male rats. *Adv Pharm Bull*; 4:515-520. DOI: 10.5681/apb.2014.076 Consultado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4312399/>
20. **Badui Dergal, Salvador. Cejudo Gómez, Hector. (2006)** Química-Alimentos; Tecnología de los Alimentos; Química. México: PEARSON EDUCACIÓN (4): 119-233. Consultado en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=uccma.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=004605>
21. **Baeza, R. I., Sanchez, V. E. y Tolaba, M. P. (2009).** Caracterización de Suspensiones Acuosas de Harina de Amaranto: Efecto del pH, Concentración y temperatura. Actas del XII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos (XII CYTAL), Concordia, Entre Ríos. Consultado en: <https://scholar.google.com.mx/scholar>

22. **Balzer, J. Rassaf, T. Heiss, C. Kleinbongard, P. Lauer, T. Merx, M. (2008).** Sustained benefits in vascular function through flavanol-containing cocoa in medicated diabetic patients a double-masked, randomized, controlled trial. *J Am Coll Cardiology.*; 51:2141-9. Consultado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18510961>
23. **Barac, M. Cabrilo, S. Pesic, M. Stanojevic, S. Zilic, S. Macej, O. Ristic, N. (2010).** Profile and functional properties of seed proteins from six pea (*Pisum sativum*) genotypes. *International Journal of Molecular Sciences* 11(12): 4973-4990. doi:10.3390/ijms11124973. Consultado en: <https://www.mdpi.com/1422-0067/11/12/4973/htm>
24. **Barazarte, Humberto. Sangronis, Elba. Unai, Emaldi, (2008)** La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente comercial de pectinas LATINOAMERICANOS DE NUTRICION Órgano Oficial de la *Sociedad Latinoamericana de Nutrición* Vol. 58 N° 1, 2008, pp. 64-70. Consultado en: https://censalud.ues.edu.sv/CDOC-Deployment/documentos/Elaboraci%C3%B3n_de_fibra.pdf
25. **Barba, A. P. (2013).** *Amaranto: más allá de la nutrición.* Consultado en: http://blogs.eluniversal.com.mx/wweblogs_detalle.php?p_fecha=2013-07-02&p_id_blog=139&p_id_tema=18683
26. **Barquera S, Campos I y Rivera JA (2013).** Mexico attempts to tackle obesity: the process, results, push backs and future challenges. *Obesity Review.* 14. Suppl 2: 69-78. DOI 10.1111/obr.12096.
27. **Bautista, M. J. (2009).** *Determinar la factibilidad de producir y comercializar una bebida de amaranto con sabor a chocolate en Bucaramanga y su área metropolitana.* Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana. Consultado en: <http://docplayer.es/2205478-Determinar-la-factibilidad-de-producir-y-comercializar-una-bebida-de->

amaranto-con-sabor-a-chocolate-en-bucaramanga-y-su-area-metropolitana.html

28. **Bauer, JM. Vogl, T. Wicklein, S. Trögner, J. Mühlberg, W. Sieber, CC. (2005)** Comparison of the Mini Nutritional Assessment, Subjective Global Assessment, and Nutritional Risk Screening for nutritional screening and assessment in Geriatric Hospital patients. *Z Gerontol Geriat* ; 38 (5): 322-327. **DOI:** 10.1007/s00391-005-0331-9
29. **Becerra, R 2000.** El amaranto: nuevas tecnologías para un antiguo cultivo. CONABIO. *Biodiveritas* Año 5. Núm. 30: 1-6
Consultado en:
<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv30art1.pdf>
30. **Beejmohun, V. Peytavy-Izard, M. Mignon, C. MuscentePaque, D. Deplanque, X. Ripoll. C. Chapal, N. (2014)** Acute effect of Ceylon cinnamon extract on postprandial glycemia: alpha-amylase inhibition, starch tolerance test in rats, and randomized crossover clinical trial in healthy volunteers. *BMC Complement Alternative Medicine*; 14:351-359. **DOI:** <https://doi.org/110.1186/1472-6882-14-351>
31. **Bejosano, F.P. y H. Corke. (1998).** Effect of amaranthus and buckwheat proteins on wheat dough properties and noodle quality. *Cereal Chem.* 75(2):171-176. Consultado en:
<http://aaccipublications.aaccnet.org/doi/abs/10.1094/CCHEM.1998.75.2.171?journalCode=cchem>
32. **Belšèak, A. Komes, D. Horžiaè, D. Ganiaè, KK. Karloviaè, D. (2009).** Comparative study of commercially available cocoa products in terms of their bioactive composition. *Food Research International.*;42(5-6):707-16 **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.02.018>

33. **Bhutia, S. K. y Maiti, T. K. (2008).** Targeting tumors with peptides from natural sources. *Trends in Biotechnology*, 26 (4), 201 – 217. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2008.01.002>
34. **Bittar, M. C. (2012).** Slideshare. Obtenido de <http://es.slideshare.net/mcbittar63/bebidas-introduccion-y-clasificacion?related=4>
35. **BLACPMA ISSN. (2009).** *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. Consultado en: http://journals.indexcopernicus.com/issue.php?id=6553&id_issue=833870
36. **Bolin, Q. Anderson, R. (2014).** Cinnamon polyphenols increase oxygen-glucose deprivation of decreased PGE2 production by upregulation of SIRT1 and alleviation of the anti-inflammatory effects (830.11). *FASEB J*; 28:830-841 Consultado en: https://www.fasebj.org/doi/abs/10.1096/fasebj.28.1_supplement.830.11
37. **Bonvecchio, A. Safdie, M. Monterrubio, A. Gust, T. Villalpando, S. (2009)** Overweight and obesity trends in Mexican children 2 to 18 years of age from 1988 to 2006. *Salud Pública Mex.* 2009; 51(4 supl):586-94. Consultado en: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2011.v30n4/327-334/es>
38. **Bourges, R. H. (2004).** IDR para la población mexicana .México : WHO/FAO Expert Consultation . Consultado en: <http://www.medicapanamericana.com/Libros/Libro/4074/Recomendaciones-de-Ingestion-de-Nutrientes-para-la-Poblacion-Mexicana.html>
39. **Braverman, J.B.S. y Berk, Z. (1980).** *Introducción a la Bioquímica de Alimentos*. México. Editorial El Manual Moderno. Consultado en:

https://books.google.com.mx/books/about/Introducci%C3%B3n_a_la_bioqu%C3%ADmica_de_los_al.html?id=kxXXAAAACAAJ&redir_esc=y

40. **Bressani, R. (1989).** The proteins of grain amaranth. *Foods Reviews International*. 51: 13-38 DOI: <https://doi.org/10.1080/87559128909540843>.
41. **Bressani, R. (1994).** *Composition and nutritional properties of amaranth*. In: Paredes-Lopez O, editor. *Amaranth biology, chemistry and technology*. Boca Raton, FL: CRC Press. p 185–206. Consultado en: <https://link.springer.com/journal/11130>
42. **Bressani, R. Sanchez-Marroquin, A. Morales, E. (1992).** Chemical-composition of grain amaranth cultivars and effects of processing on their nutritional quality. *Food Reviews International*/ 8:1 pages 23–49. Consultado en: <https://www.researchgate.net/publication/227550074>
43. **Cai, Y. y Corke, H. (2006).** Production and properties of spray-dried *Amaranthus* betacyanin pigments. *Journal of Food Science*, 65, 1248–1252. DOI: /10.1111/j.1365-2621.2000.tb10273.x/epdf Consultado en: <http://onlinelibrary.wiley.com/>
44. **Cadenas, DE. (2009).** Basic mechanisms of antioxidant activity. *Biofactors*; 6:391–397 Consultado en: <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/biof.5520060404>.
45. **Calderón Rodríguez Sandra Valeria (2018)** Elaboración de una bebida de amaranto (*Amaranthus tricolor*) y espirulina (*Spirulina máxima*) Tesis para obtener el grado de Ingeniería en Alimentos, Universidad San Francisco de Quito USFQ, Colegio de Ciencias de Ingenierías Consultado en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7458>

46. **Capriles, VD. Coelho, KD. Guerra-Matías, AC. Areas, JAG. (2008).** Effects of processing methods on amaranth Storch digestibility and predicted glycemic index. *J Food Sci*, 73(7):160-4. Consultado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18803711>
47. **Carpio Escobar Julio Michael Salvador (2009)** Estudio de Factibilidad Técnica para la producción de Harina de Amaranto (*Amaranthus spp.*) (Tesis) Universidad de El Salvador Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Ingeniería Química Consultado en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2006/>
48. **Carreres, E. (2013).** Cómo desarrollar un nuevo producto alimentario. *Tecnoalimentalia*, AINIA, Centro Tecnológico de Valencia. Consultado en: <http://www.ainia.es/insights/comodesarrollar-un-nuevo-producto-alimentario/>
49. **Casiodoro de Reina, CdV. (1960).** Santa Biblia. Brasil. 976 p.
50. **Castaño-Sepúlveda, M. (2012).** Evaluación de la capacidad conservante de los aceites esenciales de clavo (*Syzygium aromaticum*) y canela (*Cinnamomum verum*), sobre la levadura (*Rhodotorula mucilaginosa*) en leche chocolatada Consultado en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9149/1/43013611.2012.pdf>
51. **Chagaray, A. y Gallo, H. (2005).** Estudio de Factibilidad del Cultivo del Amaranto. Catamarca: Dirección Provincial de Programación del Desarrollo. Consultado en: http://www.academia.edu/7599720/Estudio_de_Factibilidad_del_Cultivo_del_Amaranto
52. **Chaturvede, A. Sorojini, G. y Devi, NL. (1993).** Hipocholesterolemic effect of amaranth sedes (*A. esculendus*) *Plants Food for Human Nutrition*

44. 63-70 Consultado en:
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF01088483>.
53. **Céspedes, A. (2008)**. Micronutriente y desnutrición infantil. Conferencia presentada en el simposio Hambre oculta: el reto de la sociedad moderna. San José de Costa Rica, Universidad de Costa Rica. Consultado en: <http://www.nutricion.ucr.ac.cr/temporal/shop/presentacion12.pdf>].
54. **Clark, S. Costello, M. Drake, M. Bodyfelt, F.W. (2009)**. *The sensory evaluation of dairy products*. 2da ed New York, NY: Springer, Xv, 573 p. Consultado en: <https://www.springer.com/la/book/9780387774060>
55. **Codex Alimentarius. (1991)**. Consultado en: [file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/CXG_009s%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/CXG_009s%20(1).pdf)
56. **Contreras López, Elizabeth. Jaimez Ordaz, Judith. Porras Martínez, Griselda. Juárez Santillán, Luis Felipe. Añorve Morga, Javier. y Villanueva Rodríguez, Socorro. (2010)**. Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de harinas para preparar atole de amaranto; *Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN* v.60 n.2 ISSN 0004-0622 Consultado en: <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/producto.php?producto=3636>
57. **Contreras L, Elizabeth. Jaimez O, Judith. Soto R, Juan Carlos. Castañeda O, Araceli. Añorve M, Javier. (2011)**. Aumento del Contenido Proteico de una bebida a base de Amaranto (*Amaranthus Hypochondriacus*) *Revista Chilena de Nutrición*, v. 38, n.3, pp. 322-330 DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182011000300008>
58. **Córdova-Villalobos. J. Barriguete-Meléndez, JA. Lara-Esqueda, A. Barquera, S. Rosas-Peralta, M..... Hernández-Ávila, M. (2008)** Las enfermedades crónicas no transmisibles en México: sinopsis epidemiológica y prevención integral. *Salud Publica Mex*; 50 (5) :419-

427. Consultado en: <http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=19112>
59. **Coulter, L. y Lorenz, K. (1990).** Quinoa composition, nutritional value, food applications. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 23, 203 - 207. Consultado en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19921451861>
60. **Couturier, K. Qin, B. Batandier, C. Awada, M. HiningerFavier, I. Canini, F... Anderson, RA. (2011).** Cinnamon increases liver glycogen in an animal model of insulin resistance. *Metabolism*; 60:1590-1597. DOI:<https://doi.org/10.16/j.metabol.2011-03.016>.
61. **Custodio, José Daniel. (2013).** Potencial fitoterapéutico de la canela (*Cinnamomun zeylanicum*) en el contexto de la diabetes y el síndrome metabólico. *Salus Floradix*. 2013:1-2. Consultado en: <http://eshealth.eu/es/divulgacio-cientifica/potencial-fitoterapeutico-de-la-canela-cinnamomun-zeylanicum-en-el-contexto-de-la-diabetes-y-el-sindrome-metabolico/>
62. **Cruz Pachacama Andrea Renata (2015).** Diseño de una bebida nutricional saborizada a base de aguamiel (Chaguarmishqui) de penco (*Agave americana L.*) enriquecida con amaranto (*Amaranthus caudatus L.*) Tesis de grado, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Central de Ecuador. Consultado en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7267>
63. **Danz, R.A. y Lupton, J. R (1992)** Physiologicla effects of dietary amarnanth (*Amaranthus cruentus*) on rat. *Cereal Foods World* 37:489-494. ISSN; 0146-6283 Consultado en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9311342>

64. **Davis, PA. Yokoyama, W. (2011).** Cinnamon Intake Lowers Fasting Blood Glucose: Meta-Analysis. *Journal of Medicinal Food*, vol.14 9:884-9. DOI:<https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0180>
65. **Davison, K. Coates, AM. Buckley, JD. Howe, PR. (2008).** Effect of cocoa flavanols and exercise on cardiometabolic risk factors in overweight and obese subjects. *International Journal of Obesity*. 32:1289-96. DOI:<https://doi.org/10.1038/ijo.2008.66>
66. **De Bruin, A. (1964).** Investigation of the food value of quinua and cañihua seed. *J. Food Sci.*, 29:872- 876 Consultado en: <https://hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/pdf/jasso-110.pdf>
67. **Del Valle, F.R., M. Escobedo, A. Sánchez-Marroquín, H. Bourges, M. Bock y P. Biemer. (1993).** Chemical and nutritional evaluation of two amaranth (*Amaranthus cruentus*)-based infant formulas. *Plants Food for Human Nutrition*. 43:145-156. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF01087918>
68. **Diario Oficial de la Unión Europea. (2006).** *Reglamento N° 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo*. Diario Oficial de la Unión Europea. Consultado en: <https://www.boe.es/doue/2006/404/L00009-00025.pdf>
69. **Díaz Sanguines, C. (1999).** El amaranto, alternativa actual en la disminución de la desnutrición. Programa IMSS-Solidaridad, Delegación Estatal en Oaxaca, Pp.10. Consultado en: <http://www.amaranto.org.mx/article/articleview/103/1/61/6>
70. **Diccionario manual de la lengua española. (2007).** The free dictionary. Consultado en: <http://es.thefreedictionary.com/taxonom%C3%ADa>
71. **Domec, M. (2003).** ¿Adictos al chocolate? Recuperado de: Eroski consumer : Consultado en: http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/alimentos_a_debate/2003/09/22/65864.php?page=4

72. **Dhuley, JN. (1999)** Anti-oxidant effects of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark and greater cardamom (*Amomum subulatum*) seeds in rats fed high fat diet. *Indian Journal or Experimental Biology*; Vol.37:238-242
Consultado en: <http://hdl.handle.net/123456789/19002>
73. **Earley, S. (2012).** TRPA1 channels in the vasculature. *Brithis Journal of Pharmacology*; 167:13-22. **DOI:** <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.20192.0218.x>
74. **Eckel, RH. Grundy, SM. Zimmet, PZ. (2005)** The metabolic syndrome. *The Lancet*; 365:1415–1428. **DOI:** [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66378-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66378-7)
75. **El-Bassossy, HM. Fahmy, A. Badawy, D. (2011)** Cinnamaldehyde protects from the hypertension associated with diabetes. *Food and Chemical Toxicol*; 49:3007-3012. **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.07.060>
76. **Encuesta Estatal de Salud y Nutrición-Nuevo León 2011/2012,** Monterrey, México (2012) Secretaría de Salud Nuevo León/Universidad Autónoma de Nuevo León/Facultad de Salud Pública y Nutrición/ Facultad de Medicina/Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado de Nuevo León/Cáritas de Monterrey ABP/Secretaría de Educación de Nuevo León.
77. **Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016:** (ENSANUT MC 2016) Informe final; Instituto Nacional de Salud Pública y Secretaria de Salud Consultado en: http://promocion.salud.gob.mx/dgps/descargas1/doctos_2016/ensanut_mc_2016-310oct.pdf.

78. **Espinosa, J., M. F. Aguilar, E. A. Monterrubio y S. Barquera. (2013).** Conocimiento sobre el consumo de agua simple en adultos de nivel socioeconómico bajo de la ciudad de Cuernavaca, México. *Salud Pública de México*, ISSN 0036-3634, vol. 55 N° Extra 3, pp. 423-430. Consultado en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6266551>
79. **Espinosa-Villa, G. I. Calvillo-Muñoz, M. Ramos-Herrera, O. J. Gómez-Ruiz, S. y Chávez-Murillo, C. (2016).** Caracterización fisicoquímica de néctar de guayaba adicionado con harina de amaranto y fibra soluble. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, vol. 1, no. 2, pp.734-738. Consultado en: <https://scholar.google.com.mx/scholar>.
80. **Espitia-Rangel, E. Mapes-Sánchez, D. Escobedo-López, D. De la O, O. Rivera-Valencia, P..... Hernández-Casillas J.M. (2010).** Conservación y uso de los recursos genéticos de amaranto en México, Celaya, INIFAP-Centro de Investigación Regional Centro, p. 201. Consultado en: http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/66_3/PDF/Amaranto.pdf
81. **Fisberg, Mauro. (2013).** Metabolism of the Zero-Calorie Sweetener Stevia. Global Stevia Institute. Consultado en: <https://pdfs.semanticscholar.org/eecb/807deda08c35ef2dc33ca53a0de23ae03230.pdf>
82. **Fries, A., Morón, C. Pérez, AM. Rosero, ME. (2001)** Manual sobre la utilización de cultivos andinos sub explotados en la alimentación [Versión electrónica]. Santiago, Chile: FAO. [Consultado 15 enero del 2009]. Consultado en: <http://www.rlc.fao.org>

83. **Fries, A.M. Morón, C. Pérez, A.M. Rosero, M.E. (2009).** Manual sobre la utilización de cultivos andinos subexplotados en la alimentación [Versión electrónica]. Santiago, Chile: FAO 2001. Consultado en: <http://www.rlc.fao.org>
84. **Galindo Borda Marisol (2014)** Efecto de la fortificación casera con micronutrientes en polvo, como una estrategia de intervención contra la deficiencia de micronutrientes en población infantil de 12 hasta 59 meses, de cuatro municipios del departamento de Atlántico, pertenecientes a programas de complementación alimentaria. Tesis Magister en Salud Pública. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Medicina, Facultad Salud Pública Bogotá, Colombia. Consultado en: <http://bdigital.unal.edu.co/43134/1/52269643.2014.pdf>
85. **Gambus, H. Gambus, F. Pastuszka, D. Wrona, P. Ziobro, R. Sabat, R..... Sikora, M. (2009)** Quality of gluten free supplemented cakes and biscuits. *Internat J Food Sci Nutr*, 60(54): 31-50. **DOI:** <http://doi.org/10.1080/09637480802375523>
86. **Gambus, H. Gambus, F. Wrona, P. Pastuszka, D. Ziobro, R. Nowotna, A. Kopec, A. Sikora, M. (2009)** Enrichment of gluten-free rolls with amaranth and flaxseed increases the concentration of calcium and phosphorus in the bones of rats. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 59(4)349-55. Consultado en: <http://journal.pan.olsztyn.pl>
87. **García-Almeida, J. M. Casado Fdez, Gracia M.^a y García Alemán, J. (2013).** Una visión global y actual de los edulcorantes: aspectos de regulación. *Nutrición Hospitalaria*, 28 (Supl. 4), 17-31. Consultado en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013001000003&lng=es&tlng=es.
88. **González Cabrera, María Victoria. (2010)** “Conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización del aceite esencial de canela

(*Cinnamomum Zeynalicum*)” Tesis de grado; escuela Superior Politécnica de Chimborzo; facultad de Ciencias; Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba Ecuador Consultado en: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/737y>

89. **González Chávez, Antonio. (2013)** Posición de consenso sobre las bebidas con edulcorantes no calóricos y su relación con la salud *Revista Mexicana de Cardiología*; 24 (2): 55-68 Consultado en: <http://www.medigraphic.com/revmexcardiol>.
90. **Goetzke, B. Nitzko, S. Spiller, A. (2014)** Consumption of organic and functional food. ¿A matter of well-being and heal? *Appetite* 77 96-105 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.02.012>
91. **Granados-Silvestre, M. Ortiz-López, M. G. Montúfar-Robles, Isabe. Menjivar-Iraheta, M. (2014)**. Micronutrientes y diabetes, el caso de los minerales. *Cirugía y Cirujanos*, 82. 119-125. Consultado en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66230723016>. ISSN 0009-7411.
92. **Grayson, PC. Kim, SY. LaValley, M. Choi, HK. (2011)**. Hyperuricemia and incident hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Arthritis Care Research*. 63:1 02-110. DOI: <https://doi.org/10.1002/acr.20344>
93. **Greenfield, H. y Southgate, D. (2003)**. *Datos de composición de alimentos*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Consultado en: <http://www.fao.org/3/a-y4705s.pdf>
94. **Guadarrama Quezada, E. Hernández Morales, R. Laguna López, M. y Silva Silva, Deyanira. (2008)**. Elaboración de una bebida tipo leche a base de amatanto . Tesis *Instituto Politécnico Nacional*. Consultado en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/14657>

95. **Gutiérrez, JP. Rivera-Dommarco, J. Shama-Levy, T. (2012)** Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Resultados Nacionales. (ENSANUT 2012) Primera edición; Instituto Nacional de Salud Pública IABN 978-607-511-037-0; Consultado en: <https://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>
96. **Hall Ramírez, Victoria. Rocha Palma, Milania. Rodríguez Vega, Erika. (2002).** *Plantas Medicinales Volumen II*. Centro Nacional de Información de Medicamentos (CIMED) Facultad de Farmacia. Universidad de Costa Rica Consultado en: <https://curso.ihmc.us/rid=1J5X7QSXN-24Z82J4-RC3/pdfplantas.pdf>
97. **Hafizur RM. Hameed, A. Shukrana, M. Raza, SA. Chishti, S. Kabir, N. Siddiqui, RA. (2015)** Cinnamic acid exerts antidiabetic activity by improving glucose tolerance in vivo and by stimulating insulin secretion in vitro. *Phytomedicine*; 22:297-300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2015.01.003>
98. **Hernández-Carranza, P. Jiménez-Mugúia, M. T. (2010)** Propiedades funcionales y aplicación industrial de los fructooligosacáridos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 4-1; 1-8 consultado en; [https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No4-Vol-1/TSIA-4\(1\)-Hernandez-Carranza-et-al-2010.pdf](https://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No4-Vol-1/TSIA-4(1)-Hernandez-Carranza-et-al-2010.pdf)
99. **Hernández Triana, Manuel. (2004).** Recomendaciones nutricionales para el ser humano: actualización. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 23(4), 266-292. Consultado en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002004000400011&lng=es&tlng=es.
100. **Hervia, Felicitas. Besti, Marizol. Wilckens, Rosemarie. Yevenes, Carolinas. (2002).** Contenido de Proteínas y algunas características del almidón en semillas de amaranto (*Amaranthus spp.*) cultivado en Chillan

Chile. Agro Sur. Consultado
en: http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0304-88022002000100003&script=sci_arttext

101. **Hincapié Llanos, Gustavo Adolfo. Palacio Piedrahíta, Juan Carlos. Páez Sierra, Sergio. Restrepo Flórez, Claudia Estela. Vélez Acosta, Lina María. (2012).** Elaboración de una bebida energizante a partir de borojó (Borojo apatinoi Cuatrec.). *Revista Lasallista de Investigación*, SSN 1794-4449, Vol. 9, N°. 2, págs. 33-43. Consultado en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4317381>
102. **Hoehn, A.N. Stockert, A.L. (2012)** The effects of Cinnamomun Cassia on Blood Glucose Values are Greater tan those of Dietary Changes Alone. *Nutrition and Metabolic Insights*.:77-83 DOI: <https://doi.org/10.4137/NMI.S10498>
103. **Huang, B. Yuan, HD. Kimdo, Y. Quan, HY. Chung, SH. (2011).** Cinnamaldehyde prevents adipocyte differentiation and adipogenesis via regulation of peroxisome proliferatoractivated receptor-gamma (PPARgamma) and AMP-activated protein kinase (AMPK) pathways. *Journal of Agricultural and Food Chemmistry*; 59:3666–3673. DOI: 10.1021/jf104814t Consultado en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf104814t>
104. **Hwa, JS. Jin, YC. Lee, YS. Ko, YS. Kim, YM. Shi, LY. Kim, HJ. Lee, JH. Ngoc, TM..... Chang,KCH. (2012).** 2- Methoxycinnamaldehyde from Cinnamomum cassia reduces ratmyocardial ischemia and reperfusion injury in vivo due to HO-1 induction. *Journal of Ethnopharmacology*; 139(2) 605-615. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.12.001>
105. **Iglesias, C., A. L. Villarino, J. A. Martínez, L. Cabrerizo, M. Gargallo, H. Lorenzo, J..... Salas-Salvado. (2011).** Importancia del agua en la hidratación de la población española: documento FESNAD 2010, *Nutrición Hospitalaria*, 26(1): 27-36. ISSN0212-1611. CODEN NUHOEQ.

- S.V.R.318. Consultado:
http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n1/articulos_especiales_3.pdf
106. **INEN. (2010).** Norma técnica ecuatoriana. Obtenido de Consultado en: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2471.2010.pdf>
107. **Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ). (2001)** Ingestión Diaria Recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas y nutrimentos inorgánicos para la población mexicana, Consultado en: <http://paginas.facmed.unam.mx/deptos/sp/wp-content/uploads/2015/11/micronut.pdf>
108. **Jara Navarro, María Inés. (2008).** Hambre, desnutrición y anemia: una grave situación de salud pública. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 7(15), 7-10., Consultado en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-70272008000200001&lng=en&tlng=es.
109. **Jiménez, P..Rm. Cordero, ES. (1986).** Amaranthus spp en la alimentación xochimilca y su proyección en la alimentación básica p.56-64 En Primer seminario Nacional del Amaranto Chapingo, México. Consultado en: <https://es.scribd.com/document/119073036/Amaranto>
110. **Kalvathev, Z. Garzaro, DJ. Cedezo, FG. (1998) Theobroma Cacao L.:** Un nuevo enfoque para nutrición y salud *AGROALIMENTARIA*. 6. p 23-25 Consultado en: https://censalud.ues.edu.sv/CDOC-Deployment/documentos/Elaboraci%C3%B3n_de_fibra.pdf
111. **Kantar Worldpanel, IA. (2017).** Informe anual México. *Industria alimentaria para los procesadores de alimentos en America Latina Vol. 28 Num.10*. Consultado en: <https://www.industriaalimenticia.com/>
112. **Kauffman, C.S. Weber, L.E. (1990).** Grain amaranth. P.127-139. in: Janick, J. y. SIMON, J.E (ed.) *Advances in New Crops*. Timber Press,

Portland, OR. Consultado
en: <https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1990/V1-127.html>

113. **Keshvari, M. Asgary, S. Jafarian-dehkordi, A. Najafi, S. Ghoreyshi-Yazdi, S.M. (2013)** Preventive effect of cinnamon essential oil on lipid oxidation of vegetable oil. *ARYA Atheroscler*; 9:280–286. Consultado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24302936>
114. **Khaki, A. (2015).** Effect of *Cinnamomum zeylanicum* on Spermatogenesis. *Iran Red Crescent Med J*; 17(2) e18668. doi:10.5812/ircmj.18668. Consultado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4376985/>
115. **Khan, I. A. Abourashed, E.A. (2010).** (Ikhlas Ahmad) Leung's encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs, and cosmetics / Ikhlas A. Khan, Ehab A. Abourashed. – 3rd ed. ISBN 978-0-471-46743-4. Consultado en: <http://naturalingredient.org/wp/wp-content/uploads/leungs-encyclopedia-of-common-natural-ingredients-3rd-edition.pdf>
116. **Khan, A. Safdar, M. y Khan, M.M. Khattak, KN. Anderson, RA. (2003).** Cinnamon improves glucose and lipids of people with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 26(12):3215–3218. Consultado en: <http://care.diabetesjournals.org/content/26/12/3215>
117. **Kim, S. H. Hyun, S. H. Choung, S. Y. (2006).** Antidiabetic effect of cinnamon extract on blood glucose in db/db mice. *Journal of Ethnopharmacology* , 104 (1-2):119–123 DOI:10.1016/j.jep.2005.08.059 Consultado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874105005982>
118. **Ko, FN. Yu, SM. Kang, YF. Teng, CM. (1995)** Characterization of the thromboxane (TP-) receptor subtype involved in proliferation in cultured vascular smooth muscle cells of rat. *British Journal of Pharmacology*;

116:1801-1808. Consultado en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8528563>

119. **Krishnamurthy, G., Laksman, K., Pruthvi, N. and Chandrika, P. (2011).** Antihyperglycemic and hypolipidemic activity of methanolic extract of *Amaranthus viridis* leaves in experimental diabetes. *Indian Journal of Pharmacology*, 43(4):450-454. DOI: 10.4103/0253-7613.83120
120. **Kroger, M. Meister, K. Kava, R. (2006).** Low-calorie Sweeteners and other sugar substitutes: a review of the safety issues. *Comprehen Rev Food Scien Food Safety.*; 5: 35-47. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.tb00081.x>
121. **Kulakova, SN. Pozdniakov, AL. Korf, II. Karagodina, Z.V....Gadzhieva,ZM. (2006).** Amaranths oil: peculiarities of chemical composition and influence on lipid metabolism by rats. . *Vopr Pitan* , 75(3):36-42. Consultado en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16862953>
122. **Kyung, KH. Jeong, KM. Hoo, SD. (2006).** Improvement of lipid profile by amaranth (*amaranthus esculantus*) supplementation in streptozotocin induced diabetic rats. *Ann Nutr Metab*; 50(3):277-81. DOI: 10.1159/000091686. Consultado en:
<https://www.karger.com/Article/Abstract/91686>
123. **Landázuri González, CR. (2008);** Evaluación de los niveles de proteína en harina de amaranto de la variedad alegría tras el procesamiento por cinco métodos., Escuela Politécnica del Ejército., Departamento de Ciencias de la Vida., Escuela de Ingeniería en Biotecnología., Sangolquí -Ecuador., TESIS., 2008., Pp. 4- 11. Consultado en:
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/843>
124. **LARA, N. RUALES, J. (2002)** Popping of amaranth grain (*Amaranthus caudatus*) and its effect on the functional, nutritional and sensory properties., *Journal of the Science of Food and Agriculture.*, Vol. 82: 797 – 805., Quito-Ecuador. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.1069>

125. **Latham, MC. (2002).** Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Colección: Alimentación y Nutrición N° 29. ISBN. 92-5-3'3818-7
Consultado en:
<http://www.fao.org/DOCREP/006/W0073S/W0073S00.HTM> [05/06/2011
15:48:34
126. **Lauque, S. Arnaud-Battandier, F. Mansourian, R. Guigoz, Y. Paintin, M. Nourhashemi, F. Vellas, B. (2000)** Protein-energy oral supplementation in malnourished nursing-home residents. A controlled trial. *Age Ageing*; 29 (1): 51-56. Consultado en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10690696>
127. **Lawless, H. T. y Heymann, H. (2010).** *Sensory evaluation of food; principal and practices*. 2da ed. New York; Springer, 596 p. ISBN 978-1-4419-6487-8. DOI 10.1007/978-1-4419-6488-5. Consultado en:
<https://books.google.com.mx/books>
128. **Lee, BJ. Kim, YJ. Cho, DH. Sohn, NW. Kang, H. (2011).** Immunomodulatory effect of water extract of cinnamon on anti-CD3-induced cytokine responses and p38, JNK, ERK1/2, and STAT4 activation. *Immunopharmacol Immunotoxicol*; 33 (4):714-722. doi:10.3109/08923973.2011.564185. Consultado en:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/08923973.2011.564185>
129. **Lee, HS. Kim, B. Kim, MK. (2000)** Suppression effect of *Cinnamomum cassia* bark-derived component on nitric oxide synthase. *J Agric Food Chem*; 50:7700–7703. DOI: 10.1021/jf020751f. Consultado en:
<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf020751f>
130. **Lee, JS. Jeon, SM. Park, EM. Huh, TL. Kwon, OS. Lee, MK. Choi, MS. (2003).** Cinnamate supplementation enhances hepatic lipid metabolism and antioxidant defense systems in high cholesterol-fed rats. *J Med Food*;

6:183-191. DOI: 10.1089/10966200360716599. Consultado en: <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/10966200360716599>

131. **Lehman, J.W. (1989).** Proteins of grain amaranths. *Legacy* 2 (1):3-6
Consultado en: <https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1993/V2-211.html>
132. **Lehman, J.W. (1990).** Pigments of grain and feral amaranths, *Legacy* 3 (1) 3-4. Consultado en: <http://www.mdpi.com/1420-3049/5/3/566/pdf>
133. **Leung, Albert Y. (1980).** Encyclopedia of common natural ingredients used in food, drugs, and cosmetics. John Wiley & Sons. New York.
Consultado en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US8051877>
134. **Lia, R. Liangb, T. Xuc, L. Lid, Y. Zhangb, S. Duand, X. (2013).** Protective effect of cinnamon polyphenols against STZ-diabetic mice fed high-sugar, high-fat diet and its underlying mechanism. *Food and Chemical Toxicology*.51:419–25. doi: 10.1016/j.fct.2012.10.024.
Consultado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691512007697>
135. **Llona Larrauri, J. (2006).** Cacao, en el desayuno o en cualquier momento. Recuperado de Nutritelia-Nutriición Alimentación y salud:
Consultado en: <http://www.nutritelia.com/cacao-para-el-desayuno/>
136. **Ludwig, D. Peterson, K. Gortmaker, S. (2001).** Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity: a prospective, observational analysis. *Lancet*.;357(9255): 505–8 DOI: 10.1016/S0140-6736(00)04041-1. Consultado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673600040411>
137. **Mackison, D. Wrieden, WL. Anderson, S. (2010)** Validity and reliability testin of a short questionnaire developed to assesss concumers use

- understanding and perception of food labels. *European Journal of Clinical Nutrition*. 64,210-217 Consultado en: <https://www.nature.com/articles/ejcn2009126>
138. **Marcia, G. Bousquet, P. Elghozi, JL. Esler, M. Grassi, G. Julius, S. (2007)** The sympathetic nervous system and the metabolic syndrome. *J Hypertens*; 25:909-920. Consultado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17414649>
139. **Mancini-Filho, J. Van-Koij, A. Mancini, DA. Cozzolino, FF. Torres, RP. (1998)** Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*, Breyne) extracts. *Boll Chim Farm.*;137(11):443–7 Consultado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10077878>
140. **Mapes Sánchez, Cristina, (2010)**; El Amaranto planta originaria de México; AAPAUNAM Academia, Ciencia y Cultura – Consultado en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/aapaunam/pa-2010/pa104e.pdf>
141. **Martínez, J. (2015)**. Los 7 pasos para la innovación en el desarrollo de nuevos productos de alimentación. *Tecnoalimentalia*, AINIA, Centro Tecnológico de Valencia. Consultado en: Consultado en: <http://www.ainia.es/tecnoalimentalia/consumidor/los-7-pasos-para-la-innovacion-en-el-desarrollo-de-nuevos-productos-de-alimentacion/>
142. **Martínez, J. B. Sulbarán de Ferrer, G. Ojeda de Rodríguez, A. Ferrer, R. Nava. (2003)**. Actividad Antibacteriana del Aceite esencial de mandarina. *Revista Facultad de Agronomía* 20(4): 502-512. Consultado en: <http://www.produccioncientifica.luz.edu.ve/index.php/agronomia/article/view/12041>.
143. **Martirosyan, DM. Miroshnichenko, LA. Kulakova, SN. Pogojeva, AV. Zoloedov, VI. (2007)** Amaranth oil application for coronary heart disease and hypertension, *Lipids Health Dis*, 6:1. DOI: 10.1186/1476-511X-6-1.

Consultado en:
<https://lipidworld.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-511X-6-1>

144. **Mazza, Giuseppe. (1998)** Proteins. Functional Foods. Biochemical and Processing Aspects, Vol 1 Funcional Foods and Nutraceuticals. ISBN: 1482278731,9781482278736 pp 241-279. Consultado en: <https://books.google.com.mx/books?id=IUhZDwAAQBAJ&dq=Hudson,+BJF.+London,+UK.Chapman+%26+Hall.+Proteins+pp+241-279&hl=es&lr=>
145. **Mendoza, E., y M. D. Calvo. (2010).** Bromatología: composición y propiedades de los alimentos. (Libro) México: McGraw Hill. 318 p. ISBN: 978-607-15-0379-4
146. **Mera Vizcaíno, L. P. y Toapanta Vargas, F. J. (2015).** Elaboración de una bebida fortificada a partir de la variedad de amaranto INIAP alegría (*amaranthus caudatus* L.) y la variedad de quinua iniap tunkahuan (*chenopodium quinoa willd.*) con tres concentraciones y tres tipos de endulzantes. *Universidad Técnica de Cotopaxi*. Consultado en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2632/1/T-UTC-00168.pdf>
147. **Mercader, J. Palou, A. Bonet, ML. (2011)** Resveratrol enhances fatty acid oxidation capacity and reduces resistin and retinol-binding protein 4 expression in white adipocytes. *J Nutr Biochem*; 22:828–834. DOI: 10.1016/j.jnutbio.2010.07.007. Consultado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955286310001737>
148. **Mercado, R. Elías, P. Pascual, G. (2015).** Obtención de un aislado proteico de tortas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y evaluación de sus propiedades tecno-funcionales. *Anales Científicos* Vol 76 N° 1 DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac>.
149. **Miller, K. B. Suart, D. A. Smith, N. L. Lee, Ch. Y. McHaale, N. L. Flanagan, J. A. Ou, B. y Hurst, W. J. (2006)** Antioxidant Activity and

Polyphenol and Procyanidin Contents of Selected Commercially Available Cocoa-Containing and Chocolate Products in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54, 4062-4068, **Doi.**/abs/10.1021/jf060290o. Consultado en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf060290o>

150. **Mollazadeh, H. Hosseinzadeh, H. (2016).** Cinnamon effects on metabolic syndrome: a review based on its mechanisms. *Iran J Basic Med Sci*; 19:1258-1270; **Doi.org**/10.22038/ijbms.2016.7906. Consultado en : <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf060290o>
151. **Montero-Quintero, K. C. Moreno-Rojas, R. y Molina, E. A. (2015).** Efecto del consumo de panes integrales con amaranto (*Amaranthus dubius* Mart; ex Thell;) sobre la respuesta glicémica y parámetros bioquímicos en ratas Sprague dawley. *Nutrición Hospitalaria*, vol. 31, núm. 1 , Pp. 313-320. DOI: <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.31.1.7695>
152. **Montesdeoca Vinueza, Sandra Lucía. Escobar Avila, Milo Ernesto. (2012)** “Elaboración de una bebida saborizada (chocolate, guanábana y maracuyá) a partir de harina de semilla de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y avena// TRABAJO DE GRADO. Ingenieros Agroindustriales Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra. EC. 108 p. 19 anexos. Consultado en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1213/1/03%20AGI%20319%20TESIS%20AMARANTO.pdf>
153. **Moreira, L. Cabrera, A. Carbajal, C. (2013)** Condimentos y Aperitivos [Internet]. ediciones pirámide; [567-8]. Available from: Consultado en: www.fen.org.es/mercadofen/pdfs/canela.pdf.
154. **Morales Guerrero, JCCM. (2009).** “El Amaranto” Cap. III; Planta y Semilla: composición y características nutricias. Primera edición. pp. 52-

89. Consultado en: <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/12/nutricion-salud.html>
155. **Mollazadeh, H. Hosseinzadeh, H. (2016)** Cinnamon effects on metabolic syndrome: a review based on its mechanisms. *Iran J Basic Med Sci*; 19:1258-1270; DOI: <http://dx.doi.org/10.22038/ijbms.2016.7906>
156. **Muhammad, JS. Zaidi, SF. Shaharyar, S. Refaat, A. Usmanghani, K. Saiki, I. Sugiyama, T. (2015).** Anti-inflammatory effect of cinnamaldehyde in Helicobacter pylori induced gastric inflammation. *Biol Pharm Bull* 2015; 38:109-115. DOI:<https://doi.org/10.1248/bpb.b14-00609>
157. **Mujica, A, Berti, M. Izquierdo, J. (1997)** El cultivo del amaranto (Amaranthus spp.) Producción, mejoramiento genético y producción. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe, Santiago Chile. Consultado en: <http://www.fao.org/library/library-home/en/>
158. **Muñoz de Chávez, Miriam. Chávez Villasana, Adolfo. Roldán Armario, José Antonio. Ledesma Solano, José Ángel. Mendoza Martínez, Eduardo. Pérez-Gil Romo, Fernando.....Chaparro Flores, Alejandra Guadalupe (1996)** Tabla de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. *Edición Pax México*; 330p. Consultado en: <http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=XF2015008367>
159. **NMX-F-613-NORMEX-2003.** “Alimentos-determinación de fibra cruda en alimentos-métodos de prueba”. Normas mexicanas. Dirección general de normas. 6 de agosto del 2003. Consultado en: <https://vlex.com.mx/tags/nmx-f-613-normex-2003-707137>
160. **Ocaña Albán, Juan Eduardo. Saltos, Aníbal. Ing. (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; Facultad de Ciencia e

Ingeniería en Alimentos; Carrera de Ingeniería en Alimentos Ambato–
Ecuador. Consultado en :
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2030/1/AL474.pdf>

161. **Ogasawara, J. Kitadate, K. Nishioka, H. Fujii, H. Sakurai, T. Kizaki, T. et al. (2010).** Oligonol, an oligomerized lychee fruit-derived polyphenol, activates the Ras/Raf1/MEK1/2 cascade independent of the IL-6 signaling pathway in rat primary adipocytes. *Biochem Biophys Res Commun*; 402:554-559. DOI: <https://www.doi.org/10.1016/j.bbrc.2010.10.082>
162. **Oleszek, W. Junkuszew, M. Stachmal, A. (1999).** Determination and toxicity of Saponins from *Amarnathus cruentus* Seeds, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* Vol: 47, 3685-3687. Consultado en : <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf990182k>
163. **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS), Comisión del Codex Alimentarius. (2012).** Programa Conjunto de la FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, Comité del Codex sobre Aditivos. Cuestiones remitidas al Comité por la Comisión del Codex Alimentarius y otros Comités y Grupos Especiales del Codex. Hangzhou, China, marzo 12 a 16 de. Consultado en : <file:///C:/Users/92199/Downloads/Postura-ENC-FMD.pdf>
164. **Ornellas, CB. Silva, JG. Silvestre, MPC. (2001).** Efeito do pH sobre las propiedades emulsionantes de la globina bovina. *Rev. Bras. Ciênc. Tecnol. Alim.* 21(1): 51-56. Consultado en : <http://www.scielo.br/pdf/cta/v21n1/5364.pdf>
165. **Ornellas, CB. Junqueira, RG. Silvestre, MPC. (2003).** Efeito da hidrólise e pH sobre las propiedades funcionales do plasma bovino. *Rev. Bras. Ciênc. Tecnol. Alim.* 23, 16-22 Consultado en : Consultado en : <http://www.scielo.br/pdf/%0D/cta/v21n1/5364.pdf>

166. **Pacheco-Delahaye, Emperatriz. Techeira, Nora. y García, Auris D. (2008).** ELABORATION AND EVALUATION OF POWDERS FOR INSTANT DRINKS BASED UPON EXTRUDED FLOUR OF YAM (*Dioscorea alata*). *Revista chilena de nutrición*, 35(4), 452-459. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182008000500008>. Consultado en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182008000500008&script=sci_arttext&tIng=en
167. **Pantanelli, A. (2001).** Prometedora resurrección del amaranto. Los mayas ya lo sabían. *Revista Alimentos Argentinos*, Edición N° 18. P.60-63 Consultado en: www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_18/18_07_amaranto.htm.
168. **Paredes-López, O. Guzmán-Maldonado, H. Orodriga-Falomir, C. (1994).** Food proteins from emerging seed sources. *New and Developing Sources of Food Proteins*. PP.241-279. Springer, Boston, MA. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2652-0_8
169. **Parra-Cota F. I., Délano F. J. P. (2012)** Uso de bacterias promotoras de crecimiento vegetal para aumentar la productividad de amaranto de grano. *Amaranto: ciencia y tecnología* (Libro Científico núm. 2). INIFAP/SINAREFI, México. Capítulo IX. pp. 113-127 Consultado en: <https://scholar.google.com.mx>
170. **Pascual, V. Valls, R. M. y Solá, R. (2009).** Cacao y chocolate: ¿un placer cardiosaludable? *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 198-209. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0214-9168\(9\)72047-9](http://doi.org/10.1016/S0214-9168(9)72047-9).
171. **Pasko, P. Barton, H. Zagrodzki, P. Gorinstein, S. Folta, M. Zachwieja, S. (2009).** Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chemistry* 115:994–8 DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.037>.

172. **Pedroza-Tobías, A. Hernández-Barrera, L.. López-Olmedo, N. García-Guerra, A. Rodríguez-Ramírez, S. Ramírez-Silva, I. . . . Rivera, J. A. (2016).** Usual vitamin intakes by mexican populations. *The Journal of Nutritio.* Vol 146(9) p.1866s-1873s.
DOI:<https://doi.org/10.3945/jn.115.219162>
173. **Peng, X. Ma, J. Chao, J. Sun, Z. Chang, RC. Tse, I.....Wang, M. (2010).** Beneficial effects of cinnamon proanthocyanidins on the fFormation of Specific Advanced Glycation Endproducts and Methylglyoxal-Induced Impairment on Glucose Consumption. *J Agric Food Chem* 2010; 58:6692–6696. DOI: 10.1021/jf100538t Consultado en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-4310-0_19.
174. **Peralta, Eduardo. (2012).** “Amaranto y Ataco. Preguntas y respuestas”. *Boletín Divulgativo No. 359. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP.* Quito-Ecuador, pág.2 Consultado en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/306>
175. **Pérez Espitia, P. J. De Fatima Ferreira Soares, N. dos Reis Colimbra, J. S. de Andrade, N. J. Souza Cruz, R. y Alves Medeiros, E. A. (2011)** Bioactive peptides;synthesis, properties, and application in the packaging and preservation of food, *Compreherrisive Reviews in Food Science and Food Safety.* 11 (2), 187 – 204.Consultado en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1541-4337.2011.00179.x/abstract>
176. **Pérez González, E. Santos Rodríguez, F. y Coto García, E. (2009).** Homeostasis del magnesio: Etiopatogenia, clínica y tratamiento de la hipomagnesemia. A propósito de un caso. *Nefrología (Madrid)*, 29(6), 518-524 Consultado en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0211-69952009000600004.

177. **Pérez Llamas, F. Moregó, A. Tóbaruela, M. García, M^a D. Santo, E. y Zamora, S. (2011).** Prevalencia de desnutrición e influencia de la suplementación nutricional oral sobre el estado nutricional en ancianos institucionalizados. *Nutrición Hospitalaria*, 26(5), 1134-1140. Consultado en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112011000500033&lng=es&lng=pt
178. **Porras MG. (2009)** Propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de harinas para preparar atole a base de amaranto. Tesis de licenciatura. Química en Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, Hidalgo, México. Consultado en: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2010/2/art-12/>
179. **Programa Mundial de Alimentos (PMA). (2008)** La erradicación de la desnutrición infantil en América Latina y el Caribe: una llamada urgente a la acción; Consultado en: http://documents.wfp.org/stellent/groups/public/documents/liaison_offices/wfp182470.pdf].
180. **Qin, B. Dawson, HD. Schoene, NW. Polansky, MM. Anderson, RA. (2012)** Cinnamon polyphenols regulate multiple metabolic pathways involved in insulin signaling and intestinal lipoprotein metabolism of small intestinal enterocytes. *Nutrition*. 28(11-12):1172-9. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.nut.2012.03.020>. Consultado en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089990071200144X>
181. **Quiroga, Alejandra V. Barrio, Daniel A. Añón, María Cristina. (2015).** Amaranth letin presents potential antitumor properties; *LWT Food Science and Technology* 60; 478-485 Consultado en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643814004666>
182. **Qureshi, AA. Lehmann, JW. (1996).** Amaranth and its oil inhibit cholesterol biosynthesis in 6-week-old female chickens. Peterson DM. *J Nutr.* Aug; 126(8):1972-1978 Consultado en:

<http://static1.squarespace.com/static/53596c97e4b095832d6a11aa/t/5507d992e4b01bfd189b9654/1426577810700/Amaranth+and+Its+Oil+Inhibi+t-+Cholesterol+Biosynthesis+in+6-Week-Old+Female+Chicken.pdf>

183. **Rafehi, H. Ververis, K. Karagiannis, TC. (2012).** Controversias alrededor del potencial clínico de la canela para el manejo de la diabetes. Consultado en: <https://www.pubfacts.com/detail/22093965>
184. **Rastogi, A. y S. Shukla (2013),** “Amaranth: A new millenium crop of nutraceutical values”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53:109-125. DOI. <https://doi.org/10.1080/10408398.20130.517876>
185. **Rayas-Duartes, P. C.M, Mock. y L.D. Satterle. (1996).** Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth and lupin flours. *Cereal Chem.* 73(3):381-387. Consultado en: http://www.aaccnet.org/publications/cc/backissues/1996/Documents/73_381.pdf.
186. **REGLAMENTO (CE) No 1924/2006 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE LA UNION EUROPEA (2006)** Relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos; Diario Oficial de la Unión Europea; 30.12.2006 (ES) I 404/9 Consultado en: <https://www.boe.es/doue/2006/404/L00009-00025.pdf>
187. **Renwick, Andrew. et al. (2000).** Edulcorantes bajos en calorías: funciones y beneficios (monografía). International Sweeteners Association, pp.1-31. Consultado en: <http://www.info-edulcorants.org/es/recursos-profesionales/folleto-isa>).
188. **Repo-Carrasco, R. (1992).** Andean Crops and Infant Nourishment. *University of Helsinki. Institute of Development Studies.* Report B 25. Finland ISSN: 0359-9493 Consultado en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FI9420079>

189. **Ribera Casado, J.M. (2002)** Nutritional problems in nursing homes with special reference to Spain. *J Nutrition Health Aging*; 6(1): 84-90. Consultado en: <https://www.mna-elderly.com/publications/170.pdf>.
190. **Rivera, J. A., O. Muñoz, M. Rosas, C. A. Aguilar, B. M. Popkin y W. C. Willett. (2008)**. Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. *Revista de Investigación Clínica* Vol 60, Nº 2. pp 157-180. Consultado <http://www.medigraphic.com/pdfs/revinvcli/nn-2008/nn082i.pdf>
191. **Rivera, J. A. Pedraza, L. S. Aburto, T. C. Batis, C. Sánchez-Pimienta, T. G. González de Cosío, T., . . . Pedraza-Tobías, A. (2016)**. Overview of the Dietary Intakes of the Mexican Population: Results from the National Health and Nutrition Survey 2012. *The Journal of Nutrition*. DOI: <https://doi.org/10.3945/jn.115.221275>
192. **Robertson, J.A. Monredon, F.D. Dysseler, P. Guillon, F. Amdó, R. y Thibauthl, J.F. (2000)** Hydration properties of dietary fiber and resistant starch: a European Collaboraty Study. *Lebensm – Wiss u-Tecno*l. 33: 73-79. Consultado en: <http://docshare01.docshare.tips/files/7968/79680505.pdf>
193. **Robertson K (1981)** The genera of Amaranthaceae in the Southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum* 62(3):267-313. Consultado en: https://www.jstor.org/stable/43782665?seq=1#page_scan_tab_contents
194. **Rodas, B., & Bressani, R. (2009)**. Contenido de aceite, ácidos grasos y escualeno en variedades crudas de grano de amaranto *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(1),82-87 Consultado en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000100013&lng=es&tlng=es.

195. **Rodríguez, A. Arias, D. Minguela, B (2000)**. Desarrollo de nuevos productos: consideraciones sobre la integración funcional. Cuadernos de Estudios Empresariales. Pp. 10:165-184 ISSN: 1131-6985. Consultado en:
<https://revistas.ucm.es/index.php/CESE/article/viewFile/CESE0000110165A/10034172>
196. **Rolle, R. (2007)**. Buenas prácticas para la producción en pequeña escala de agua de coco embotellada. Roma: División de comunicación de la FAO Consultado en: <http://www.fao.org/3/a-a1418s.pdf>
197. **Rosado JL, Rivera J, López G, Solano L, Rodríguez G, Casanueva E, García-Aranda A, Toussaint G, Maulen I. (1999)** Desarrollo y evaluación de suplementos alimenticios para el Programa de Educación, Salud y Alimentación. *Salud Publica de México*; 41:153-162 Consultado en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10641303>
198. **Ross, AC. Taylor, CL. Yaktine, A.L. y Del Valle, H. B. (2011)**. Dietary Reference Intakes for Adequacy: Calcium and Vitamin D. Washington, D.C.: *The National Academies Press*. Consultado en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK56070/pdf/Bookshelf_NBK56070.pdf
199. **Rotblatt, M. (2000)** Herbal Medicine: Expanded Commission E Monographs. *Ann Intern Med*; 133(6):487 DOI: 10.7326/0003-4819-133-6-200009190-00031. Consultado en: <https://annals.org/aim/article-abstract/713885/herbal-medicine-expanded-commission-e-monographs>
200. **Ruano, NC. Melo, PJ. Mogrovejo, FL. De Paula, MK, Espinoza, RC. (2015)**. Prevalencia de síndrome metabólico y factores de riesgo asociados en jóvenes universitarios ecuatorianos. *Nutrición Hospitalaria*. 31 (4):1574-1581. Versión On-line ISSN 1699-

201. **Salcedo-Chávez, B. Osuna-Castro, J. A. Guevara-Lara, F. Domínguez-Domínguez. J; Paredes-López, O. (2002).** Optimization of the isoelectric precipitation method to obtain protein isolates from Amaranth (*Amaranthus cruentus*) seeds. *J. Agric. Food Chem.* 50: 6515-6520. DOI: 10.1021/jf02522t Consultado en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf020522t>
202. **Sánchez, I. Álvarez, M. (1992)** “Estudio de Secado de Quinua (*Chenopodium quinua* w). Tesis de grado. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. Consultado en: <https://www.researchgate.net/publication/262739435>
203. **Sánchez-Campillo, M. Torralba, C. López, MA. Zamora, S. Pérez-Llamas, F. (2010)** Estrategias para mejorar el valor nutricional de los menús ofertados en residencias públicas para personas mayores. *Nutrición Hospitalaria.* 25 (6): 1014-1019. Versión On-line ISSN1699-5198 Consultado en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112010000600018&script=sci_arttext&lng=en
204. **Sancho, J. Bota, E. de Castro, J.L. (2002)** *Introducción al análisis sensorial de los alimentos.* Alfaomega, México. Consultado en: https://books.google.com.mx/books/about/Introducci%C3%B3n_al_an%C3%A1lisis_sensorial_de.html?id=-cw1_dn0218C
205. **Sangal A. (2011)** Role of cinnamon as beneficial antidiabetic food adjunct: a review. *Adv Appl Sci Research;* 2(4):440-450. Consultado en: <http://www.ceyloncinnamonexports.com/pdf/AASR-2011-2-4-440-450.pdf>

206. Sanjinez Noha, Alan. (2018) Estudio y formulación de una bebida no láctea a base de Quinoa (*Chenopodium quínoa*), Avena (*Avena sativa*), y Amaranto (*Amaranthus caudatus*). Tesis Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Carrera de Ciencias Químicas La Paz - Bolivia
207. **Sartorius, T. Peter, A. Schulz, N. Drescher, A. Bergheim, I. Machann, J. Schick, D. Hennige, A. (2014)** Cinnamon extract improves insulin sensitivity in the brain and lowers liver fat in mouse models of obesity. *PLoS One* DOI: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0092358>
208. **Schutz, H.G. y Cardello, A.V. (2007)** A labeled affective magnitude (LAM) scale for assessing food liking/disliking, *Journal of Sensory Studies*. Vol. 16, (2) p. 117 – 159 DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2001.tb00293.x>
209. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, (2018) Delegación en el Distrito Federal SAGARPA, México. Consumo de amaranto. Consultado el 28 de febrero 2018 en http://www.infoagro.com/noticias/2011/7/18479_consumo_amaranto.asp
210. **Secretaria de Salud. (2010)** Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril del 2010. Consultado en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137518&fecha=05/04/2010
211. **Secretaría de salud. (1994).** Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios, alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutricionales. México . Consultado en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/086ssa14.html>

212. **Secretaría de Salud.(1994)** Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994 “Bienes y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos”. Diario Oficial de la Federación. Consultado en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/111ssa14.html>
213. **Secretaría de Salud. .(1994)** Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994. “Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable”. Diario Oficial de la Federación. Consultado en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/112ssa14.html>
214. **Secretaría de Salud .(1994)** Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994. “Bienes y Servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos”. Diario Oficial de la Federación, 9 de noviembre de 1994. Consultado en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/114ssa14.html>
215. **Secretaría de Salud.(1994)** Norma Oficial Mexicana NOM -116-SSA1-1994 “Bienes y Servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa”.. Diario Oficial de la federación. Consultado en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/116ssa14.html>
216. **Secretaría de Salud.(2008)** Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.México Consultado en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5100356&fecha=27/07/2009
217. **Sheng, X. Zhang, Y. Gong, Z. & Huang, C. y Zang, YQ. (2008).** Improved Insulin Resistance and Lipid Metabolism by Cinnamon Extract

through Activation of Peroxisome Proliferator-Activated Receptors. *PPAR Research* DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2008/581348>

218. **Shi, X. Bemiller, J. (2002)** Effects of food gums on viscosities of starch suspensions during pasting. *Carbohydrate Polymers* 2002; 50: (1) 7-18. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(01\)00369-1](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(01)00369-1)
219. **Simonne, A. H, Simonne, E. H. Jouitenmiller, R. R. Mills, H. A, Cresman III, C. P. (1997)**. Could the Dumas method replace the Kjeldahl digestion for nitrogen and crude protein determination in foods? *Journal of Science, Food and Agriculture*, 73:39-45 DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199701\)73:1<39::AID-JSFA717>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199701)73:1<39::AID-JSFA717>3.0.CO;2-4)
220. **Singhal, R.S., and P.R. Kulkarni. (1988)** Review: amaranths-an underutilized resource. *Int. J. Food Sci. Tech.* 1988. 23:125-139 DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2321.1988.tb00559.x>
221. **Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera del Gobierno de México (2016)**. Consultado en: <https://www.gob.mx/siap>
222. **Smoliner, C. Norman, K. Scheufele, R. Hartig, W. Pirlich, M. Lochs, H. (2008)** Effects of food fortification on nutritional and functional status in frail elderly nursing home residents at risk of malnutrition. *Nutrition* ; 24 (11-12): 1139-1144 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2008.06.024>
223. **Song, Li, H. Sun, J. Wang, S. (2013)** Protective effects of cinnamic acid and cinnamic aldehyde on isoproterenol-induced acute myocardial ischemia in rats. *J. Ethnopharmacol*; 150 (1):125-130. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.08.019>
224. **Sood, A. Sharma, HR. Verma, R. Anand, S. (2009)** Amaranth, sesame and soybean supplemented nutrition sweet balls. *Bhartiya Krishi Anushandhan Patrika*, 24(2): 33-36. ISSN: 0303-3821. Consultado en:

<http://www.indianjournals.com//ijor.aspx?target=ijor:bkap&volume=24&issue=2&article=006>

225. **Soriano-Santos, J., & Escalona-Buendía, H. (2015).** Angiotensin I-Converting Enzyme inhibitory and antioxidant activities and surfactant properties of protein hydrolysates as obtained of *Amaranthus hypochondriacus* L. grain. *J Food Sci Technol*, 52(4), 2073-2082. **DOI:** <https://doi.org/10.1007/s13197-13-1223-4>
226. **Soteras Edgar Mario (2011)** Obtención de formula de una bebida en base de Grano de Amarnto. Tesis. Universidad Nacional del Litoral, Faculatad de Ingenieria Química. Santa Fe, Argentina Consultado en: <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/tesis/handle/11185/342>
227. **Stern, Dalia. Tolentino, Lizbeth. Barquera, Simón (2011)** Revisión del etiquetado frontal: análisis de las Guías Diarias de Alimentos (GDA) y su comprensión por estudiantes de nutrición en México. Instituto Nacional de Salud Pública ISBN 978-607-511-006-6 Consultado en: <http://www.cdi.salud.gob.mx:8080/BasesCDI/Archivos/EstudiosInvestigaciones/revisionEtiquetadoFrontal.pdf>
228. **Stone, H. y Sidel, J.L. (2004)** *Sensory evaluation practices*. Amsterdam: Boston: *Elsevier Academic Press*, Xvi, 337 p. Consultado en: <https://www.elsevier.com/books/sensory-evaluation-practices/stone/978-0-12-672690-9>
229. **Stratton, RJ. Elia, M. (2007).** Who benefits from nutritional support: what is the evidence? *European Journal Gastroenterology Hepatology*; 19 (5): 353-358. **DOI:** 10.1097/MEG.0b013e32801022c0 Consultado en: <https://ovidsp.tx.ovid.com/sp-3.32.2a/ovidweb>.
230. **Ströhle , A. Zänker, K. y Hahn, A. (2010).** Nutrition in oncology: The case of micronutrients. *Oncology Reports*, 815-828. **DOI:** https://doi.org/10.3892/or_00000925

231. **Ströhle, A. Wolters, M. y Hahn, A. (2011).** Micronutrients at the Interface Between Inflammation and Infection Ascorbic Acid and Calciferol. Part 1: General Overview with a Focus on Ascorbic Acid. *Infammation & Allergy - Drug Targets*, 54-63. **DOI:** https://doi.org/10.3892/or_00000925
232. **Takasao, N. Tsuji-Naito, K. Ishikura, S. Tamura, A. Akagawa, M. (2012)** Cinnamon extract promotes type I collagen biosynthesis via activation of IGF-I signaling in human dermal fibroblasts. *J Agric Food Chem*; 60:1193-1200. **DOI:** 10.1021/jf2043357 Consultado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22233457>
233. **Takemoto, K. Deckelbaum, RJ. Saito, I. Likitmaskul, S. Morandi, A. Pinelli, L. Abdalla, M. (2015).** Adiponectin/resistin levels and insulin resistance in children: a four country comparison study. *International Journal Pediatric Endocrinology* 2015:2. **DOI:** <https://doi.org/10.1186/1687-9856-2015-2>
234. **Tandel, KR. (2011)** Sugar substitutes: Health controversy over perceived benefits. *J. Pharmacol Pharmacother.*; 2(4):236–243 **DOI:**10.1403/0976-500X.85936 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3198517/>
235. **Tapia, M. (2000).** Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Segunda edición. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago. Consultado en: https://issuu.com/b.mendozaelizabeth/docs/cultivos_andinos_subexplotados_y_s1
236. **Théodore, F. Bonvecchio, A. Blanco, I. Irizarry, L. Nava, A. Carriedo, A. (2011)** Significados culturalmente construidos para el consumo de bebidas azucaradas entre escolares de la Ciudad de México. *Rev Panamericana de Salud Pública*. 2011; 30(4):327–34. Consultado en: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2011.v30n4/327-334/es>

237. **Tiengo, A. Faria, M. Netto, FM. (2009)** Characterization and ACE-inhibitory activity of amaranth proteins. *Journal of Food Science*,; 74: H121-H 126 **DOI:** <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01145x>
238. **Tomaru, M. Takano, H. Osakabe, N. Yasuda, A. Inoue, K. Yanagisawa, R....Uematsu, H. (2007)** Dietary supplementation with cacao liquor proanthocyanidins prevents elevation of blood glucose levels in diabetic obese mice. *Nutrition*; 23:351-5. **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.nut.2007.01.007>
239. **Torres Merlo, Oswaldo Xavier; Vallejos Cazar, Alex Francisco; Castañeda Garzón, Johana Meshelia. (2017).** Productos a base de amaranto como alternativas nutricionales para la lonchera escolar y su importancia en el Desarrollo infantil. ***HOLOPRAXIS Ciencia, Tencología e Innovación Vol 1 No 2.*** Consultado en: <http://www.revistaholopraxis.com/index.php/ojs/article/view/19>
240. **Uchiyama, S. Taniguchi, Y. Saka, A. Yoshida, A. Yajima, H. (2011)** Prevention of diet-induced obesity by dietary black tea polyphenols extract in vitro and in vivo. *Nutrition*; 27:287-292. **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.nut.2010.01.019>
241. **Udenigwe, C. C. y Aluko, R. E. (2012)** Food protein-derived bioactive peptides, production, processing and potential health benefits. *Journal of Food Science*, 77 (1), R11 – R24 **DOI:** <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02455.x>
242. **Ulrich, K. y Eppinger, S. (2013).** Diseño y desarrollo de productos nuevos. 5ta. edición, *Editorial McGraw-Hill*. México, D.F. Pp. 178-245. ISBN 978-607-15-0944-4. Consultado.en: http://www.academia.edu/16512984/Dise%C3%B1o_y_desarrollo_de_productos_5ed__Karl_T._Ulrich

243. **US Food and Drug Administration (FDA). (2016)** Additional information about high intensity sweeteners permitted for use in food in the United States. Consultado en: www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/FoodAdditivesIngredients/ucm397725.htm; consulted: January 14th,
244. **Usta, J. Kreydiyyeh, S. Bajakian, K. Nakkash-Ch. Maise, H. (2002)** In vitro effect of eugenol and cinnamaldehyde on membrane potential and respiratory chain complexes in isolated rat liver mitochondria. *Food Chem Toxicol*; 40:935-940. Consultado en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12065215>
245. **Vartanian, LR. Schwartz, MB. Brownll, K. (2007)** Effects of soft drink consumption on nutrition and health: A systematic review and meta-analysis. *Am J Public Health*; 97(4): 667-75. Consultado en: <https://ajph.aphapublications.org/doi/pdf/10.2105/AJPH.2005.083782>
246. **Villanueva, Orlinda. y Arnao, Inés. (2007)**. Purificación de una proteína de 35 kDa rica en lisina, de la fracción albúmina de *Amarnathus caudatus* (kiwicha). *Anales de la Facultad de Medicina*. vol.68 no.4 Consultado en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832007000400009
247. **Wang, Rui. Wang, Ruijiang. Yang, Bao (2009)**. Extraction of essential oils from five cinnamon leaves and identification of their volatile compound compositions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10(2):289–292. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifsert.2008.12.002>
248. **Wang, S.Y. Chen, P.F y Chang, S.T. (2005)**. Antifungal activities of essential oils and their constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) leaves against wood decay fungi. *Bioresource Technology* 96(7):813–818. DOI: <https://doi.org/10.1016j.biotech.2004.07.010>

249. **Yañez, E, Zacarías, I. Granger, D. Vásquez, M. y Estévez, A. (1994).** Caracterización química y nutricional del amaranto (*Amaranthus cruentus*). *Arch Latinoamer Nutr.* 44(1):57-62. Consultado en: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=234580&indexSearch=ID>
250. **Yu, T. Lee, S. Yang, WS. Jang, HJ. Lee, YJ. Cho, NY. (2012).** The ability of an ethanol extract of *Cinnamomum cassia* to inhibit Src and spleen tyrosine kinase activity contributes to its anti-inflammatory action. *J Ethnopharmacology*; 139:566-573. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.11.051>
251. **Zapata Bustamante, Sandra. Tamayo Tenorio, Angélica. y Alberto Rojano, Benjamín. (2013).** Efecto de la fermentación sobre la actividad antioxidante de diferentes clones de cacao colombiano. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(3), 391-404. Consultado en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962013000300007&lng=es&tlng=pt.

Revistas electrónicas

Revista Digital Universitaria1 de abril 2011 • Volumen 12 Número 4 • ISSN: 1067-6079).
<http://www.revista.unam.mx/vol.12/num4/art37/art37.pdf>

9. ANEXOS

Anexo # 1

Formulaciones y desarrollo de productos para el consumo humano a bases principalmente con Amarananto

Producto	Año	Autores	Descripción	Bibliografía
Bebida instantánea a base de amaranto público en general	2006	Arcila, N. y Mendoza Y.	Formulación de una bebida instantánea con un alto valor proteico (16% de proteínas) para público en general.	(Arcila & Mendoza, 2006) Venezuela
Bebida tipo leche a base de amaranto para niños	2008	Guadarrama Quezada Evlia, Hernández Morales Ruth, Laguna López Marlen Cecilia y Silva Silva Deyanira	Producto destinado a niños de entre 2 y 5 años con un alto contenido proteínico, a adultos mayores por su contenido en calcio y a personas intolerantes a la lactosa por su origen vegetal.	(Guadarrama Quezada, Hernández Morales, Laguna López , & Silva Silva Deyanira, 2008) México
Bebida a base de semillas de amaranto público en general	2011	Soteras Edgar Mario	Producto elaborado a base de semillas de amaranto dirigido al público en general	(Soteras, 2011) Argentina
	2012	Juan Eduardo Ocaña Albán	bebida elaborada en base a semillas de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) 60%, amaranto (<i>Amaranthus cruentus</i>)20% y leche en polvo 20% , ra ser utilizada en niños de edad escolar,	Ecuador
Bebida saborizada a partir de harina de semilla de amaranto y avena	2012	Montesdeoca Vinueza Sandra Lucía y Escobar Avila Milo Ernesto	Bebida saborizada a partir de harina de semilla de amaranto (<i>Amaranthus caudatus L.</i>) y avena	(Montesdeoca Vinueza & Escobar Ávila , 2012) Ecuador
Bebida fortificada a partir de la variedad de amaranto INIAP Alegría (<i>Amaranthus caudatus L.</i>) y la variedad quinua INIAP Tunkahuan (<i>Chenopodium quinoa Willd.</i>) (<i>Chenopodium quinoa Willd.</i>) con tres concentraciones y tres tipos de endulzantes	2015	Mera Vizcaíno Lizeth Patricia y Toapanta Vargas Francisco Javier	Bebida fortificada a partir de <i>Amaranthus candatus L.</i> y <i>Chenopodium quinoa Willd</i>) con tres concentraciones y tres tipos de endulzantes (estevia, panela y miel de abeja).	(Mera Vizcaíno & Toapanta Vargas, 2015) Ecuador

(Estevia, Panela y Miel de abeja)				
Néctar de Guayaba adicionado con harina de amaranto y fibra soluble	2016	Espinosa-Villa, G. I., Calvillo-Muñoz, M., Ramos-Herrera, O. J., Gómez-Ruiz S.E., Chávez-Murillo, C. E	Bebida de néctar de guayaba adicionada con harina de amaranto y fibra soluble.	(Espinosa-Villa, Calvillo-Muñoz, Ramos-Herrera, Gómez-Ruiz, & Chávez-Murillo, 2016) México
Bebida como suplemento en el desayuno para niños	2017	Isela Acosta Alma y Martínez Ruiz Nina del Rocío	Bebida dirigida para niños escolares en una presentación de 240 ml constituida de agua, pulpa de coco, amaranto, caseína, miel de abeja, cacao, vainilla y saborizante artificial de chocolate.	(Acosta & Martínez Ruiz, 2017) México

Anexo # 2

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN

Protocolo de Tesis Doctoral
MC Leticia María Hernández Arizpe

Encuesta para la elección del sabor de la bebida

Escuela _____

Sexo _____ Edad _____ Grado Escolar _____

¿Cuál es tu sabor preferido? Selecciona con una XXX el que más te gusta.



Anexo # 3

Encuesta para determinar aceptación de las formulaciones

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN

Protocolo para Tesis Doctoral

MSP LETICIA MARÍA HERNÁNDEZ ARIZPE

GRUPO _____ EDAD _____

FECHA _____

INSTRUCCIONES: marca así en la opción que consideres mejor de acuerdo a tu criterio

MUESTRA			
CARACTERÍSTICAS	A	B	C
Aspecto			
Sabor			
Textura/consistencia			

Observaciones:

ANEXO 4

Evaluación se las características organolépticas de la formulación desarrollada

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN

Protocolo para Tesis Doctoral

MSP LETICIA MARÍA HERNÁNDEZ ARIZPE

GRUPO _____ EDAD _____

FECHA _____

INSTRUCCIONES: marca así en la opción que consideres mejor de acuerdo a tu criterio

MUESTRA CARACTERÍSTICAS	GUSTA	INDIFERENTE	NO GUSTA
Aspecto			
Sabor			
Textura/consistencia			
Aroma			
Color			
General			

Observaciones:

ANEXO 5

Aceptación de la formulación en diferentes medios de dilución

A (leche) B (agua)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN

Protocolo para Tesis Doctoral

MSP LETICIA MARÍA HERNÁNDEZ ARIZPE

GRUPO _____ EDAD _____

FECHA _____










INSTRUCCIONES: marca así ✓ en la opción que consideres mejor de acuerdo a tu criterio




MUESTRA		
CARACTERÍSTICAS	A	B
Aspecto		
Sabor		
Textura/consistencia		
Aroma		
Color		
General		

Observaciones:

Anexo # 6

Material u equipo utilizado en la formulación de la bebida en polvo.

Molino Tomas Scientific-Wiley Lab. Mil Modelo 4 con Sedaso 0.05 mm	
Balanza analítica Mettler AE 200 y balanza Denver Instrument X-510	
Cucharas medidoras	
Vaso medidor	
Pipetas	
Reloj	
Mesa de acero inoxidable	
Bolsa de plástico de polietileno	
Método Kjeldahl	

<p>Método de Biuret</p>	
<p>Método Gerber</p>	
<p>Combustión total de % Nitrógeno y % proteínas mediante aparato Marca Leco Modelo FP528 y un software, FP528 versión 1.42</p>	
<p>COCOA</p>	